

Klein

# Einführung in die DIN-Normen

Klein

# Einführung in die DIN-Normen

Herausgegeben vom  
DIN Deutsches Institut für Normung e.V.

Bearbeitet von  
Dieter Alex, Andrea Fluthwedel, Wolfgang Goethe,  
Tim Hofmann, Gerhard Imgrund, Manfred Kaufmann,  
Peter Kiehl, Stefan Krebs, Babara Rasch,  
Bärbel Schambach, Alois Wehrstedt

14., neubearbeitete Auflage

Mit 2051 Bildern, 733 Tabellen und 352 Beispielen



**Beuth**

B.G. Teubner Stuttgart · Leipzig · Wiesbaden  
Beuth Verlag GmbH Berlin · Wien · Zürich

Bibliografische Information der Deutschen Bibliothek

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <<http://dnb.d-nb.de>> abrufbar.

**Die Bearbeiter:**

**Dipl.-Ing. Dieter Alex** Referent: Normenausschuss Gießereiwesen (GINA), Normenausschuss Nichteisenmetalle (FNNE)

**Dr. Andrea Fluthwedel** Geschäftsführerin: Kommission Managementsysteme (KMS), Kommission Sicherheitstechnik (KS), Koordinierungsstelle Umweltschutz (KU), Normenausschuss Ergonomie (NAErg), Normenausschuss Grundlagen des Umweltschutzes (NAGUS), Normenausschuss Sicherheitstechnische Grundsätze (NASG)

**Dipl.-Ing. Wolfgang Goethe** Siemens AG und Technische Fachhochschule Berlin (TFH)

**Dipl.-Ing. Tim Hofmann** Fachreferent: Normenausschuss Mechanische Verbindungselemente (FMV), Normenausschuss Schweißtechnik (NAS)

**Dr. Gerhard Imgrund** Fachbereichsreferent: DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE – Fachbereich 2 Allgemeine Sicherheit; Planen, Errichten und Betreiben von elektrischen Energieversorgungsanlagen, Fachbereich 3 Betriebsmittel der Energietechnik

**Dipl.-Ing. Manfred Kaufmann** Geschäftsführer: Normenausschuss Akustik, Lärminderung und Schwingungstechnik (NALS) im DIN und VDI, Normenausschuss Qualitätsmanagement, Statistik und Zertifizierungsgrundlagen (NQSZ), Normenausschuss Technische Grundlagen (NATG)

**Dr.-Ing. Peter Kiehl** Mitglied der Geschäftsleitung des DIN-Geschäftsbereich Normung

**Dipl.-Ing. Stefan Krebs** Fachreferent: Koordinierungsstelle Umweltschutz (KU), Normenausschuss Ergonomie (NAErg), Normenausschuss Sicherheitstechnische Grundsätze (NASG)

**Barbara Rasch** Referentin: Geschäftsbereich Normung

**Dr.-Ing. Bärbel Schambach** Geschäftsführerin: Normenausschuss Kommunale Technik (NKT), Normenausschuss Mechanische Verbindungselemente (FMV), Normenausschuss Schweißtechnik (NAS), Normenausschuss Sport- und Freizeitgerät (NASport)

**Dr. sc. techn. Alois Wehrstedt** Geschäftsführer: Normenausschuss Bild und Film (NBF), Normenausschuss Farbe (FNF), Normenausschuss Materialprüfung (NMP)

1. Auflage 1955

13. Auflage 2001

14., neubearbeitete Auflage 2008

Alle Rechte vorbehalten

© B.G. Teubner Verlag / GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden 2008 [www.teubner.de](http://www.teubner.de)

Beuth Verlag GmbH, Berlin, Wien, Zürich 2008 [www.beuth.de](http://www.beuth.de)

Der B.G. Teubner Verlag ist ein Unternehmen von Springer Science+Business Media.



Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung der Verlage unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Umschlaggestaltung: Ulrike Weigel, [www.CorporateDesignGroup.de](http://www.CorporateDesignGroup.de)

Druck und buchbinderische Verarbeitung: Strauss Offsetdruck, Mörlenbach

Gedruckt auf säurefreiem und chlorfrei gebleichtem Papier. Printed in Germany

B.G. Teubner:

ISBN 978-3-8351-0009-1

Beuth:

ISBN 978-3-410-16516-3

# Vorwort

Im DIN Deutsches Institut für Normung e. V. wird seit seiner Gründung im Jahr 1917 von den an der Normung interessierten Kreisen gemeinschaftlich die Vereinheitlichung von materiellen und immateriellen Gegenständen zum Nutzen der Allgemeinheit durchgeführt. Die Ergebnisse dieser Arbeiten werden in Deutschen Normen festgelegt.

Das DIN ist auf der Grundlage seiner Satzung, der Normenreihe DIN 820 „Normungsarbeit“, seiner tatsächlichen Aufgabenwahrnehmung und auf der Grundlage des mit der Bundesrepublik Deutschland geschlossenen Vertrages vom 5. Juni 1975 die für die Normungsarbeit zuständige Institution in Deutschland. Es nimmt die entsprechenden Aufgaben auch in den europäischen und internationalen Normungsorganisationen wahr, im elektrotechnischen Bereich durch die DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE.

Die Normung ist in Deutschland eine Aufgabe der Selbstverwaltung der an der Normung interessierten Kreise. Das DIN ist der runde Tisch, an dem sich Hersteller, Handel, Verbraucher, Handwerk, Dienstleistungsunternehmen, Wissenschaft, technische Überwachung, Staat, d. h. jedermann, der ein Interesse an der Normung hat, zusammensetzen, um den Stand der Technik zu ermitteln und unter Berücksichtigung neuer Erkenntnisse in Deutschen Normen niederzuschreiben.

Normung behandelt im 21. Jahrhundert nicht mehr nur die Bereiche der Rationalisierung und der Kostensenkung, sondern ist sowohl ein bedeutender Bestandteil der strategischen Unternehmensplanung als auch ein Grundstein für die wirtschafts- und gesellschaftspolitische Entwicklung eines Staates. Die Normung erfüllt wirtschaftspolitisch eminent wichtige Aufgaben, und zwar für Wirtschaft wie für Politik.

Die Ziele der Normungsarbeit sind in der „Deutschen Normungsstrategie“ niedergelegt (s. <http://www.din.de>). Dabei wird hervorgehoben, dass Normung und Standardisierung in Deutschland der Wirtschaft und der Gesellschaft zur Stärkung, Gestaltung und Erschließung regionaler und globaler Märkte dienen.

Die Normungsarbeit ist eine Leistung der interessierten Kreise, von der alle profitieren. Ihre Ergebnisse

- unterstützen die Freizügigkeit der Märkte und die Innovationsfähigkeit der Unternehmen.
- entlasten die öffentliche Hand bei der Konkretisierung von Rechtsvorschriften.
- schaffen für Konsumenten Transparenz und begründetes Vertrauen in Produkte und Dienstleistungen.

Die fünf strategischen Ziele der deutschen Normungsarbeit sind:

Ziel 1 Normung und Standardisierung sichern Deutschlands Stellung als eine der führenden Wirtschaftsnationen

Ziel 2 Normung und Standardisierung unterstützen als strategisches Instrument den Erfolg von Wirtschaft und Gesellschaft

Ziel 3 Normung und Standardisierung entlasten die staatliche Regelsetzung

Ziel 4 Normung und Standardisierung sowie Normungsorganisationen fördern die Technikkonvergenz

Ziel 5 Die Normungsorganisationen bieten effiziente Prozesse und Instrumente an

Normung fördert national wie international den Austausch von Waren und Dienstleistungen und verhindert technische Handelshemmnisse, indem sie die Anforderungen an materielle und immaterielle Güter vereinheitlicht. Normung trägt dazu bei, dass sich technisches Wissen und Innovationen schneller verbreiten und stärkt damit die Wettbewerbs- und Konkurrenzfähigkeit der Unternehmen. Normung wirkt darüber hinaus staatsentlastend und deregulierend, weil die interessierten Kreise schneller, flexibler und sachkundiger als der Staat technische Standards setzen, auf die der Staat Bezug nehmen kann.

Mehr als 85% aller Normungsaktivitäten des DIN werden in europäischen und internationalen Gremien abgewickelt. Mit den Vereinbarungen zwischen den internationalen Normungsorganisationen ISO/IEC und den europäischen Normenorganisationen CEN/CENELEC wurden die notwendigen Grundlagen für eine enge, abgestimmte Zusammenarbeit mit wechselseitigen Bezügen geschaffen.

Internationale Normen von ISO und IEC stellen Empfehlungen zur Angleichung der entsprechenden nationalen Normen dar. Auch die europäische Normungsarbeit der gemeinsamen Normungsorganisationen CEN/CENELEC sowie des Europäischen Instituts für Telekommunikationsnormen, ETSI, orientiert sich an Internationalen Normen. So werden Europäische Normen u. a. durch direkte Übernahme Internationaler Normen oder Parallelabstimmung bei CEN und ISO bzw. CENELEC und IEC eingeführt.

Ausgehend von den naturwissenschaftlichen Erkenntnissen und den wirtschaftlichen Gegebenheiten, verfolgen die Normen des DIN gesamtwirtschaftliche Ziele. Der Nutzen für alle steht über dem Vorteil einzelner.

Durch Einhaltung der zur demokratischen Legitimierung der Arbeitsergebnisse erforderlichen Grundprinzipien wie Freiheit, Öffentlichkeit, Beteiligung aller interessierten Kreise stellt das DIN u. a. sicher:

- Einhaltung des Konsensverfahrens
- Formulierung der Arbeitsergebnisse und Verbreitung der Zwischen- und Endergebnisse
- Einheitlichkeit und Widerspruchsfreiheit der Norm-Inhalte zu bestehenden technischen Regeln, Verordnungen, Gesetzen usw.
- Ausrichtung am Stand der Technik, an den wirtschaftlichen Gegebenheiten und am allgemeinen Nutzen
- Einhalten von Einspruchsverfahren und Schiedsverfahren

Damit erhalten DIN-Normen eine allgemeine Anerkennung und bilden einen Maßstab für ein einwandfreies technisches Verhalten.

Die allgemeine Anerkennung der Deutschen Normen beruht auf dem für alle offenen, demokratischen, auf das Erreichen eines Konsens ausgerichteten Verfahren, das zu ihrem Zustandekommen führt und das den vernünftigen Ausgleich der technischen, wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Interessen gewährleistet.

Das Anwenden von DIN-Normen steht jedermann frei. DIN-Normen sind Empfehlungen für einwandfreies technisches Verhalten im Regelfall. Sie sind der gesammelte Sachverstand der Fachkreise zum Zeitpunkt des Entstehens der Normen. Eine Anwendungspflicht kann sich aufgrund von Verträgen sowie aufgrund von Rechts- und Verwaltungsvorschriften ergeben.

Das seit Jahrzehnten bewährte Werk „Klein – Einführung in die DIN-Normen“ erleichtert dem Anwender den Einstieg in die Normung und dient besonders den Studierenden und Dozenten an Fachhochschulen, Technischen Hochschulen und Universitäten, den Lehrkräften an Berufs- und Fachschulen ebenso wie den Ingenieuren, Technikern und den Betriebswirten in Industrie, Handel und Dienstleistungsbereich als Nachschlagewerk sowie als Lehr- und Arbeitsbuch.

Die 14. neu bearbeitete Auflage entspricht dem Stand des Deutschen Normenwerkes vom Sommer 2007. Ziel des Buches ist es, den gegenwärtigen Stand der Normungsarbeit auf den behandelten Gebieten darzustellen. Umgestaltungen, die sich aufgrund von Änderungen im Normenwerk und bezüglich bestimmter Erfordernisse der Fachwelt ergaben, wurden ihrer Bedeutung entsprechend berücksichtigt.

Berlin, im Sommer 2007

DIN Deutsches Institut für Normung e. V.  
Dr.-Ing. Torsten Bahke

# Grundsätze der Gestaltung des Buches

Grundsätzlich ist dieses Buch ein Nachschlagewerk, das weniger Detailkenntnisse vermittelt, dafür aber eine umfassende Einführung in die Normung gibt. Da nicht alle DIN-Normen der hier angesprochenen Fachgebiete in diesem Buch behandelt werden können, wurden zahlreiche Hinweise auf weiterführende, den Stoff vertiefende Normen und Normungsliteratur aufgenommen. Im Gegensatz zu den Querverweisen auf im Buch behandelte DIN-Normen wurden diese Hinweise mit der Anmerkung „s. Norm“ versehen.

Die Normung unterliegt einer Dynamik, die es unmöglich macht, den Inhalt dieses Buches auf einen bestimmten Wissensstand und Zeitpunkt zu fixieren. Insofern ist die Angabe, dass die 14. Auflage dem Stand des Deutschen Normenwerkes vom Sommer 2007 entspricht, nur relativ gültig.

Da das Buch von Fachleuten auf ihrem Gebiet geschrieben wurde, ist in den Kommentaren und Darlegungen der Normen unter Umständen bereits der Inhalt von Norm-Entwürfen, von denen bei Redaktionsschluss bekannt war, dass sie sich nicht mehr ändern werden, berücksichtigt. Somit wird auf Zukunftsaspekte aufmerksam gemacht bzw. es wurde, sofern es möglich war, der Stand der Technik dargestellt, der für den Zeitpunkt der Auslieferung dieses Werkes abzusehen war. Es ist also möglich, dass beim Nachschlagen in einer Original-DIN-Norm, die in dem vorliegenden Buch mit Ausgabedatum zitiert ist, noch die nicht umgestellten bzw. nicht geänderten Festlegungen enthalten sind.

Werden Europäische und Internationale Normen als DIN-Normen (DIN EN, DIN EN ISO, DIN ISO bzw. DIN IEC) übernommen, erhalten diese im Titel den Zusatz: Deutsche Fassung EN ..., EN ISO ..., ISO ... bzw. IEC ... und ihr Ausgabejahr. Dieser Zusatz im Titel der DIN-Norm ist in diesem Buch nur dann aufgeführt, wenn das Ausgabejahr der DIN-Norm und der Europäischen bzw. Internationalen Norm nicht identisch ist.

Die Gliederung des Buches wurde nach fertigungstechnischen und funktionalen Gesichtspunkten durchgeführt, d. h. zum Beispiel, dass Werkstoffe der Elektrotechnik, Kunststoffe und auch Anstrichstoffe im Kapitel „Werkstoffe“ zu finden sind.

Ein weiterer grundlegender Gesichtspunkt, der für die Anwendung in der Praxis von großem Gewicht ist, ist die Gestaltung der im Anhang befindlichen Verzeichnisse. In der Werkstoffübersicht werden neben Stahl- und Eisenwerkstoffen, NE-Metallen, Kunststoffen usw. auch Schweiß-, Löt- und Spritzzusätze aufgeführt. Die alphabetische Auflistung nach Kurznamen und Kurzzeichen sowie die umgekehrte Sortierung nach Werkstoffnummern, das Verzeichnis der behandelten bzw. angeführten DIN-Normen mit der jeweiligen Angabe der Seite, auf der der Werkstoff bzw. die Norm in diesem Buch behandelt wird, sowie das Sachverzeichnis mit den Schlagworten und dem Hinweis auf die entsprechende Buchseite ermöglicht es auch dem bereits in der Praxis stehenden Anwender von DIN-Normen, dieses Buch direkt als Nachschlagewerk zu verwenden.

Im DIN-Nummern-Verzeichnis sind DIN-Normen, die neu in der 14. Auflage behandelt werden, mit einem \* gekennzeichnet; DIN-Normen, die seit der letzten Auflage als Folgeausgabe (Neuherausgabe) neu erschienen sind, mit +. Damit erhält der Leser bereits im Verzeichnis einen Hinweis auf eine Veränderung gegenüber der früheren Auflage.

Als Orientierungshilfe für Studium und Praxis dient dieses Buch der Verbreiterung des Wissens über die Normung und ermöglicht den Kontakt mit den DIN-Normen, die ein wesentlicher Ordnungsfaktor bei der Beherrschung der Technik, ihrer Fortentwicklung und ihrer sicheren Nutzbarmachung zum Wohle der Menschen sind.

Die Erarbeitung dieses Buches durch die in den einzelnen Abschnitten genannten Autoren wurde fachlich begleitet durch Herrn Dipl.-Ing. Stefan Krebs; die redaktionelle Bearbeitung oblag Frau Barbara Rasch.

Da kein Werk ohne das Echo der Anwender weiterentwickelt werden kann, werden Anregungen zur Erweiterung und zur Gestaltung dieses Buches von den Bearbeitern gerne entgegengenommen und, wie es auch die vorliegende Auflage zeigt, umgesetzt.

Hinweise auf DIN-Normen in diesem Werk entsprechen dem Stand der Normung bei Abschluss der Arbeiten zur Herausgabe der neuen Auflage dieses Buches. Maßgebend sind die jeweils neuesten Ausgaben der DIN-Normen<sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> DIN-Normen, Norm-Entwürfe und entsprechende Normungsliteratur sind beim Beuth Verlag, Berlin, Wien, Zürich (Postanschrift: 10772 Berlin; Hausanschrift: Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin), zu beziehen.

# Inhalt

<b>1</b>	<b>Normung</b> (bearbeitet von P. Kiehl) . . . . .	13
1.1	DIN Deutsches Institut für Normung e. V. . . . .	14
1.2	Informationen über Normen und technische Regeln . . . . .	15
1.3	Bezug der Normen und anderer technischer Regeln . . . . .	17
1.4	Anwendung von DIN-Normen . . . . .	17
<b>2</b>	<b>Das Deutsche Normenwerk</b> (bearbeitet von P. Kiehl) . . . . .	19
2.1	Werdegang der DIN-Normen . . . . .	19
2.2	Gestaltung von Normen . . . . .	20
2.3	Normbezeichnung . . . . .	20
2.4	Stufung genormter Erzeugnisse . . . . .	21
2.5	Typung, Zahlenreihen, Normzahlen . . . . .	22
<b>3</b>	<b>Normenanwendung</b> (bearbeitet von P. Kiehl). . . . .	25
3.1	Aufbereiten der Normen für das Unternehmen . . . . .	25
3.2	Innerbetriebliche Normen (Werknormen) . . . . .	26
3.3	Verwalten der Normen und anderer technischer Regeln . . . . .	26
3.4	CAD-Normteile . . . . .	26
<b>4</b>	<b>Internationale, regionale und europäische Normung</b> (bearbeitet von P. Kiehl). . . . .	29
4.1	Internationale Normung (ISO/IEC) . . . . .	29
4.2	Regionale Normung . . . . .	30
4.3	Europäische Normung (CEN/CENELEC und ETSI) . . . . .	30
4.4	Mitwirkung an der internationalen und europäischen Normungsarbeit . . . . .	32
<b>5</b>	<b>Normung für den Verbraucher und den Umweltschutz</b> (bearbeitet von P. Kiehl) . . . . .	33
5.1	Verbraucherrat. . . . .	33
5.2	DIN CERTCO Gesellschaft für Konformitätsbewertung mbH. . . . .	33
5.3	Deutscher Rat für Konformitätsbewertung im DIN (DIN KonRat). . . . .	35
<b>6</b>	<b>Sicherheit und Gesundheitsschutz durch Normung</b> (bearbeitet von Dr. Andrea Fluthwedel) . . . . .	37
6.1	Europäische Gesetzgebung und Normung . . . . .	37
6.2	Sicherheitstechnik im Deutschen Normenwerk . . . . .	39
6.2.1	Allgemeines . . . . .	39
6.2.2	Kommission Sicherheitstechnik und sicherheitstechnische Schwerpunkt- arbeiten . . . . .	39
6.2.3	Rechtlicher Zusammenhang von DIN-Normen und dem Geräte- und Produktsicherheitsgesetz (GPSG) . . . . .	40
6.2.4	Sicherheitskennzeichnung . . . . .	41
6.2.5	Sicherheitstechnische Festlegungen in Grundnormen . . . . .	42
6.3	Sicherheitstechnische Grundsätze . . . . .	44
6.3.1	Gestalten von Maschinen . . . . .	44
6.3.2	Leitsätze zur Risikobeurteilung . . . . .	49
6.3.3	Sicherheitsabstände . . . . .	50
6.3.4	Schutzeinrichtungen, Zweihandschaltung . . . . .	56
6.3.5	Not-Aus-Einrichtung . . . . .	56
6.3.6	Vermeiden von unerwartetem Anlauf . . . . .	58
6.3.7	Verriegelungen . . . . .	59
6.3.8	Steuerungen . . . . .	61
6.3.9	Schutzeinrichtungen . . . . .	64
6.3.10	Explosionsschutz . . . . .	69
6.3.11	Brandschutz . . . . .	72
6.3.12	Messverfahren . . . . .	72
6.4	Ergonomie . . . . .	73
6.4.1	Arbeitssysteme, Begriffe und allgemeine Leitsätze. . . . .	73
6.4.2	Gestaltungsgrundsätze für Maschinen. . . . .	75
6.4.3	Körpermaße und Körperkräfte . . . . .	81

6.4.4	Gefahrensignale . . . . .	86
6.4.5	Gestaltung von Anzeigen und Stellteilen . . . . .	90
6.4.6	Bildschirmarbeitsplätze . . . . .	96
6.4.7	Berührbare Oberflächen . . . . .	99
<b>7</b>	<b>Fertigungsverfahren</b> (bearbeitet von M. Kaufmann) . . . . .	<b>103</b>
<b>8</b>	<b>Werkstoffe</b> (bearbeitet von W. Goethe) . . . . .	<b>107</b>
8.1	Stahl und Eisen . . . . .	107
8.1.1	Begriffsbestimmungen, Systematische Benennung . . . . .	107
8.1.2	Stahl – Anwendungsbereiche und Technische Lieferbedingungen . . . . .	115
8.1.2.1	Stähle nach Verwendungszweck und Eigenschaften . . . . .	115
8.1.2.1.1	Baustähle, Maschinenbaustähle . . . . .	115
8.1.2.1.2	Stähle für Druckbehälter . . . . .	124
8.1.2.1.3	Stähle für Leitungsrohre . . . . .	129
8.1.2.1.4	Präzisionsstahlrohre . . . . .	139
8.1.2.1.5	Flacherzeugnisse aus Stahl zum Kaltumformen . . . . .	142
8.1.2.1.6	Flacherzeugnisse aus höherfesten Stählen zum Kaltumformen . . . . .	147
8.1.2.1.7	Verpackungsblech aus Stahl . . . . .	149
8.1.2.1.8	Schmiedestücke aus Stahl . . . . .	150
8.1.2.2	Nach ihrer chemischen Zusammensetzung und Verwendung bezeichnete Stähle . . . . .	151
8.1.2.2.1	Stähle für Wärmebehandlungen . . . . .	151
8.1.2.2.2	Automatenstähle . . . . .	159
8.1.2.2.3	Blankstahlerzeugnisse . . . . .	161
8.1.2.2.4	Walzdraht und Draht . . . . .	163
8.1.2.2.5	Federstähle . . . . .	164
8.1.2.2.6	Hochlegierte Stähle . . . . .	170
8.1.3	Eisen – Kohlenstoff – Gusswerkstoffe . . . . .	177
8.1.4	Halbzeug aus Stahl (Maßnormen). . . . .	189
8.1.4.1	Profile aus Stahl, gewalzt . . . . .	189
8.1.4.2	Profile aus Stahl, gezogen . . . . .	196
8.1.4.3	Blech und Band aus Stahl . . . . .	197
8.1.4.4	Rohre aus Stahl . . . . .	200
8.1.4.5	Rohrleitungen, Rohrverbindungen, Armaturen, Flansche aus Stahl und Gusseisen . . . . .	201
8.2	Nichteisenmetalle . . . . .	202
8.2.1	Systematische Benennung von Nichteisenmetallen . . . . .	202
8.2.2	Unlegierte Nichteisenmetalle . . . . .	208
8.2.3	Legierungen aus Nichteisenmetallen . . . . .	211
8.2.3.1	Ferrolegerungen . . . . .	216
8.2.4	Gusslegierungen aus Nichteisenmetallen . . . . .	216
8.2.5	Eigenschaften von Halbzeug aus Nichteisenmetallen . . . . .	224
8.2.5.1	Eigenschaften von Kupfer und Kupferlegierungen . . . . .	224
8.2.5.1.1	Allgemeine Hinweise zur Normung von Kupfer und Kupferlegierungen . . . . .	224
8.2.5.1.2	Kupfer- und Kupferlegierungen für Walzflacherzeugnisse . . . . .	228
8.2.5.1.3	Kupfer und Kupferlegierungen für Stangen, Drähte und Profile . . . . .	236
8.2.5.1.4	Kupfer und Kupferlegierungen für Rohre . . . . .	252
8.2.5.2	Eigenschaften von Nichteisenmetallen (außer Kupfer) . . . . .	257
8.2.5.2.1	Mechanische Eigenschaften von Leichtmetallen . . . . .	257
8.2.5.2.2	Verschiedene Profile aus Leichtmetall – Grenzabmaße und Formtoleranzen . . . . .	263
8.2.5.2.3	Bleche und Bänder aus Nichteisenmetallen – Grenz- abmaße und Formtoleranzen . . . . .	267
8.2.5.2.4	Rohre aus Nichteisenmetallen – Grenzabmaße und Formtoleranzen . . . . .	268
8.2.5.3	Halbzeug aus Nickel – Grenzabmaße und Formtoleranzen. . . . .	269



8.3	Nichtmetallische Stoffe . . . . .	270
8.3.1	Kunststoffe . . . . .	270
8.3.1.1	Kunststoffe – Allgemeine Übersicht, Begriffe, Kurzzeichen . . . . .	271
8.3.2	Thermoplast-Formmassen, Duroplast-Formmassen, Reaktionsharze, Kunststofferzeugnisse . . . . .	273
8.3.2.1	Thermoplast-Formmassen . . . . .	273
8.3.2.2	Duroplast-Formmassen und -Formstoffe, Reaktionsharze . . . . .	281
8.3.2.3	Toleranzen für Kunststoffteile . . . . .	288
8.3.2.4	Halbzeug aus Kunststoff . . . . .	290
8.3.3	Beschichtungsstoffe . . . . .	292
8.3.3.1	Beschichtungsstoffe – Allgemeines, Begriffe . . . . .	292
8.3.3.2	Rohstoffe für Beschichtungsstoffe . . . . .	293
8.3.3.3	Verarbeitungsfertige Beschichtungsstoffe . . . . .	294
8.3.4	Pigmente und Füllstoffe . . . . .	294
8.3.5	Holz und Holzwerkstoffe . . . . .	295
8.3.5.1	Holzarten und Begriffe . . . . .	296
8.3.5.2	Sperrholz . . . . .	299
8.3.5.3	Holzfaserverleimungen . . . . .	301
8.4	Werkstoffe der Elektrotechnik . . . . .	303
8.4.1	Metallische Werkstoffe für die Elektrotechnik . . . . .	303
8.4.1.1	Leiterwerkstoffe . . . . .	303
8.4.1.2	Magnetische Werkstoffe . . . . .	310
8.4.1.3	Heizleiterwerkstoffe, Widerstandslegierungen . . . . .	317
8.4.1.4	Thermopaare, Thermobimetalle . . . . .	318
8.4.2	Isolierstoffe der Elektrotechnik . . . . .	322
8.5	Gießereiwesen . . . . .	326
8.6	Pulvermetallurgie . . . . .	328
8.7	Schmierstoffe . . . . .	330
8.7.1	Schmieröle . . . . .	330
8.7.2	Schmierfette . . . . .	333
<b>9</b>	<b>Technische Produktdokumentation und Technisches Zeichnen . . . . .</b>	<b>335</b>
9.1	Dokumentationssystematik . . . . .	335
9.2	Strukturierung technischer Produkte und technischer Produktdokumentationen . . . . .	337
9.3	Benennungen, Formate, Blattgrößen, Vordrucke, Maßstäbe, Ausführungsrichtlinien . . . . .	338
9.4	Bildliche Darstellung . . . . .	345
9.5	Linien und ihre Anwendung . . . . .	352
9.6	Maßeintragung, Passungs- und Toleranzangaben . . . . .	352
9.7	Oberflächenangaben und Behandlungsangaben . . . . .	372
9.8	Vereinfachte Darstellungen, grafische Symbole, grafische Darstellungen . . . . .	378
9.8.1	Vereinfachte Darstellungen . . . . .	378
9.8.2	Grafische Symbole, grafische Darstellungen . . . . .	393
9.9	Schriften . . . . .	399
9.10	Zentrierbohrungen in technischen Zeichnungen . . . . .	403
<b>10</b>	<b>Konstruktionsgrundlagen . . . . .</b>	<b>405</b>
10.1	Drehteile . . . . .	405
10.2	Blechteile und Rohre . . . . .	415
10.3	Schmiedeteile . . . . .	417
10.4	Gummiteile . . . . .	426
10.5	Vier- und Sechskante . . . . .	428
10.6	Flansche . . . . .	430
10.7	Wellen . . . . .	433
<b>11</b>	<b>Maschinenelemente . . . . .</b>	<b>437</b>
11.1	<b>Riementreibe . . . . .</b>	<b>437</b>
11.1.1	Transmissionen . . . . .	437
11.1.2	Keilriemen . . . . .	440
11.2	Lagerungen . . . . .	445
11.2.1	Wälzlager . . . . .	445
11.2.2	Gleitlager . . . . .	459

11.3	Sonstige Maschinenelemente . . . . .	471
11.4	Verzahnungen . . . . .	472
11.4.1	Zahnräder . . . . .	472
11.4.2	Naben, Wellen . . . . .	476
11.5	Fluidtechnik . . . . .	477
11.5.1	Allgemeines, Begriffe, Schaltzeichen . . . . .	477
11.5.2	Schlauchleitungen, allgemein . . . . .	481
11.5.3	Ölhydraulik . . . . .	483
11.5.4	Pneumatik . . . . .	486
11.6	Drahtseile . . . . .	487
11.7	Spannungsverbindungen mit Anzug (Keile), Mitnehmerverbindungen ohne Anzug (Passfedern) . . . . .	487
11.8	Federn . . . . .	493
11.9	Bedienteile, Stellteile . . . . .	494
11.10	Schmierung, Verschlüsse für Bohrungen, Abdichtungen für Wellen . . . . .	499
<b>12</b>	<b>Mechanische Verbindungselemente . . . . .</b>	<b>507</b>
12.1	Technische Lieferbedingungen für Schrauben und Muttern . . . . .	507
12.2	Schrauben . . . . .	525
12.2.1	Schrauben mit Kopf, ohne und mit Schlitz . . . . .	525
12.2.2	Stiftschrauben, Gewindestifte . . . . .	531
12.2.3	Sonstige Schrauben . . . . .	533
12.2.4	Verschlusschrauben . . . . .	536
12.2.5	Holzschrauben . . . . .	541
12.2.6	Schneidschrauben, Blechschrauben, gewindefurchende Schrauben . . . . .	542
12.2.7	Kreuzschlitzschrauben . . . . .	546
12.3	Muttern . . . . .	548
12.4	Scheiben und Sicherungen . . . . .	554
12.4.1	Scheiben . . . . .	554
12.4.2	Sicherungen . . . . .	556
12.5	Bolzen, Stifte, Niete . . . . .	559
12.5.1	Bolzen . . . . .	559
12.5.2	Stifte . . . . .	560
12.5.3	Niete . . . . .	566
12.6	Durchgangslöcher, Senkungen . . . . .	570
<b>13</b>	<b>Schweißen, Löten, Schneiden und thermisches Spritzen . . . . .</b>	<b>577</b>
13.1	Schweißen . . . . .	578
13.1.1	Begriffe, Einteilung der Prozesse, Unregelmäßigkeiten und Symbole . . . . .	578
13.1.2	Konstruktion und Gestaltung . . . . .	584
13.1.3	Schweißzusätze und Hilfsstoffe . . . . .	593
13.1.4	Fertigung und Qualitätssicherung . . . . .	598
13.1.4.1	Schweißtechnisches Personal . . . . .	598
13.1.4.2	Schweißanweisung/Schweißverfahrensprüfung . . . . .	600
13.1.4.3	Richtlinien zum Schweißen . . . . .	604
13.1.4.4	Schweißtechnische Qualitätsanforderungen . . . . .	605
13.1.4.5	Bewertungsgruppen von Unregelmäßigkeiten . . . . .	607
13.1.4.6	Prüfung von Schweißverbindungen . . . . .	614
13.1.5	Geräte und Maschinen . . . . .	615
13.2	Löten . . . . .	618
13.2.1	Begriffe, Einteilung der Prozesse . . . . .	618
13.2.2	Zusätze und Hilfsstoffe . . . . .	621
13.2.3	Fertigung und Qualität . . . . .	628
13.3	Thermisches Schneiden . . . . .	628
13.3.1	Begriffe, Fertigung und Qualität . . . . .	628
13.3.2	Einteilung der Prozesse . . . . .	636
13.3.3	Brennschneidmaschinen . . . . .	637
13.4	Thermisches Spritzen . . . . .	637
13.4.1	Begriffe, Einteilung der Prozesse . . . . .	637
13.4.2	Zusätze . . . . .	638
13.4.3	Fertigung und Qualität . . . . .	641

<b>14 Gewinde</b>	643
14.1 Grundbegriffe	645
14.2 Spitzgewinde	648
14.3 Trapezgewinde	659
14.4 Sägewinde	661
14.5 Rundgewinde	662
<b>15 Maßtoleranzen und Passungen</b>	663
15.1 Begriffe zum Toleranz- und Passsystem	663
15.2 ISO-System für Grenzmaße und Passungen	665
15.3 Form- und Lagetolerierung	674
15.4 Tolerierungsgrundsätze	680
15.5 Allgmeintoleranzen	682
<b>16 Technische Oberflächen</b>	687
<b>17 Korrosionsschutz</b>	701
<b>18 Materialprüfung</b>	715
18.1 Prüfung metallischer Werkstoffe	715
18.2 Prüfung organischer Stoffe	728
18.2.1 Prüfung von Kunststoffen	728
18.2.2 Prüfung von Elastomeren	731
18.2.3 Prüfung von Beschichtungsstoffen, Beschichtungen, Pigmenten und Füllstoffen	732
18.2.4 Prüfung von Textilien	736
18.3 Zerstörungsfreie Prüfung	737
18.4 Klimate	739
18.5 Prüfbescheinigungen	741
<b>19 Elektrotechnik</b>	743
19.1 Allgemeine Fachnormen für die Elektrotechnik	743
19.1.1 Spannungen, Ströme, Frequenzen	743
19.1.1.1 Spannungen	743
19.1.1.2 Ströme	744
19.1.1.3 Frequenzen	744
19.1.2 Dokumentation in der Elektrotechnik	745
19.1.2.1 Schaltzeichen	746
19.1.2.2 Darstellungsregeln	767
19.1.2.3 Kennzeichnungsaufgaben	773
19.1.3 Benutzerinformationen	776
19.1.3.1 Bedienungsanleitungen	776
19.1.3.2 Graphische Symbole für Betriebsmittel (Bildzeichen)	777
19.1.3.3 Sicherheitszeichen	778
19.1.4 Mensch-Maschine-Schnittstelle	779
19.1.4.1 Kennzeichnung von Schnittstellen	779
19.1.4.2 Nutzung der Mensch-Maschine-Schnittstellen	782
19.1.5 Kennzeichnung von Betriebsmitteln	787
19.1.6 Einheitliche Bauweisen, Grundlagen für elektronische Geräte	789
19.2 Allgemeine Normteile der Elektrotechnik	792
19.3 Drehende elektrische Maschinen	795
19.4 Transformatoren	802
19.5 Gleichrichter und Leistungselektronik	805
19.6 Schaltgeräte	805
19.7 Sicherungen, Leitungsschutzschalter, Fehlerstromschutzschalter	811
19.8 Steckvorrichtungen	816
19.9 Kabel und Leitungen	820
19.9.1 Starkstromleitungen im Nenn-Spannungsbereich bis 450/750 V	820
19.9.2 Koaxialkabel und Lichtwellenleiter	830
19.10 Elektrische Messgeräte	836
19.11 Bauelemente der Elektrotechnik	843

19.12	Galvanische Primärelemente, Batterien und Akkumulatoren . . . . .	849
19.13	Elektrotechnische Sicherheitsbestimmungen, Errichten von Niederspannungsanlagen . . . . .	855
19.14	Messen, Steuern, Regeln, Leittechnik . . . . .	897
19.14.1	Formelzeichen und Zeichen zur gerätetechnischen und funktionellen Darstellung . . . . .	897
19.14.2	Leittechnik . . . . .	911
19.14.3	Regelungs- und Steuerungstechnik, Grundlagen . . . . .	915
<b>20</b>	<b>Mathematik, Physik . . . . .</b>	<b>937</b>
20.1	Physikalische Größen, Einheiten und Formelzeichen . . . . .	937
20.2	Begriffe, Einheiten und Formelzeichen für einzelne Bereiche . . . . .	948
20.2.1	Raum und Zeit . . . . .	948
20.2.2	Mechanik . . . . .	950
20.2.3	Wärmetechnik . . . . .	959
20.2.4	Elektrotechnik . . . . .	960
20.3	Mathematische Zeichen . . . . .	964
20.4	Zahlenangaben, Dezimalschreibweisen, Runden . . . . .	968
<b>21</b>	<b>Qualitätsmanagement, Statistik und Messtechnik . . . . .</b>	<b>971</b>
21.1	Qualitätsmanagement . . . . .	971
21.2	Statistik . . . . .	976
21.3	Messtechnik. . . . .	984
<b>22</b>	<b>Normenausschüsse im DIN . . . . .</b>	<b>991</b>
<b>23</b>	<b>Werkstoffübersicht . . . . .</b>	<b>995</b>
23.1	Kurznamen und Kurzzeichen. . . . .	995
23.2	Werkstoffnummern . . . . .	1024
23.3	Vergleich der DIN EN- und DIN-Werkstoffbezeichnungen . . . . .	1046
23.3.1	Kupfer und Kupferlegierungen . . . . .	1046
23.3.2	Aluminium und Aluminiumknetlegierungen für Halbzeug . . . . .	1055

# 1 Normung

Bearbeitet von P. Kiehl

Normung ist ein Mittel zur Ordnung und Grundlage für ein sinnvolles Zusammenarbeiten und Zusammenleben. Die Normung bietet Lösungen für immer wiederkehrende Aufgaben an unter Berücksichtigung der neuesten Erkenntnisse aus Wissenschaft und Technik; dies unter Beachtung der wirtschaftlichen Gegebenheiten und vor dem Hintergrund der jeweiligen Werteordnungen und sozialen Tatbestände.

Normen enthalten auch Aspekte zum Nutzen des Staates und der Gesellschaft. Das DIN trägt so zur Deregulierung bei und sorgt bei der Ausarbeitung der Normen dafür, dass diese bei der Gesetzgebung und im Rechtsverkehr als Beschreibung technischer Sachverhalte herangezogen werden können.

Wo Menschen zusammenleben, kann nicht jeder nur nach seinem Belieben handeln. Je größer die Gemeinschaften und je enger die Grenzen des räumlichen Zusammenlebens sind, desto vielfältiger müssen die Regeln und Normen sein, die dieses Zusammenleben ordnen. Darüber hinaus zwingt die Tatsache, dass wir in einer technisierten Welt leben, zur technischen Normung, damit die Möglichkeiten der Technik im Einklang mit dem Menschen und seiner Umwelt genutzt werden können. Ordnung und Transparenz, Rationalisierung, Qualitätssicherung, Austauschbarkeit und Kompatibilität von Sachen, Informationen sowie Dienstleistungen waren und sind Aufgabe und Ergebnis der Normung.

Normung behandelt im 21. Jahrhundert nicht mehr nur die Bereiche der Rationalisierung und der Kostensenkung, sondern ist sowohl ein bedeutender Bestandteil der strategischen Unternehmensplanung als auch ein Grundstein für die wirtschafts- und gesellschaftspolitische Entwicklung eines Staates. Die Normung erfüllt wirtschaftspolitisch eminent wichtige Aufgaben, und zwar für Wirtschaft wie für Politik.

Die Normungsarbeit ist eine Leistung der interessierten Kreise, von der alle profitieren. Ihre Ergebnisse

- unterstützen die Freizügigkeit der Märkte und die Innovationsfähigkeit der Unternehmen.
- entlasten die öffentliche Hand bei der Konkretisierung von Rechtsvorschriften.
- schaffen für Konsumenten Transparenz und begründetes Vertrauen in Produkte und Dienstleistungen.

Normung fördert national wie international den Austausch von Waren und Dienstleistungen und verhindert technische Handelshemmnisse, indem sie die Anforderungen an materielle und immaterielle Güter vereinheitlicht. Normung trägt dazu bei, dass sich technisches Wissen und Innovationen schneller verbreiten und stärkt damit die Wettbewerbs- und Konkurrenzfähigkeit der Unternehmen. Normung wirkt darüber hinaus staatsentlastend und deregulierend, weil die interessierten Kreise schneller, flexibler und sachkundiger als der Staat technische Standards setzen, auf die der Staat Bezug nehmen kann.

Aber auch für die einzelnen Wirtschaftsteilnehmer ist die Normung extrem wichtig, was der Erfahrungssatz plastisch ausdrückt: Wer die Norm macht, hat den Markt. Unter dem Einfluss der Globalisierung und der stürmischen technischen Entwicklung wird sich diese marktöffnende Bedeutung der Normung in Zukunft noch erhöhen.

Eine der größten Herausforderungen in einer zusammenwachsenden Welt besteht darin, Integration zu gestalten unter Wahrung der kulturellen Identität aller Beteiligten. Normen tragen hierzu wesentlich bei, indem sie die Ansprüche, Wünsche und Forderungen der Angehörigen unterschiedlicher Kulturen aufgreifen und in eine Sprache übersetzen.

Ausgehend von den naturwissenschaftlichen Erkenntnissen und den wirtschaftlichen Gegebenheiten, verfolgen die Normen des DIN gesamtwirtschaftliche Ziele. Der Nutzen für alle steht über dem Vorteil einzelner.

Durch Einhaltung der zur demokratischen Legitimierung der Arbeitsergebnisse erforderlichen Grundprinzipien wie Freiheit, Öffentlichkeit, Beteiligung aller interessierten Kreise stellt das DIN u. a. sicher:

- Einhaltung des Konsensverfahrens
- Formulierung der Arbeitsergebnisse und Verbreitung der Zwischen- und Endergebnisse
- Einheitlichkeit und Widerspruchsfreiheit der Norm-Inhalte zu bestehenden technischen Regeln, Verordnungen, Gesetzen usw.
- Ausrichtung am Stand der Technik, an den wirtschaftlichen Gegebenheiten und am allgemeinen Nutzen
- Einhalten von Einspruchsverfahren und Schiedsverfahren

Damit erhalten DIN-Normen eine allgemeine Anerkennung und bilden einen Maßstab für ein einwandfreies technisches Verhalten (s. Abschnitt 1.3).

Die Normung ist in Deutschland eine Aufgabe der Selbstverwaltung der an der Normung interessierten Kreise. Das DIN ist der runde Tisch, an dem sich Hersteller, Handel, Verbraucher, Handwerk, Dienstleistungsunternehmen, Wissenschaft, Technische Überwachung, Staat, d. h. jedermann, der ein Interesse an der Normung hat, zusammensetzen, um den Stand der Technik zu ermitteln und unter Berücksichtigung neuer Erkenntnisse in Deutschen Normen niederzuschreiben.

Allgemeine Fachausdrücke und deren Definitionen betreffend Normung und damit zusammenhängende Tätigkeiten sind in DIN EN 45020 sowie DIN 820-3 zusammengefasst (s. Normen).

## 1.1 DIN Deutsches Institut für Normung e. V.<sup>1)</sup>

Das DIN Deutsches Institut für Normung e.V. ist die zentrale, national (durch den 1975 mit der Bundesrepublik Deutschland geschlossenen Normenvertrag) wie europäisch und international als normenschaffende Körperschaft anerkannte deutsche „Nationale Normungsorganisation“. Im elektrotechnischen Bereich wird diese Aufgabe durch die DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE wahrgenommen.

Das DIN hat die Rechtsform eines eingetragenen Vereins auf ausschließlich gemeinnütziger Grundlage mit Sitz in Berlin. Gegründet wurde es 1917.

Oberstes Organ des DIN ist die Mitgliederversammlung. Mitglied des DIN können Firmen oder Verbände sowie alle an der Normung interessierten Körperschaften, Behörden und Organisationen sein. Einzelpersonen können nicht Mitglied des DIN werden. Zurzeit hat das DIN etwa 1700 Mitglieder. Weitere Organe sind das Präsidium, der Präsident, der Direktor und die Normenausschüsse.

Das DIN ist Mitglied in den entsprechenden europäischen und internationalen Normungsorganisationen (s. Abschn. 4).

Seine Hauptaufgabe besteht darin, Normen zu erstellen, anzuerkennen oder anzunehmen sowie diese der Öffentlichkeit zugänglich zu machen.

Ergebnisse der Normungsarbeit im DIN sind Deutsche Normen (DIN-Normen), die unter dem Verbandszeichen **DIN** herausgegeben werden und das Deutsche Normenwerk bilden. Internationale und Europäische Normen werden z. B. als DIN-ISO-Normen oder DIN-EN-Normen auch als Deutsche Normen in das Normenwerk übernommen. Mehr als 85 % aller Normungsaktivitäten werden von der deutschen Plattform aus in europäischen und internationalen Gremien abgewickelt. Die anderen Normungsaktivitäten beziehen sich auf nationale Anforderungen, für die es keinen europäischen oder internationalen Bedarf gibt.

Etwa 26000 Experten der interessierten Kreise arbeiten in 75 Normenausschüssen mit ca. 3190 Arbeitsgremien unterstützt von ca. 575 hauptamtlichen Mitarbeitern des DIN am Deutschen Normenwerk, das aus rund 35250 Normen und Norm-Entwürfen besteht.

Die eigentliche fachliche Arbeit (Normungsarbeit) des DIN wird in Arbeitsausschüssen geleistet, die im Regelfall zu Normenausschüssen zusammengefasst sind.

Ein Normenausschuss trägt die nationale Normung auf seinem Fach- und Wissensgebiet (z. B. Bauwesen, Materialprüfung, Elektrotechnik) verantwortlich und nimmt auf diesem Gebiet auch die Mitarbeit bei der europäischen und internationalen Normung wahr. Er setzt sich für die Einführung der DIN-Normen seines Fachgebietes in den davon berührten Lebensbereichen ein.

Die Mitarbeit ist ehrenamtlich und wird durch autorisierte und entscheidungsbefugte Fachleute aus dem jeweils interessierten Kreis durchgeführt. Die Mitgliedschaft im DIN ist dafür nicht Voraussetzung, aber erwünscht. Jedermann kann einen Normungsantrag beim DIN oder beim zuständigen Normenausschuss (s. [www.normung.din.de](http://www.normung.din.de)) stellen.

### Wesen und Inhalt der DIN-Normen (DIN 820-1)

**DIN-Normen** enthalten u. a. Festlegungen (Angaben, Anweisungen, Empfehlungen oder Anforderungen) für

- die Verständigung, z. B. zwischen verschiedenen Fachbereichen,
- die Beschaffenheit und Prüfung technischer Erzeugnisse (Normenkonformität),

<sup>1)</sup> DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin, [www.din.de](http://www.din.de).

- die Herstellung, Instandhaltung und Handhabung von Gegenständen und Anlagen,
- die Gestaltung und den organisatorischen Ablauf von Verfahren und Dienstleistungen,
- die Sicherheit, Gesundheit und den Umweltschutz,
- die Qualitätssicherung und -verbesserung.

Aufgrund ihres Inhaltes oder dem Grad der Normung kann zwischen verschiedenen Normenarten (DIN EN 45020, DIN 820-3, s. Normen) unterschieden werden. DIN-Normen werden allgemein beachtet und angewendet.

DIN-Normen unterscheiden sich von den überbetrieblichen Empfehlungen anderer Regelsetzer, weil sie nach den u. a. in den Normen der Reihe DIN 820 enthaltenen Grundsätzen und festgelegten Verfahrensregeln des DIN erstellt und herausgegeben werden. Ein wesentlicher Aspekt ist hierbei die selbstaufgelegte und durch den Normenvertrag bestätigte Pflicht, bei der Normungsarbeit das öffentliche Interesse zu berücksichtigen sowie die Beteiligung der Öffentlichkeit an der Normensetzung sicherzustellen. Ein weiteres Unterscheidungsmerkmal ist auch darin zu sehen, dass allein durch DIN-Normen die Verbindung mit den Internationalen Normen und Europäischen Normen hergestellt wird; durch Übernahme in das Deutsche Normenwerk leisten DIN-Normen einen wichtigen Beitrag zum Abbau von Handelshemmnissen.

Die wichtigsten Grundsätze für das Zustandekommen von DIN-Normen sind: Freiwilligkeit, Öffentlichkeit, Transparenz, Beteiligung aller interessierten Kreise, Einhaltung des Konsensverfahrens, Einheitlichkeit und Widerspruchsfreiheit, Sachbezogenheit, Ausrichtung am Stand von Wissenschaft und Technik, Ausrichtung an den wirtschaftlichen Gegebenheiten, Ausrichtung am allgemeinen Nutzen und die Internationalität.

**DIN-Normen sind urheberrechtlich geschützt.** Die **Urhebernutzungsrechte** nimmt das DIN wahr. Vervielfältigung von DIN-Normen, auch das Speichern von DIN-Normen und Norm-Inhalten auf elektronischen Medien, muss durch das DIN genehmigt werden.<sup>1)</sup> Der Vertrieb der DIN-Normen wird vom Beuth Verlag GmbH, Berlin, Wien, Zürich, [www.beuth.de](http://www.beuth.de), wahrgenommen.

## 1.2 Informationen über Normen und technische Regeln

Das DIN erarbeitet nicht nur Normen, sondern betreibt auch einen umfangreichen Informationsdienst über die DIN-Normen, andere technische Regelwerke (einschl. Gesetze und Verordnungen) sowie europäische und internationale Normungsarbeiten. Das DIN unterhält die weltweit umfassendste Datensammlung über die Regeln der Technik.

### Zentrale Informationsdienste

Das DIN führt in verschiedenen Städten der Bundesrepublik Deutschland DIN-Lehrgänge durch und bietet Seminare<sup>2)</sup> zu bestimmten normungsrelevanten Themen an.

DIN-Geschäftsberichte informieren über die Tätigkeit des DIN.

Der DIN-Katalog für technische Regeln, ein jährlich neu erscheinendes zweisprachiges (deutsch/englisch) Verzeichnis, informiert im Band 1 über den jeweiligen Stand des Deutschen Normenwerkes und ca. 200 anderer technischer Regelwerke, die in Deutschland Gültigkeit haben. Der Band 2 des Katalogs enthält Dokumentennachweise internationaler und ausgewählter nationaler technischer Regelwerke anderer Länder. Der DIN-Übersetzungskatalog (nur erhältlich als CD-ROM) weist englische, französische und spanische Übersetzungen zu DIN-Normen nach. Der DIN-Katalog (Band 1) ist auch als CD-ROM oder online erhältlich. Aktualisierungen erscheinen monatlich.

Umfassendere Auskünfte über das nationale, europäische und internationale Normenwerk und andere technische Regelwerke bietet die Datenbank PERINORM auf CD-ROM bzw. online. Darüber hinaus ist auch im Internet unter [www.beuth.de](http://www.beuth.de) eine kostenlose Recherche sowie ein direktes Herunterladen (gegen Rechnung) von DIN-Normen, ISO-Normen, VDI-Richtlinien und weiteren technischen Dokumenten möglich.

Die DIN-Mitteilungen + elektronorm sind die Zeitschrift der Deutschen Normung. Sie unterrichten in einem Aufsatzteil und einem Informationsteil über allgemein interessierende Themen der

<sup>1)</sup> Nachdruck-Richtlinien, Merkblätter 1–4; zu beziehen bei der Rechtsabteilung des DIN.

<sup>2)</sup> Das Seminarangebot wird ständig ergänzt. Der aktuelle Stand ist unter (030) 2601-2518 (Lehrgangslleitung) zu erfragen.

Normung. In der Rubrik „Neues aus dem Normenwerk“ informieren die einzelnen Normenausschüsse über die jeweiligen Arbeiten sowie Veränderungen im Normenwerk. Unter der Rubrik „Neues aus anderen technischen Regelwerken“ berichten die anderen Regelsetzer. Der den DIN-Mitteilungen + elektronorm als CD-ROM beigelegte DIN-Anzeiger für technische Regeln enthält alle Veränderungen bei DIN-Normen, DIN-Norm-Entwürfen, Normungsvorhaben, Übersetzungen, außerdem die Ergebnisse der europäischen und internationalen Normungsarbeit sowie Veränderungen an anderen technischen Regelwerken. Die DIN-Mitteilungen und der DIN-Anzeiger sind auch online verfügbar unter [www.dinmitteilungen.de](http://www.dinmitteilungen.de).

Der Beuth Verlag GmbH ist die zentrale Bezugsquelle für technische Regeln in der Bundesrepublik Deutschland. Neben DIN-Normen und anderen deutschen technischen Regeln liefert er die Normen aller Mitgliedsländer der ISO sowie alle Internationalen Normen (ISO/IEC).

### **DIN Software GmbH, eine Tochtergesellschaft des DIN**

Im Rahmen des deutschen Fachinformationsprogramms wurde im DIN die zentrale Auskunftsstelle für alle in Deutschland Beachtung findenden nationalen, europäischen und internationalen technischen Regeln einschließlich ausgewählter amerikanischer Normen und wichtiger anderer ausländischer Normenwerke sowie der deutschen und europäischen (EU) Rechts- und Verwaltungsvorschriften mit technischem Bezug eingerichtet. Im Dezember 2003 übernahm die Tochtergesellschaft des DIN, die DIN Software GmbH, den Betrieb der Datenbank.

Die technischen Regeln werden mit ihren bibliographischen und inhaltsbeschreibenden Angaben erfasst und in der Datenbank gespeichert. Mehr als 350 000 gültige Dokumente sind gegenwärtig in der ständig aktualisierten Datenbank nachgewiesen. Informationen darüber, welche technischen Regeln es insgesamt oder zu besonderen Fachgebieten bzw. Fragestellungen gibt, wo sie einzusehen und zu beziehen sind, ob und wie sie untereinander verflochten sind, d. h. miteinander in Beziehung stehen und welche Rechtsverbindlichkeit sie im Einzelfall haben, können aus dieser Datenbank abgerufen bzw. über den Beuth Verlag abgefragt werden.

Der ständige Kontakt mit den Erstellern der technischen Regeln sowie die kontinuierliche Auswertung amtlicher Verkündungsblätter garantieren, dass alle neuen technischen Dokumente lückenlos erfasst und die sich daraus ergebenden Änderungen, auch in ihren Auswirkungen hinsichtlich der Verflechtung der technischen Regeln untereinander, berücksichtigt werden.

Die Datenbank ist international, weshalb die Bundesregierung im Rahmen des WTO-Abkommens (World Trade Organisation) sie als zentrale Auskunftsstelle über technische Regeln zum Abbau von Handelshemmnissen benannte. Auch in der Europäischen Union werden regelmäßig im Rahmen des EU-Informationsverfahrens Informationen über in Vorbereitung befindliche technische Normen und Vorschriften gegenseitig ausgetauscht. Auch in diesem System ist die Quelle die Datenbank der DIN Software GmbH. Darüber hinaus ist sie in das internationale Informationsnetz der ISO (ISONET) eingebunden und dadurch in der Lage, Informationen aus aller Welt zu beschaffen oder Anfragen gezielt weiterzuleiten.

Aus der ursprünglich ausschließlich an deutschen technischen Regeln orientierten Datenbank ist z. B. unter Einbeziehung aller deutschsprachigen Normenwerke in Westeuropa und den Verweisen auf die Beziehungen zu den nationalen und internationalen Normenwerken ein Informationsaustauschinstrument entstanden, das eine Orientierungshilfe für die Beurteilung des gegenwärtigen Standes und der zukünftigen Entwicklung der Normung und Normenharmonisierung bietet.

Neben dem DIN-Katalog für technische Regeln und dem DIN-Anzeiger für technische Regeln werden aus dieser Datenbank Informationen für die folgenden Informationsdienste über technische Regeln geliefert:

- CD-ROM PERINORM (Bibliographische Angaben zu deutschen, englischen, französischen, österreichischen, Schweizer und niederländischen, europäischen und internationalen Normen sowie von Rechts- und Verwaltungsvorschriften mit technischem Bezug, die in Frankreich und Deutschland gelten, einschließlich der Europäischen Richtlinien sind auf einer Kompakt-Disk (CD) gespeichert. Eine mehrsprachige Benutzeroberfläche erlaubt einen schnellen Zugriff.)
- DITR-Datenservice (Gesamtabzug der DITR-Datenbank oder Abzug individueller Teilgebiete)
- Online-Dienste
  - DIN, [www.din.de](http://www.din.de)
  - Beuth Verlag, [www.beuth.de](http://www.beuth.de)
  - PERINORM Online, [www.perinorm.com](http://www.perinorm.com)



- Auskünfte zu Einzelfragen
- Profildienste (periodische oder einmalige Informationen über individuelle Teilgebiete)
- Auskünfte zu ausländischen Regeln
- Zertifizierungsinformation

#### **Fachauskünfte**

Fachauskünfte für ihren Zuständigkeitsbereich geben die Geschäftsstellen der Normenausschüsse, teils unmittelbar, teils durch Einschalten der Experten der interessierten Kreise. Die Normenausschüsse mit Anschrift, einem Ansprechpartner, den Arbeitsgremien mit Ansprechpartner und dem kompletten Arbeitsprogramm sind aufzurufen unter [www.normung.din.de/](http://www.normung.din.de/).

### **1.3 Bezug der Normen und anderer technischer Regeln**

Die Normenabteilung eines Unternehmens veranlasst und überwacht u. a. alle Bestellungen von nationalen, regionalen und internationalen Normen (DIN, EN, ISO usw.) und anderen überbetrieblichen Vorschriften (VDE, VDI, BGV usw.) zur Informationsbereitstellung für alle Unternehmensbereiche.

Die bestehenden DIN-Normen und Norm-Entwürfe sowie andere technische Regeln einschließlich der technisch relevanten Gesetze und Verordnungen sind im DIN-Katalog für technische Regeln aufgeführt (s. Abschn. 1.2). Über die laufenden nationalen und internationalen Normungs- und Regelungsarbeiten, den Zu- und Abgang an Normen, Richtlinien, Vorschriften, EG-Richtlinien usw. unterrichten monatlich die DIN-Mitteilungen (s. Abschn. 1.2). DIN-Normen und Norm-Entwürfe sowie viele andere technische Regeln und auch Auslandsnormen sind beim Beuth Verlag GmbH, Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin, auch per Herunterladen über das Internet ([www.beuth.de](http://www.beuth.de)) erhältlich (s. auch Abschn. 1.2). Alle DIN-Normen (Erstausgaben, Folgeausgaben) und Norm-Entwürfe können auch im Abonnement, wenn gewünscht beschränkt auf ein bestimmtes Gebiet oder auf einzelne Dokumente, bezogen werden. Veränderungen und Neuerscheinungen werden automatisch gemeldet bzw. die Neuerscheinungen geliefert oder per Download bereitgestellt. Die Dokumente sind auch auf elektronischen Datenträgern oder online als PDF-Datei erhältlich. Eine Zusammenfassung des aktuellen Normenbestandes eines Fachgebietes geben auch DIN-Taschenbücher oder andere Sammelwerke aus dem Beuth Verlag.

### **1.4 Anwendung von DIN-Normen**

DIN-Normen stehen jedermann zur Anwendung frei; das heißt man kann sie anwenden, muss es aber nicht. Eine Anwendungspflicht kann sich ergeben, wenn DIN-Normen in Rechts- oder Verwaltungsvorschriften, Verträgen oder sonstigen Rechtsgrundlagen in Bezug genommen werden.

DIN-Normen sind als Ergebnis ehrenamtlicher technisch-wissenschaftlicher Gemeinschaftsarbeit auf Grund Ihres Zustandekommens nach hierfür geltenden Grundsätzen und Regeln fachgerecht. Sie sind in aller Regel eine wichtige Erkenntnisquelle für fachgerechtes Verhalten im Normalfall. Sie können nicht alle möglichen Sonderfälle erfassen, in denen weitergehende oder einschränkende Maßnahmen geboten sein können. Dennoch bilden sie einen Maßstab für einwandfreies technisches Verhalten. Dieser Maßstab ist auch im Rahmen der Rechtsordnung von Bedeutung. DIN-Normen sollen sich als „anerkannte Regeln der Technik“ einführen.

Auch in den Fällen, in denen DIN-Normen von Vertragsparteien nicht zum Inhalt eines Vertrages gemacht worden sind, dienen DIN-Normen im Streitfall als Entscheidungshilfe, wenn es im Kauf- und Werkvertragsrecht um Sachmängel geht. Hier spricht der Beweis des ersten Anscheins für den Anwender der Norm in dem Sinne, dass er die im Verkehr erforderliche Sorgfalt beachtet hat.

Durch das Anwenden von DIN-Normen und anderen technischen Regeln entzieht sich niemand der Verantwortung für eigenes Handeln. Jeder handelt insoweit auf eigene Gefahr.

S. hierzu auch Abschn. 6.1.

## 2 Das Deutsche Normenwerk

Bearbeitet von P. Kiehl

### 2.1 Werdegang der DIN-Normen (s. DIN 820-1 und DIN 820-4)

Die Erarbeitung einer Deutschen Norm vollzieht sich im Regelfall nach den in DIN 820-4 festgelegten Schritten (s. Tab. 19.1). Die Bearbeitungsdauer vom Normungsantrag bis zum Erscheinen der Norm soll dabei 3 Jahre nicht überschreiten. Das Präsidium des DIN hat darüber hinaus festgelegt, dass nationale Normungsvorhaben, bei denen innerhalb von 24 Monaten kein Arbeitsfortschritt erkennbar ist bzw. innerhalb von 5 Jahren nach Genehmigung des Normungsvorhabens kein Norm-Entwurf vorliegt, aus dem Arbeitsprogramm des Normenausschusses gestrichen werden. Analoge Festlegungen bestehen auch für europäische und internationale Normungsvorhaben.

Das Ergebnis der Normungsarbeit wird im Regelfall als DIN-Norm herausgegeben.

**DIN-Norm** ist die Deutsche Norm, die im DIN aufgestellt und mit dem Verbandszeichen **DIN** herausgegeben wird.

**DIN-VDE-Norm** ist die Deutsche Norm, die zugleich eine VDE-Bestimmung oder Richtlinie ist.

**DIN-ISO-Norm** ist die Deutsche Norm, in die eine Norm der ISO unverändert übernommen wurde.

**DIN-IEC-Norm** ist die Deutsche Norm, in die eine Norm der IEC unverändert übernommen wurde.

**DIN-EN-Norm** ist die Europäische Norm, deren deutsche Fassung den Status einer Deutschen Norm erhalten hat (vgl. Abschn. 5).

**DIN-EN-ISO-Norm** ist die Europäische Norm, deren deutsche Fassung den Status einer Deutschen Norm erhalten hat und aus einer ISO-Norm unverändert übernommen wurde.

**DIN-ETS-Norm** ist die vom Europäischen Institut für Telekommunikationsnormen (ETSI) erstellte Europäische Norm, deren deutsche Fassung den Status einer Deutschen Norm erhalten hat.<sup>1)</sup>

Eine **Vornorm** ist das Ergebnis einer Normungsarbeit, das wegen bestimmter Vorbehalte zum Inhalt oder wegen des gegenüber einer Norm abweichenden Aufstellungsverfahrens vom DIN nicht als Norm herausgegeben wird. An Vornormen knüpft sich die Erwartung, dass sie zum geeigneten Zeitpunkt und ggf. nach notwendigen Veränderungen nach dem üblichen Verfahren in eine Norm überführt oder ersatzlos zurückgezogen werden.

**DIN V-ENV-Norm** ist die Europäische Vornorm, deren deutsche Fassung als DIN-Vornorm veröffentlicht wurde. Seit 2005 werden keine Europäischen Vornormen (ENV) mehr veröffentlicht; ein nahezu

Tabelle 19.1 Normungsarbeit; Arbeitsablauf nach DIN 820-4

Bearbeiten	Ergebnis
Behandeln eines Normungsantrages	Annahme <sup>1)</sup> oder Ablehnung
Aufstellen einer Norm-Vorlage	Norm-Vorlage
Beraten bis zum Verabschieden der Norm-Vorlage	verabschiedete Norm-vorlage
Bearbeiten der verabschiedeten Fassung als Manuskript für den Norm-Entwurf	Manuskript für Norm-Entwurf
Prüfen des Manuskriptes und Veröffentlichen des Norm-Entwurfes	Norm-Entwurf <sup>1)</sup>
Stellungnahmen zum Norm-Entwurf	Stellungnahmen am Ende der Einspruchsfrist <sup>2)</sup>
Behandeln der Stellungnahmen zum Norm-Entwurf <sup>3)</sup> , Verabschieden der endgültigen Fassung der Norm	verabschiedete endgültige Fassung
Bearbeiten der verabschiedeten Fassung als Manuskript für die Norm	Manuskript für Norm
Prüfen des Manuskriptes für die Norm und Anfertigen des Kontrollabzuges	Kontrollabzug
Aufnehmen der Norm in das Deutsche Normenwerk und Veröffentlichen der Norm	Deutsche Norm <sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Im DIN-Anzeiger für Technische Regeln angezeigt.

<sup>2)</sup> Einspruchsfrist im allgemeinen 4 Monate, mindestens 2.

<sup>3)</sup> Im Regelfall innerhalb von 3 Monaten nach Ablauf der Einspruchsfrist.

<sup>1)</sup> Wird seit 1999 als DIN-EN-Norm veröffentlicht.

vergleichbares Erarbeitungs- und Abstimmungsverfahren führt auf europäischer Ebene zur Veröffentlichung von Technischen Spezifikationen (TS) anstelle der bisherigen ENV.

**DIN CEN/TS** bzw. **DIN CLC/TS** ist die europäische Technische Spezifikation, die unverändert als DIN-Vornorm übernommen wird.

Eine **Auswahlnorm** ist eine Norm, die für ein bestimmtes Fachgebiet einen Auszug aus einer anderen Norm enthält, jedoch ohne sachliche Veränderungen oder Zusätze. Bei ihr wird die DIN-Nummer aus der DIN-Nummer der zugehörigen Norm mit dem Zusatz Auswahl und einer Zählnummer gebildet.

Eine **Übersichtsnorm** ist eine Norm, die eine Zusammenstellung von Festlegungen mehrerer Normen enthält, jedoch ohne sachliche Veränderungen oder Zusätze. Sie hat eine eigene DIN-Nummer. Das Wort Übersicht erscheint nur im Titelfeld.

Weitere Ergebnisse der Normungsarbeit können sein:

**Beiblätter.** Sie enthalten nur Informationen zu einer DIN-Norm (Erläuterungen, Beispiele, Anmerkungen, Anwendungshilfsmittel u. Ä.), jedoch keine über die Bezugsnorm hinausgehenden genormten Festlegungen. Sie werden nicht mit „Deutsche Norm“ überschrieben. Das Wort Beiblatt mit Zählnummer erscheint zusätzlich im Nummerfeld zu der Nummer der Bezugsnorm.

**PAS** (= Publicly Available Specification) ist eine öffentlich verfügbare Spezifikation, deren Herausgabe das DIN seit 1999 ermöglicht. Eine PAS kann sehr schnell, ohne die sonst im Normungsprozess übliche Konsensbildung, veröffentlicht werden.

Neben PAS gibt es sowohl auf nationaler als auch auf europäischer und internationaler Ebene weitere Veröffentlichungsformen, die in Workshops, Konsortien oder Gruppen in kurzer Zeit, jedoch nicht im Konsensverfahren erarbeitet werden.

**DIN-Fachbericht CEN/TR** bzw. **DIN-Fachbericht CLC/TR** ist der europäische Technische Report, der unverändert als DIN-Fachbericht übernommen wird.

**DIN-Fachbericht** ist das abgeschlossene Ergebnis eines DIN-Arbeitsgremiums oder die Übernahme eines internationalen Technischen Reports, einer internationalen Öffentlich verfügbaren Spezifikation (PAS), eines International Workshop Agreement, eines informativen Dokumentes der IEC (TTA) oder eines internationalen Leitfadens. Ein DIN-Fachbericht hat nicht den Status einer Deutschen Norm.

## 2.2 Gestaltung von Normen

Die Regeln für das Gestalten von DIN-Normen, Vornormen, Beiblättern und Entwürfe sind in DIN 820-2 Normungsarbeit – Gestaltung von Normen enthalten. Sie sollten auch für Werknormen und normenartige Veröffentlichungen beachtet werden. Mit der Ausgabe Januar 2000 von DIN 820-2 die inzwischen durch die Ausgabe Oktober 2004 ersetzt wurde, sind die Gestaltungsregeln der ISO und der IEC, die unverändert auch für die europäische Normungsarbeit bei CEN und CENELEC gelten, für die nationale Arbeit übernommen worden. Damit wurde das seit langem erstrebte Ziel erreicht, dass die Gestaltungsregeln für die internationale, die europäische und die nationale Normungsarbeit – mit wenigen Ausnahmen für den elektrotechnischen Bereich – übereinstimmen. Für Normen mit sicherheitstechnischen Festlegungen gelten zusätzlich DIN 820-11 und DIN 820-12. Für die Übernahme von Europäischen Normen gilt DIN 820-13 und für die Übernahme Internationaler Normen DIN 820-15 (s. Normen).

Die identifizierende Norm-Nummer (Feld Mitte in Bild 21.1) besteht aus der Norm-Hauptnummer mit Normenzeichen (z. B. DIN) und Zählnummer sowie gegebenenfalls einer Unterteilung bestehend aus einer weiteren durch einen Bindestrich angefügten Zählnummer zur Kennzeichnung des Teils und gegebenenfalls einem Zusatz mit Wortangabe (z. B. Auswahl oder Beiblatt) und Zählnummer.

Der Titel kann unterteilt werden in ein einführendes Element, ein Haupt-Element und ein zusätzliches Element.

## 2.3 Normbezeichnung (nach DIN 820-2)

Es gibt viele Umstände, in denen es zweckmäßig erscheint, anstelle der Verwendung einer längeren Beschreibung eines Gegenstandes eine kurze Bezeichnung zur Verfügung zu haben, mittels derer der Gegenstand eindeutig identifiziert werden kann. Beispiele hierfür sind die Verweisungen auf Gegenstände in Dokumenten, in der Fachliteratur, bei der Bestellung u. Ä.

Die Benennung eines genormten Gegenstandes kennzeichnet dessen Art und nicht seine Anwendung, also „Flachrundschraube“ und nicht „Schlossschraube“.


DEUTSCHE NORM		Oktober 2004
	<b>DIN 820-2</b>	
ICS 01.120	Ersatz für DIN 820-2:2000-01	
<p><b>Normungsarbeit –</b>  <b>Teil 2: Gestaltung von Dokumenten (ISO/IEC-Direktiven – Teil 2, modifiziert);</b>  <b>Dreisprachige Fassung CEN/CENELEC-Geschäftsordnung –</b>  <b>Teil 3: Regeln für den Aufbau und die Abfassung von CEN/CENELEC-</b>  <b>Publikationen</b></p> <p>Standardization –  Part 2: Presentation of documents (ISO/IEC-Directives – Part 2, modified);  Trilingual version CEN/CENELEC-Internal Regulations –  Part 3: Rules for the structure and drafting of CEN/CENELEC publications</p> <p>Normalisation –  Partie 2: Présentation de documents (Directives ISO/CEI – Partie 2, modifiée);  Version trilingue Règlement intérieur CEN/CENELEC –  Partie 3: Règles de structure et de rédaction des publications CEN/CENELEC</p>		

Bild 21.1 Kopfleiste einer DIN-Norm. Die Angabe unter dem DIN-Zeichen weist darauf hin, welche frühere Ausgabe durch die vorliegende Norm ersetzt wird (Ersatzvermerk).

Lange Wörter werden durch Bindestrich (oder Bindestriche) sinnfällig unterteilt, z. B. ist Rohr-Außen-durchmesser besser als Rohraußendurchmesser. Mit dem Wort Norm (Einzahl) können zusammengesetzte Wörter wie Normziegel gebildet werden. Sofern vorhanden, sollen genormte Abkürzungen von Benennungen verwendet werden.

### Normbezeichnung

Bezeichnungen genormter Erzeugnisse bestehen aus einem Benennungsblock und einem Identifizierungsblock, z. B.

Bezeichnung:	Niet DIN 660-4 × 20-St
Benennungsblock:	Niet
Identifizierungsblock:	DIN 660-4 × 20-St

Durch die Normbezeichnung, sogar durch den Identifizierungsblock allein, wird das genormte Erzeugnis eindeutig bestimmt. Bezeichnung und Identifizierung sind den Code-Zeichen ähnlich; zu ihrer Entschlüsselung dient die betreffende DIN-Norm.

Nach DIN 820-2 sind für den Benennungsblock höchstens 18 und für den Identifizierungsblock höchstens 26 Stellen (davon 8 Schreibstellen für die Norm-Hauptnummer) vorgesehen. Weitere Hinweise für den Aufbau von Normbezeichnungen enthält DIN 820-2.

## 2.4 Stufung genormter Erzeugnisse

Genormte Erzeugnisse, die in mehreren Größen gebraucht werden, sind unter dem Gesichtspunkt der Sortenbeschränkung sowie der Häufigkeit und Wirtschaftlichkeit der Anwendung bestimmter Grö-

ßen zu stufen. Zugunsten der Sortenbeschränkung sind große Stufenschritte anzustreben. Bei der Normung bestehender Erzeugnisse genügt es keineswegs, einige Glieder einer Reihe willkürlich zu streichen. Sinnvolle Ordnung ist durch systematische Arbeit zu erreichen, deren Grundlage die dezimal-geometrischen Grundreihen (Normzahlen) nach DIN 323-1 sind (s. Abschn. 2.5).

Gewisse Abmessungen, z. B. Siechdicken, werden auch arithmetisch gestuft.

## 2.5 Typung, Zahlenreihen, Normzahlen<sup>1, 2, 3, 4)</sup>

Typen sind nach Art und Größe festgelegte Dinge. Als Typen oder Typenreihen können jedoch nicht verschiedene Größen gleichartiger Dinge bezeichnet werden, die zwar an gleicher Stelle, aber zusammenhanglos entstanden sind. Das Merkmal von Typen oder einer Typenreihe im Sinne des Normungsgedankens ist die systematische Stufung der Glieder untereinander, z. B. die Stufung der Leistung von Kraft- oder Arbeitsmaschinen nach Normzahlen.

**DIN 323-1 Normzahlen und Normzahlreihen – Hauptwerte, Genauwerte, Rundwerte (Aug 1974)**

**DIN 323-2 Normzahlen und Normzahlreihen – Einführung (Nov 1974)**

Die Normen bestehen seit 1922 ohne grundsätzliche Änderungen und stimmen überein mit den Internationalen Normen ISO 3 Normzahlen, Normzahlreihen, ISO 17 Richtlinie für die Anwendung von Normzahlen und Reihen von Normzahlen und ISO 497 Richtlinie für die Anwendung von Normzahlreihen und Reihen mit gerundeten Normzahlen.

Für zahlenmäßig ausdrückbare Größen, vorzugsweise für Kenngrößen, z. B. Leistungen, Hauptabmessungen, Rauminhalte, Durchflussmengen, Drehzahlen usw., werden am besten Normzahlen gewählt, besonders dann, wenn eine Stufung in Betracht kommt.

Normzahlen über 10 werden durch Vervielfältigen der Hauptwerte in Tab. 24.1 mit 10, 100 usw., Normzahlen unter 1 werden durch Teilen der Hauptwerte durch 10, 100 usw. gebildet.

Hinsichtlich der Genauigkeit werden bei den Normzahlen (NZ) vier Arten unterschieden: Theoretische Werte, Genauwerte, Hauptwerte und Rundwerte.

Die theoretischen Werte der NZ scheiden für die praktische Verwendung aus. Die Genauwerte werden im Allgemeinen nicht benutzt. Für den gewöhnlichen Gebrauch dienen die etwas gerundeten Hauptwerte, die eigentlichen NZ. Sie unterscheiden sich von den Genauwerten um höchstens +1,26 % und –1,01 %.

Die **Rundwerte** sollen an Stelle der entsprechenden Hauptwerte nur dann angewendet werden, wenn die Anwendung der Hauptwerte in der Praxis Schwierigkeiten bereitet oder wenn es ratsam ist, handelsübliche Größen zu übernehmen. Ihre Abweichung von den Genauwerten ist so groß, dass sie die Stufung einer feineren Reihe empfindlich stören und daher nur bei den gröberen Reihen (R5, R10 und allenfalls R20) ausnahmsweise zugelassen werden können (s. Abschn. 2.8 der Norm und Tab. 24.1).

**Grundreihen** (in manchen Schriften „Hauptreihen“ genannt) **sind geometrische Reihen mit 5, 10, 20, 40 Gliedern je Zehnerstufe, allgemein mit  $n$  Gliedern je Zehnerstufe**. Sie enthalten die ganzen Zehnerpotenzen, insbesondere also die Zahl 1, und auch sonst nur Hauptwerte. Sie werden entsprechend der Zahl der Glieder in einer Zehnerstufe mit den Kurzzeichen

R5 R10 R20 R40

bezeichnet, allgemein mit  $R_r$ .

Die **Stufensprünge**  $q_r$  (Stufensprung = Verhältnis eines Gliedes der Reihe zu seinem vorhergehenden) der Grundreihen sind

$$\begin{array}{cccc} q_5 = \sqrt[5]{10} & q_{10} = \sqrt[10]{10} & q_{20} = \sqrt[20]{10} & q_{40} = \sqrt[40]{10} \\ = 1,6 & = 1,25 & = 1,12 & = 1,06 \end{array}$$

<sup>1)</sup> Kienzle, O.: Die Typung, ein Zweig der Normung. In: Z. Werkstatttechnik und Werkstattleiter 2 (1941), S. 21.

<sup>2)</sup> Kienzle, O.: Normzahlen. Berlin, Heidelberg, New York: Springer-Verlag, 1950. – Berg, S.: Angewandte Normzahl. Berlin, Wien, Zürich: Beuth Verlag GmbH, 1949. – Friedewald, H.-J.: Wesen und Anwendung der Normzahlen. In: DIN-Mitt. 46 (1967), Heft 4, S. 164.

<sup>3)</sup> Beitz, W.: Normung und Systemtechnik – Grundlage für ganzheitliche Betrachtungsweisen in Konstruktion und Fertigung. In: DIN-Mitt. 50 (1971) H. 9, S. 378 bis 384.

<sup>4)</sup> Pahl, G. und Beitz, W.: Baureihenentwicklung. In: Konstruktion Band 26 (1974), H. 2, S. 71 bis 79.

**Abgeleitete Reihen** sind solche Auswahlreihen, die durch Benutzung jedes  $p$ -ten Gliedes, z. B. jedes dritten Gliedes, einer Grundreihe entstehen. Sie werden mit dem Kurzzeichen der betreffenden Grundreihe bezeichnet, dem hinter einem schrägen Bruchstrich die Zahl  $p$  folgt, also  $R_{r/p}$ .

Die Bezeichnung  $R_{r/p}$  ist noch mehrdeutig, da aus der Grundreihe  $R_r$  mehrere (nämlich  $p$ ) abgeleitete Reihen  $R_{r/p}$  entnommen werden können, z. B. die aus Tab. 23.1 ersichtlichen.

Eine solche Reihe ist aber eindeutig bestimmt, wenn man ein Glied anführt, das in ihr enthalten sein soll; z. B. bedeutet R 10/3 (... 2,5 ...) die Reihe ... 1,25 2,5 5 10 ...

Die Stufensprünge der abgeleiteten Reihen werden mit  $q_{r/p}$  bezeichnet:

$$q_{r/p} = q_r^p,$$

z. B. für die Reihe R 10/3:

$$q_{10/3} = q_{10}^3 = (\sqrt[10]{10})^3 = 10^{3/10} = 10^{0,3} = 1,25^3 = 2$$

Tabelle 23.1 Abgeleitete Reihen

R 10	R 10/3	R 10/3	R 10/3
1	1		
1,25		1,25	
1,6			1,6
2	2		
2,5		2,5	
3,15			3,15
4	4		
5		5	
6,3			6,3
8	8		
10		10	

**Normmaße**

Rundwertreihen sind solche NZ-Reihen, bei denen wenigstens ein Hauptwert durch einen Rundwert ersetzt ist. Unterschieden werden Rundwertreihen mit schwächer gerundeten Werten (R' 10; R' 20) und Reihen mit stärker gerundeten Werten (R'' 5; R'' 10). Rundwertreihen sind deshalb unregelmäßig gestuft. Ihre Fehler machen sich besonders bemerkbar, wenn höhere Potenzen der Rundwerte vorkommen.

Die Grenzen der Reihen werden, wenn erforderlich, hinter dem Reihenkurzzeichen in Klammern angegeben.

Untere Grenze bestimmt: R 5 (160 ...) ist die Reihe 160 250 400 630 ...

Obere Grenze bestimmt: R 20/3 (... 2,24) ist die Reihe ... 0,8 1,12 1,6 2,24

Beide Grenzen bestimmt: R' 10 (1,25 ... 6,3) ist die Reihe 1,25 1,6 2 2,5 3,2 4 5 6,3

Bei Größenreihen von Konstruktionen ergibt sich bei Anwendung von NZ für bestimmte Kenngrößen des Erzeugnisses, dass vielfach auch die übrigen Kenngrößen NZ werden, sofern zwischen den Größen multiplikative Zusammenhänge bestehen.

**Beispiel** Werden die Abmessungen von zylindr. Behältern nach NZ gestuft, ergibt sich auch der Inhalt nach NZ:

Größe Nr.	1	2	3	4 ..
Durchmesser $d$ (R 10) mm	100	125	160	200 ..
Höhe $h$ (R 10) mm	125	160	200	250 ..
Inhalt $V$ (R 10/3) Liter	1	2	4	8 ..

Allgemein haben nach NZ festgelegte Größen und Größenreihen bei einer späteren Normung größere Aussicht, unverändert bestehen zu bleiben. Das ist z. B. wichtig, wenn aus einer Werknorm eine DIN-Norm oder aus einer DIN-Norm eine Europäische oder Internationale Norm werden soll.

Ausführliche Richtlinien zum Anwenden der NZ, insbesondere zum Rechnen mit den Ordnungszahlen sowie zum grafischen Rechnen, enthält DIN 323-2, s. Norm.

**Anmerkung** zu Tab. 24.1

Die in Klammern ( ) gesetzten Werte der Rundwertreihen R' 5, R' 10 und R' 20, insbesondere der Wert 1,5 sollten möglichst vermieden werden. Es bedeuten:

- + 1,26 größte Abweichung der Hauptwerte vom Genauwert (R 5 bis R 40)
- 2,51 größte Abweichung der schwächer gerundeten Werte vom Genauwert (R' 10, R' 20 und R' 40)
- 5,36 größte Abweichung der stärker gerundeten Werte vom Genauwert in den Reihen R' 5 und R' 10
- 5,13 größte Abweichung der stärker gerundeten Werte vom Genauwert in der Reihe R' 20

Tabelle 24.1 Rundwertreihen

Hauptwerte und Rundwerte Grundreihen und Rundwertreihen					Genau- werte	Abweichung der Rund- werte (und der Haupt- werte) von den Genau- werten in %							
R 5	R' 5	R 10	R' 10	R'' 10		R 20	R' 20	R'' 20	R 40	R' 40	R 5 bis R 40	R' 10 bis R' 40	R' 5 bis R'' 20
1		1			1,0				1,0		0		
					1,06				1,05		+0,07		
					1,12		1,1		1,1		-0,18		-1,96
					1,18				1,2		-0,71		+0,97
					1,25		(1,2)		1,25		-0,71		
					1,32				1,3		-1,01		-4,68
					1,4				1,4		-0,88		
					1,5				1,5		+0,25		
					1,6				1,6		+0,95		-5,36
					1,7				1,7		+1,26		
					1,8				1,8		+1,22		
					1,9				1,9		+0,87		
					2,0				2,0		+0,24		
					2,12		2,1		2,1		+0,31		-0,64
					2,24		2,2		2,2		+0,06		-1,73
					2,36		2,4		2,4		-0,48		+1,21
					2,5				2,5		-0,47		
					2,65		2,6		2,6		-0,40		-2,28
					2,8				2,8		-0,65		
					3,0				3,0		+0,49		
					3,15		3,2		3,2		-0,39		+1,19
					3,35		(3,0)		3,4		+0,01		-5,13
					3,55		3,5		3,5		+1,50		
					3,75		(3,5)		3,6		+0,05		-1,38
					4,0				3,8		-0,22		+1,11
					4,25				4,0		+0,47		
					4,5				4,2		+0,78		-0,40
					4,75				4,5		+0,74		
					5,0				4,8		+0,39		+1,45
					5,3				5,0		-0,24		
					5,6		(5,5)		5,3		-0,17		
					5,8				5,6		-0,42		-2,19
					6,0				6,0		+0,73		
					6,3		(6,0)		6,3		-0,15		-4,90
					6,7				6,7		+0,25		
					7,1		(7,0)		7,1		+0,29		-1,11
					7,5				7,5		+0,01		
					8,0				8,0		+0,71		
					8,5				8,5		+1,02		
					9,0				9,0		+0,98		
					9,5				9,5		+0,63		
					10,0				10,0		0		
					10,000				10,000				
Größte Abweichung des Stufensprunges vom theoretischen Wert in %													
+1,42	-5,37	+1,66	-1,66	-5,61	-1,83	-1,97	-4,48	+1,15	+2,94				

Anmerkung s. vorherige Seite

# 3 Normenanwendung

Bearbeitet von P. Kiehl

Eine Norm ist erst wirksam, wenn sie angewendet wird. Je stärker Normen angewendet werden, desto größer ist der wirtschaftliche Nutzen, der aus der Normung erwächst.<sup>1)</sup> Deshalb ist es vordringlich, die Einführung der Normen in die Praxis zu erleichtern sowie der Allgemeinheit und insbesondere der Unternehmensleitung die Vorteile der Normung aufzuzeigen.<sup>2)</sup> Normung ist damit auch Chefsache. Vielfach besteht die Befürchtung, dass die Normung die individuelle Gestaltungsfreiheit einschränkt. Vergessen wird aber, dass einmal Genormtes nicht wieder „erfunden“ werden muss und die kreativen Kräfte sich dank der Normung auf das Neue konzentrieren können. Zudem gewinnt insbesondere im Bereich der schnelllebigem, komplexen Techniksysteme neben der klassischen Normung die Entwicklungsbegleitende Normung, d. h. die Normung parallel zum Entwicklungsprozess, an Bedeutung. Sie ermöglicht eine aktive Mitgestaltung am Entwicklungsprozess.

Das Einführen und Anwenden der Normen sowie alles, was dazu beiträgt, die „Idee“ der Normung voranzubringen und ihren Nutzen zu mehren, wird als die praktische Arbeit in der Normung angesehen und als „Normenpraxis“ bezeichnet.

Den gleichen Namen hat der zuständige Ausschuss im DIN. Der Ausschuss wertet die gewonnenen Erfahrungen aus und macht sie der Allgemeinheit nutzbar.

Die Vorteile, die die Normung den Unternehmen bringt, entstehen nicht allein nur durch das Benutzen von DIN-Normen.<sup>3)</sup> Voraussetzung ist vielmehr auch heute noch eine die überbetriebliche Normung z. B. des DIN ergänzende innerbetriebliche Normung (Werknormung).

Zweckmäßig ist es, dass alle Fäden der Normung innerhalb eines Werkes an einer Stelle, der Normenabteilung, zusammenlaufen. Sie ist dann das Organ der Normenpraxis und wirkt normentechnisch, indem sie interne Normen schafft und sich an den Arbeiten der Ausschüsse des DIN beteiligt.<sup>4, 5, 6)</sup> Die Aufgaben einer Normenabteilung werden im Folgenden beschrieben.

## 3.1 Aufbereiten der Normen für das Unternehmen

Die DIN-Normen sind i. Allg. auf ein weites Anwendungsgebiet zugeschnitten. So enthalten die Normen z. B. für Verbindungselemente alle Größen, die in der gesamten Industrie, also vom Feinwerkbau bis zum Großmaschinenbau, gebraucht werden. In solchem Falle ist im Interesse der wirtschaftlichen Betriebsführung eine Auswahl aus dem Inhalt zu treffen, d. h., die Norm ist aufzubereiten, bevor sie in den Betrieb gegeben wird. Da die Auswahl von der Art des Erzeugnisses abhängt, können mehrere Auswahlreihen erforderlich sein, wenn in einem Unternehmen verschiedene Erzeugnisse, z. B. Lastkraftwagen, Eisenbahnwagen und Krane, hergestellt werden.

Wird eine DIN-Norm im Original benutzt und ist eine Auswahl notwendig, so wird die Norm aufbereitet, indem entweder die ausgewählten Größen usw. gekennzeichnet oder die nicht anzuwendenden gestrichen werden. Manche Betriebe fassen die Auswahl in einer Werknorm zusammen. Andere drucken maschinell Lagerlisten und Sachmerkmal-Verzeichnisse zu Normen aus, die die entsprechenden Informationen enthalten.<sup>7, 8)</sup>

<sup>1)</sup> Gesamtwirtschaftlicher Nutzen der Normung, Abschlussdokumentation – Darstellung der Forschungsergebnisse: CD-ROM, DIN Dt. Inst. für Normung (Hrsg.), Berlin, Wien, Zürich: Beuth Verlag GmbH, 2001.

<sup>2)</sup> DIN-Fachbericht 120 „Normung in Industrie und Wirtschaft im Jahre 2010 – Standortbestimmung und Handlungsbedarf“, DIN Dt. Inst. für Normung (Hrsg.), Berlin, Wien, Zürich: Beuth Verlag GmbH, 2003.

<sup>3)</sup> Normen und Wettbewerb: DIN Dt. Inst. für Normung (Hrsg.), Berlin, Wien, Zürich: Beuth Verlag GmbH 2002.

<sup>4)</sup> Sammlung zum DIN-Normungsexperten, bestehend aus „Grundlagen der Normungsarbeit“ sowie den „Modulen 1 bis 3“: DIN Dt. Inst. für Normung (Hrsg.), Berlin, Wien, Zürich: Beuth Verlag GmbH 1998/1999.

<sup>5)</sup> Werknormung: DIN Dt. Inst. für Normung (Hrsg.), Berlin, Wien, Zürich: Beuth Verlag GmbH 1996.

<sup>6)</sup> DIN-Fachbericht 26 „Normungsprojekte – Praxis der Erfolgsberechnung“: DIN Dt. Inst. für Normung (Hrsg.), Berlin, Wien, Zürich: Beuth Verlag GmbH 1990.

<sup>7)</sup> Sammlung zum DIN-Normungsexperten, DIN-Normungsexperte – Modul 2 – Informations- und Projektmanagement in der Normung: DIN Dt. Inst. für Normung (Hrsg.), Berlin, Wien, Zürich: Beuth Verlag GmbH 1998/1999.

<sup>8)</sup> Teileinformationssysteme; Anwendung in der Praxis. DIN-Fachbericht 30: DIN Dt. Inst. für Normung (Hrsg.), Berlin, Wien, Zürich: Beuth Verlag GmbH, 1992.



Normen können auch über Internet den Anwendern im Unternehmen vollständig zur Verfügung gestellt werden. Aufgabe der Normenabteilung ist es, durch entsprechende Maßnahmen Auswahlreihen vorzugeben, deren Einhaltung zu überwachen, um die Teilevielfalt (Lagerhaltung) in einem wirtschaftlich vertretbaren Rahmen zu halten.

### 3.2 Innerbetriebliche Normen (Werknormen)

Alles auf die unternehmenseigene Organisation zugeschnittene bedarf, soweit es sich um wiederkehrende Aufgaben handelt, der Regelung durch Werknormen. Beispiele für Werknormen sind:

- Werkseigene Normteile (Werknormteile)
- Auszüge aus DIN-Normen mit Ergänzungen, die über Festlegungen der DIN-Normen hinausgehen, z. B. Erweiterungen der Abmessungen, Werkstoff- und Oberflächenangaben, Qualitätsanforderungen (AQL-Festlegung)
- Anschlussmaße und Kurzbezeichnungen handelsüblicher Einbauteile, die häufig verwendet werden
- Konstruktionsrichtlinien, z. B. für Schweiß-, Stanz-, Gussteile
- Anweisung zum Aufteilen der Zeichnungssätze und Benummern der Zeichnungen
- Prüfvorschriften
- Anweisungen für Oberflächenbehandlung und sonstige Verfahren
- Organisationsrichtlinien, z. B. bei Einführung eines neuen Nummernsystems werden in einer Werknorm neben dem Geltungsbereich und Zweck der Aufbau des Nummernsystems angegeben
- Fertigungsverfahren
- Liefervorschriften
- usw.

### 3.3 Verwalten der Normen und anderer technischer Regeln

In der Normenabteilung haben Sammlungen der im Werk angewendeten DIN-Normen, Werknormen und sonstigen Ergebnisse technisch-wissenschaftlicher Gemeinschaftsarbeit in Papierform bzw. auf elektronischen Medien ihren zentralen Standort. Die nachfolgenden Veröffentlichungen stellen einige Beispiele für mögliche Dokumente (neben den DIN-Normen) dar:

- Stahl-Eisen-Werkstoffblätter des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute. In diesen Werkstoffblättern sind noch nicht genormte Stahl- und Eisen-Werkstoffe mit ihren technischen Daten beschrieben.
- AD-Merkblätter der Arbeitsgemeinschaft Druckbehälter. Sie enthalten Festlegungen, die über diejenigen in DIN-Werkstoffnormen hinausgehen und maßgebend sind für die Abnahme von Druckbehältern und ähnlichen Erzeugnissen durch Technische Überwachungsvereine (TÜV).
- VDI-Richtlinien. werden vom Verein Deutscher Ingenieure veröffentlicht und stellen nach den Grundsätzen der VDI-Richtlinienarbeit „richtungsweisende“ praktische Arbeitsunterlagen dar.
- Berufsgenossenschaftliche Vorschriften (BGV) und -Regeln (BGR): Diese Vorschriften der für das Unternehmen zuständigen Berufsgenossenschaft sollten auch Bestandteil der Arbeitsunterlagen einer Normenabteilung sein.
- Obwohl durch die weltweiten Harmonisierungsbestrebungen auf dem Normensektor Internationale Normen ISO bzw. IEC Eingang in das Deutsche Normenwerk (als DIN-ISO- und DIN-IEC-Normen) finden, kann es manchmal zweckmäßig sein, eine bestimmte Internationale Norm ISO bzw. IEC im Original (d. h. in englischer oder französischer Sprache) in einer Normenabteilung zu besitzen.
- Je nach Aufgabenbereich einer Normenabteilung kann es notwendig sein, auch nationale Auslandsnormen zu beschaffen, z. B. US-amerikanische Normen der Normengremien ASTM (American Society for Testing and Materials), SAE (Society of Automotive Engineers) u. a. Entsprechende Angaben sind dem DIN-Katalog für technische Regeln zu entnehmen.

### 3.4 CAD-Normteile

Normteile sind Bestandteil fast jeder Konstruktion. Produktnormen beschreiben die zahlreichen Normteile in Form und Gestalt und geben die einzelnen Maßreihen wieder, die der CAD-Konstrukteur (CAD = Computer Aided Design) für seine Arbeit braucht. Zur wirtschaftlichen Nutzung von rechnerunter-

stützten Konstruktionssystemen sind die richtigen Normen sowie Dateien für Norm-, Werknorm-, Wiederhol- und Zukaufteile unerlässlich.

Im Normenausschuss Maschinenbau (NAM) sind die Richtlinien für die Erstellung von 2D- und 3D-CAD-Geometrien erarbeitet und als Vornorm DIN V 66304 (VDAPS) herausgegeben worden (s. Norm)).

Sachmerkmale sind ein wichtiges Hilfsmittel, um bei der CAD-Anwendung Zukaufteile auszusuchen und Wiederholteile wiederzufinden. Deshalb wurden im Normenausschuss Sachmerkmale im DIN Merkmale und Geometrien aus den Produktnormen auf der Grundlage der Vornorm DIN V 4000-100 festgelegt und zunächst als Vornormen der Reihe DIN V 4001 veröffentlicht (s. Normen).

Die notwendigen Dateien und Geometrieprogramme der DIN-Normteile können von der DIN Software GmbH,<sup>1)</sup> in den Formaten DIN V 66304 (VDAPS) oder ISO 13584-31 (3D-CALLS/FUNCTIONs) bezogen und gewartet werden. Die Dateien und Programme werden von der Anwenderfirma einmalig erworben und in die vorhandenen CAD-Systeme eingelesen. Dabei ist es unerheblich, auf wie vielen, auch unterschiedlichen CAD-Systemen der Anwender die Dateien und Programme einsetzt.

Geht man davon aus, dass auch die Werknorm-, Wiederhol- und Zukaufteile nach den in den CAD-Normteiledateien des DIN dargestellten Prinzipien beschrieben werden können, sind alle diese Bereiche von der Normenabteilung mit den gleichen datentechnischen Werkzeugen (für Erfassung, Speicherung und Auswahl) bearbeitbar.

Für weitere Informationen zu diesem Thema s. Abschn. 9

---

<sup>1)</sup> Weitere Informationen s. DIN Software GmbH, [www.dinsoftware.de](http://www.dinsoftware.de).

# 4 Internationale, regionale und europäische Normung

Bearbeitet von P. Kiehl

Grundlegende Zusammenhänge der Normung, die auch für die internationale, regionale und europäische Normung gelten, sind im Abschn. 1 dargestellt.

4

## 4.1 Internationale Normung (ISO/IEC)<sup>1)</sup>

Aus der Absicht heraus, die Industrialisierung durch Rationalisierung weiter voranzutreiben, wuchs in den einzelnen Staaten das Interesse an der Normung. Um die Normung nicht allein auf die Bedürfnisse eines Landes abzustellen, sondern auch auf internationaler Ebene zu betreiben, wurde 1926 die International Federation of the National Standardizing Associations (ISA) gegründet. Die Arbeitsergebnisse der ISA galten als Empfehlungen für die nationalen Normenausschüsse. Unter den damaligen Ergebnissen internationaler Gemeinschaftsarbeit standen die ISA-Passungen an erster Stelle.

Nach der Unterbrechung durch den Zweiten Weltkrieg entstand unter der Bezeichnung „International Organization for Standardization“ (ISO) die neue internationale Normungsorganisation als Nachfolgerin der ISA.

Die ersten Bestrebungen, auf weltweiter Ebene Normung zu betreiben, gingen übrigens von den Elektrotechnikern aus. Ende des 19., Anfang des 20. Jahrhunderts erkannten sie die Notwendigkeit, zu einer kontinuierlichen, methodischen internationalen Normung auf ihrem Gebiet zu kommen. Bereits 1906 wurde die Internationale Elektrotechnische Kommission IEC (International Electrotechnical Commission) gegründet.

Die deutsche Beteiligung an der internationalen Normung vollzieht sich ausschließlich über das DIN (im elektrotechnischen Bereich repräsentiert durch die DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE). Deutschland ist seit 1952 wieder Mitglied in ISO und IEC.

Über den Zweck der ISO gibt ihre Satzung im Wesentlichen Auskunft:

Der Zweck der Organisation ist die Förderung der Normung in der Welt, um den Austausch von Gütern und Dienstleistungen zu unterstützen und die gegenseitige Zusammenarbeit im Bereich des geistigen, wissenschaftlichen, technischen und wirtschaftlichen Schaffens zu entwickeln.

ISO und IEC haben ihre Normungsstrategie im Jahr 2005 überarbeitet.<sup>2)</sup>

Die Geschäfte der ISO führt ein Zentralsekretariat, die der IEC ein Generalsekretariat, beide mit Sitz in Genf. Technische Komitees (TC) (vergleichbar den Normenausschüssen des DIN), nach Fachgebieten strukturiert, leisten die Normungsarbeit.

Durch die Anfang 1995 in Kraft getretene Neufassung der ISO/IEC-Geschäftsordnung für die technische Arbeit (ISO/IEC Directives, Part 1) konnte eine Harmonisierung der ISO/IEC Regeln erreicht werden. Für das Fachgebiet Informationstechnik haben ISO und IEC ein gemeinsames Technisches Komitee (ISO/IEC JTC 1) gebildet.

Die 150 Mitglieder der ISO repräsentieren heute etwa 95% des Weltmarkts. 75% der ordentlichen und korrespondierenden ISO-Mitglieder sind der Dritten Welt zuzuordnen. Diese Länder sind jedoch in der technischen Arbeit der ISO nach wie vor stark unterrepräsentiert.

Die Organisationsformen von ISO und IEC sind die eines Vereins nach Schweizer Zivilrecht; sie sind also keine Regierungsorganisationen, auch wenn eine Reihe ihrer nationalen Mitglieder Behördenorganisationen sind. Die Ergebnisse der ISO-Arbeit sind Internationale Normen mit dem Kurzzeichen ISO vor der Nummer (Analoges gilt für die IEC). Um die Anforderungen schnellleibiger Sektoren, insbesondere der Informationstechnik zu erfüllen, bieten die internationalen Normungsorganisationen auch Dokumente an, die in verkürzten Bearbeitungsverfahren entstehen (PAS Publicly Available Specification, TS Technical Specification, IWA International Workshop Agreement) und die nicht den vollständigen Konsens wie Normen erfordern.

Zurzeit bestehen rund 21000 Normen der ISO und IEC.

Die Übernahme von Internationalen Normen der ISO und IEC in das Deutsche Normenwerk ist in **DIN 820-15** geregelt (s. Norm).

Unterschieden wird entsprechend ISO/IEC Guide 21 über die nationale und regionale Übernahme Internationaler Normen zwischen unveränderter, modifizierter und teilweiser Übernahme:

<sup>1)</sup> Weitere Informationen s. im Internet: [www.iso.ch](http://www.iso.ch) und [www.iec.ch](http://www.iec.ch).

<sup>2)</sup> ISO Strategic Plan 2005–2010, Standards for a sustainable world: ISO, Genf, 2005.

**Unveränderte Übernahme** ist das Verfahren, bei dem in einer Deutschen Norm der Inhalt einer Internationalen Norm in autorisierter deutscher Fassung – und/oder originalsprachiger Fassung – vollständig, unverändert und im Aufbau formgetreu wiedergegeben wird. Unverändert übernommene Internationale Normen werden als DIN-ISO- oder DIN-IEC-Normen gekennzeichnet, wobei als Zählnummer die Original ISO- oder IEC-Nummer benutzt wird (z. B. ISO 565 wird zu DIN ISO 565).

**Modifizierte Übernahme** ist das Verfahren, bei dem in einer Deutschen Norm der Inhalt einer Internationalen Norm in autorisierter deutscher Übersetzung vollständig und im Aufbau formgetreu wiedergegeben, jedoch durch nationale Änderungen in gekennzeichneten Zusätzen verändert wird.

Im Titelfeld steht – wie bei einer unveränderten Übernahme – die deutsche Übersetzung des Originaltitels, wobei als letzte Zeile des Titels in runden Klammern die ISO- oder IEC-Referenznummer mit dem Zusatz „modifiziert“ steht. Aus einer Vorbemerkung geht hervor, wie die nationalen Modifizierungen gekennzeichnet sind, z. B. durch Rasterung. Die Modifizierungen sind jeweils hinter den zugehörigen Festlegungen eingeführt und im nationalen Vorwort begründet. Gestrichene Angaben müssen lesbar bleiben.

**Teilweise Übernahme** ist das Verfahren, bei dem in einer Deutschen Norm der Inhalt einer Internationalen Norm verändert (geändert, ergänzt, gekürzt) wiedergegeben wird.

Darüber hinaus werden eine große Zahl von ISO- und IEC-Normen unverändert als Europäische Normen übernommen (s. Abschn. 4.3).

Derartige Normen erhalten wie die modifizierten Normen keinen Zusatz „ISO“ oder „IEC“ zur DIN-Nummer. Auf den Zusammenhang mit der betreffenden Internationalen Norm wird im Vorwort hingewiesen.

Weitere internationale Organisationen, die Normen oder normenähnliche Festlegungen erarbeiten:

Neben ISO und IEC erarbeiten und veröffentlichen noch andere weltweite Organisationen Festlegungen zur Klärung wissenschaftlicher und wirtschaftlicher Probleme – also Normen im weitesten Sinne. Zu nennen sind hier u. a. die Internationale Organisation für Telekommunikationsnormung (ITU-T)<sup>1)</sup> die Internationale Organisation für Gesetzliches Messwesen OIML (Organisation Internationale de Métrologie Légale), das Internationale Arbeitsamt ILO (International Labour Organization) und die Internationale Organisation für Zivile Luftfahrt ICAO (International Civil Aviation Organization).

## 4.2 Regionale Normung

Mit wechselnder wirtschaftlicher Verflechtung benachbarter Länder und Ländergruppen wird eine übereinstimmende Normung mit größerer Normungstiefe immer wichtiger, weil sonst auf vielen Gebieten mehr oder minder gravierende Handelshemmnisse bestehen bleiben. Diese Aufgaben übernehmen supranationale, auf Kontinente oder miteinander verflochtene Wirtschaftsräume beschränkte Organisationen, die sich zum Ziel gesetzt haben, bestehende nationale Normen zu harmonisieren und neue Normen gleich in möglichst optimaler Übereinstimmung zu entwickeln, auf die dann auch im Zuge einer regionalen Rechtsangleichung Bezug genommen werden kann.

Beispiele hierfür sind folgende, in der ganzen Welt bestehende regionale Normungsorganisationen:

- Europäisches Komitee für Normung CEN (Comité Européen de Normalisation), Europäisches Komitee für elektrotechnische Normung CENELEC (Comité Européen de Normalisation Electrotechnique) und das Europäische Institut für Telekommunikationsnormen ETSI (European Telecommunications Standards Institut) für Europa,
- Panamerikanische Normenkommission COPANT (Comisión Panamericana des Normas Técnicas) für Lateinamerika,
- Konsultativer Ausschuss für Normen und Qualität der ASEAN-Länder ACCSQ (Asean Consultative Committee for Standards and Quality) für Süd-Ost-Asien,
- Regionale Afrikanische Normungsorganisation ARSO (African Regional Organization for Standardization) für Afrika,
- Arabische Organisation für industrielle Entwicklung und Bergbau AIDMO (Arab Industrial Development and Mining Organisation) für die arabisch sprechenden Länder,
- Normungsrat des karibischen Gemeinsamen Marktes CARICOM (Caribbean Common Market Standards Council) für die Länder des karibischen Raumes,
- Pazifischer Normenkongress PASC (Pacific Area Standards Congress) für die Länder des pazifischen Raumes.

## 4.3 Europäische Normung (CEN/CENELEC und ETSI)<sup>2)</sup>

### Gemeinsame Europäische Normungsinstitution CEN/CENELEC

Die für die europäische (regionale) Normung in Europa zuständigen, eng miteinander verbundenen Normungsorganisationen CEN/CENELEC sind keine staatlichen Körperschaften. Es sind privatrechtliche und gemeinnützige Vereinigungen mit Sitz in Brüssel. Ihre Gründung geht auf das Jahr 1961 zurück und steht damit (nicht zufällig) in einem zeitlichen Zusammenhang mit der Gründung der Europäischen Wirtschaftsgemeinschaft. 1982 haben **CEN/CENELEC** sich zur

<sup>1)</sup> Weitere Informationen s. <http://www.itu.int/ITU-T/>

<sup>2)</sup> Weitere Informationen s. [www.cenorm.be](http://www.cenorm.be), [www.cenelec.be](http://www.cenelec.be) und [www.etsi.org](http://www.etsi.org).

„Gemeinsamen Europäischen Normungsinstitution“ erklärt. Mitglieder von CEN/CENELEC sind die anerkannten nationalen Normungsorganisationen der EU- und EFTA-Staaten sowie Rumänien. Die Normungseinrichtungen von Albanien, Bulgarien, Kroatien, Mazedonien und Türkei werden als angegliederte Normungsinstitute anerkannt. Sie erhalten einen Beobachterstatus. Im Verlaufe ihrer wirtschaftlichen Entwicklung, spätestens im Zusammenhang mit Beitrittsbestrebungen dieser Länder zur EU bzw. EFTA, können deren Normungsorganisationen die Vollmitgliedschaft in CEN/CENELEC beantragen. Deutsches Mitglied im **CEN** ist das DIN Deutsches Institut für Normung e.V, im **CENELEC** die DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE.

Die europäische Normung hat, verglichen mit der internationalen oder der deutschen Normung, eine schwierigere Rolle zu übernehmen.

Im Europäischen Binnenmarkt ist die Entschließung des Rates über eine neue Konzeption auf dem Gebiet der technischen Harmonisierung und Normung<sup>1)</sup> von besonderer Bedeutung. Der Kern dieser Konzeption besagt, dass die nach § 100<sup>2)</sup> der Römischen Verträge vorgesehene Angleichung der Rechtsvorschriften der einzelnen EU-Staaten, sich bei technischen Sachverhalten auf die grundlegenden Sicherheitsanforderungen (Sicherheitsziele) beschränken soll. Die Konkretisierung, d. h. die Ausfüllung des Rahmens mit detaillierten technischen Festlegungen, soll den freiwilligen Europäischen Normen vorbehalten bleiben.

Unter Anwendung dieser neuen Konzeption („New approach“) wurden Europäische Richtlinien vorrangig auf den Gebieten Maschinenbau, Bauprodukte, elektromedizinische Geräte und Funkentstörung erarbeitet. Die Vereinheitlichung der Sicherheitstechnik (u. a. für Maschinen, persönliche Schutzausrüstungen, Sicherheit am Arbeitsplatz, Spielzeug) spielt dabei eine wesentliche Rolle.<sup>3)</sup> Seit 2004 gibt es eine Reihe von Bemühungen, das erfolgreiche Prinzip des „New approach“ auf zusätzliche Gebiete zu erweitern, z. B. Dienstleistungen und Lebensmittel. Der Zusammenhang zwischen europäischer Gesetzgebung und Normung ist in Abschnitt 6.1 genauer erläutert.

Die Basis der Zusammenarbeit zwischen der EU und **CEN/CENELEC** bildet eine zwischen **CEN/CENELEC** und der Europäischen Kommission getroffene Vereinbarung. Auch die Europäische Freihandelsassoziation (EFTA) hat gleich geartete Leitsätze für die Zusammenarbeit mit **CEN/CENELEC** vereinbart.<sup>4)</sup>

Das Hauptziel der europäischen Normungsarbeit ist es, durch die Übernahme der Europäischen Normen identische nationale Normen zu schaffen.

Hierbei sind soweit wie möglich Internationale Normen (ISO/IEC) zu Grunde zu legen, um nicht an den Grenzen der EU neue technische Handelshemmnisse gegenüber Drittländern entstehen zu lassen. ISO und CEN sowie IEC und CENELEC haben deshalb in der Wiener (ISO/CEN) bzw. Dresdner (IEC/CENELEC) Vereinbarung eine enge Zusammenarbeit festgelegt, die es u. a. erlaubt, die Arbeitsprogramme zu koordinieren, geeignete europäische Norm-Projekte an ISO/IEC zu übertragen, über Norm-Entwürfe auf beiden Ebenen (europäisch/international) parallel abzustimmen und gegenseitig Beobachter zu den Normungssitzungen zu entsenden.

Anders als im Falle der Internationalen Normen von ISO/IEC sind die Mitglieder von CEN/CENELEC verpflichtet, die Europäischen Normen unverändert in das nationale Normenwerk zu übernehmen. Dies gilt auch für Internationale Normen, die von CEN/CENELEC als EN angenommen werden.

Die Übernahme einer Europäischen Norm in das Deutsche Normenwerk geschieht im Regelfall durch Hinzufügen einer nationalen Titelseite, eines nationalen Vorwortes sowie ggf. Anhangs zu der deutschsprachigen Originalfassung der Europäischen Norm.

Bei dieser unveränderten Übernahme wird die EN-Nummer in das Nummerfeld der DIN-Norm gemäß DIN 820-13 übernommen (**DIN-EN-Norm** oder **DIN-EN-ISO-Norm**). **DIN-EN** oder **DIN-EN-ISO-Normen haben den Status Deutscher Normen**.

Die Übernahmeverpflichtung einer Europäischen Norm bedeutet nicht nur, dieser den Status einer nationalen Norm zu geben, sondern auch etwaige andere entgegenstehende nationale Normen zum gleichen Thema zurückzuziehen. Abweichungen irgendwelcher Art sind außer im Falle entgegenstehender nationaler gesetzlicher Regelungen (so genannte A-Abweichungen) bei Europäischen Normen nicht erlaubt.

Im Zusammenhang mit der neuen Konzeption wurde auch der „Koordinierungsausschuss für die Nomenklatur der Eisen- und Stahlerzeugnisse (COCOR)“, in dessen Arbeitsgremien die EURONORMEN erarbeitet wurden, nunmehr der Normungsorganisation CEN zugeordnet. Der neue Name ist ECISS (European Committee for Iron and Steel Standardization). Auf dem Gebiet der Eisen- und Stahlerzeugnisse werden damit anstelle der früheren EURONORMEN nunmehr Europäische Normen (EN) herausgegeben.

Um den Herausforderungen der Zukunft, insbesondere auch denen einer erweiterten Europäischen Union, entsprechen zu können, fand Ende der 90iger Jahre mit der „Strategie 2010“ eine Optimierung der Strukturen und der Arbeitsprozesse, der Produkte und der Kundenbetreuung bei CEN statt. Die Produktpalette umfasst neben den bekannten Europäischen Normen (EN) Technische Spezifikationen (CEN/TS) und CEN Workshop Agreements (CWA), z. B. für Sektoren mit kurzen Produktinnovationszyklen, erarbeitet mit eingeschränktem Konsens, dafür aber in wesentlich kürzerer Zeit.

<sup>1)</sup> Entschließung des Europäischen Parlaments vom 8. April 1987 über die technische Harmonisierung und Normung in der EG. In: DIN-Mitt. 66 (1987) Nr. 7, S. 338/339.

<sup>2)</sup> Nach der neuen Benennung Artikel 94 des Vertrages von Amsterdam.

<sup>3)</sup> Entschließung des Rates der Europäischen Gemeinschaften vom 18. Juni 1992 zur Funktion der europäischen Normung in der europäischen Wirtschaft. In: DIN-Mitt. 71 (1992), Nr. 9; S. 546 und 547.

<sup>4)</sup> Mohr, C.: Vereinbarung EG-Kommission-CEN/CENELEC. In: DIN-Mitt. 64 (1985) Nr. 2, S. 78/79.

### Europäisches Institut für Telekommunikationsnormen ETSI

In enger Zusammenarbeit mit CEN/CENELEC hat das 1988 gegründete Europäische Institut für Telekommunikationsnormen **ETSI** die Aufgabe, auf dem Gebiet der Telekommunikationstechnik und in gemeinsamen Gebieten der Telekommunikationstechnik und der Informationstechnik sowie der Rundfunktechnik Europäische Normen zu schaffen, die für einen einheitlichen europäischen Markt notwendig sind.

Die Normungsarbeiten des ETSI tragen zur Erarbeitung und Förderung neuer Internationaler Normen bei und bauen auf bestehenden oder in Erarbeitung befindlichen weltweiten Harmonisierungsergebnissen auf.

Mitglieder von ETSI sind Verwaltungen, Behörden und nationale Normungsorganisationen, Netzbetreiber, Dienstleister, Hersteller, Anwender, Forschungseinrichtungen, Unternehmensberatungen/Partnerschaften u. a. Die deutschen Mitglieder sind im Technischen Beirat ETSI der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE zusammengeschlossen.

Die Arbeitsergebnisse des ETSI sind Europäische Normen (EN) der Telekommunikationsserie (EN 300000), noch unter der zuvor ausschließlich benutzten Bezeichnung „ETS“ veröffentlichte Europäische Telekommunikationsnormen sowie eine Reihe verschiedener Arten technischer Spezifikationen. Für die ebenso wie bei den CEN/CENELEC-Normen verbindliche, unveränderte Überführung der Normungsergebnisse des ETSI (EN und ETS) in das Deutsche Normenwerk ist die DKE zuständig.

Wichtigste Themen der ETSI-Arbeit sind derzeit neben dem Schwerpunktthema Mobilfunk u. a. plattformunabhängige Netzwerkarchitekturen (IMS), sowohl kabellos (3GPP, WLAN/3G) als auch für das Festnetz, Sprachübertragung, digitales Fernsehen und Satellitenfunk.

## 4.4 Mitwirkung an der internationalen und europäischen Normungsarbeit

Die zunehmende Verlagerung der Normung im Laufe der Jahre von der nationalen auf die europäische und internationale Ebene brachte auch für das DIN und seine interessierten Kreise erhebliche Veränderungen mit sich. Die Normenausschüsse des DIN, die früher ausschließlich die Koordination der fachbezogenen nationalen Normung übernahmen, nehmen seit langem auch die Aufgabe für die europäische und internationale Normung wahr. Da DIN und DKE in den Organisationen ISO, IEC, CEN, CENELEC und ETSI Mitglied sind, leiten Sie alle Informationen an das jeweilige nationale Arbeitsgremium weiter. Hier erfolgt auch die deutsche Meinungsbildung und die Erarbeitung von deutschen Beiträgen für die vorgenannten Institutionen, die von der deutschen Delegation in den Technischen Komitees vertreten werden.

Zusätzlich organisieren DIN und DKE auch die deutsche Teilnahme an der Normungsarbeit in ISO, IEC, CEN, CENELEC und ETSI. Dies umfasst die deutschen Abstimmungen zu Normprojekten und die Nominierung von deutschen Experten sowie ggf. die Übernahme von Sekretariaten europäischer und internationaler Normungsgremien.

Der nationale Ausschuss „spiegelt“ die internationale/europäische Arbeit, er wird auch als „Spiegel-ausschuss“ des internationalen/europäischen Gremiums bezeichnet. Dadurch sichert eine Mitwirkung im nationalen Arbeitsgremium des DIN den interessierten Kreisen neben der Teilnahme an der nationalen Normung (s. Abschn. 1.1) auch die Teilnahme an der europäischen und internationalen Normung.

Die in ISO, IEC, CEN, CENELEC und ETSI entstehenden internationalen oder europäischen Normen sind nicht vom deutschen Normenwerk isoliert. Die Übernahme von Internationalen Normen als nationale Normen ist freiwillig; DIN übernimmt diese in einer Reihe von Fällen unverändert als DIN-ISO-Normen (s. Abschn. 4.1). Jede Europäische Norm wird als nationale Norm (DIN-EN) übernommen aufgrund der Verpflichtungen der nationalen Normungsinstitute, wie das DIN; gleichzeitig werden entgegenstehende nationale Normen zurückgezogen. Der Anwender erhält somit eine deutsche Norm, die auf einem breiten internationalen Konsens basiert und mindestens dreisprachig verfügbar ist. Solche Normen sind im Sinne der Globalisierung sehr wirksam, weil sie überall gültig, verfügbar und verständlich sind. Sie sind eine wichtige Basis für die Arbeit im europäischen Binnenmarkt und Weltmarkt.

# 5 Normung für den Verbraucher und den Umweltschutz

Bearbeitet von P. Kiehl

## 5.1 Verbraucherrat

Die Bedeutung der DIN-Normen für den Verbraucher und umgekehrt der Verbraucherbeteiligung an der Normung ist u. a. daran abzulesen, dass das Deutsche Normenwerk eine Vielzahl an Normen und Norm-Entwürfen mit direkten Festlegungen über Erzeugnisse für den nichtgewerblichen Letztverbraucher enthält.

Die Palette der genormten Produkte reicht vom Gasfeuerzeug zur Heizungsanlage, vom Kinderlaufstall zum Kühl- und Gefriergerät und zum Farbfernseher, vom Schreibpapierblatt bis zur Konfektionsgrößenbestimmung und ist im Sport- und Freizeitbereich besonders ausgeprägt.

Fragen der Sicherheit im z. B. häuslichen und Freizeit-Bereich, Fragen der Gebrauchstauglichkeit und Dienstleistungen oder auch vergleichende Warentests spielen dabei eine wesentliche Rolle.

Die Interessen der nichtgewerblichen Letztverbraucher im Rahmen der Normungsarbeit nimmt der Verbraucherrat des DIN wahr.

Sein Ziel ist es, die Ausgewogenheit der Interessen zwischen Hersteller und Verbraucher auf dem Gebiet der Normung zu verbessern. So berät und unterstützt er die Lenkungs- und Arbeitsgremien des DIN in allen Fragen, die für den Verbraucher von Bedeutung sind, wobei er auch die Aufnahme von Normungsarbeiten initiiert.

Der Verbraucherrat selbst stellt keine Normen auf. Wenn in einem Normenausschuss verbraucherrelevante Normungsvorhaben vorliegen, so sorgt er für eine personelle Vertretung der Verbraucher in den Gremien. Mit zu den Aufgaben des Verbraucherrates gehört es, für die Einführung der DIN-Normen in die Arbeit der Verbraucher-Institutionen zu sorgen sowie zum Informationsfluss zwischen Verbrauchern und Normensetzern beizutragen.

Bei der Aufnahme neuer Arbeiten sind folgende Kriterien von Bedeutung:

- Sicherheit
- Gebrauchstauglichkeit
- sinnvolle Abmessungs-Vereinheitlichungen
- Qualität
- Umweltaspekte
- Verbraucherinformation.

Bei unveränderter Schwerpunktsetzung im Bereich Produktsicherheit sind in zunehmendem Maße inzwischen auch Dienstleistungen, Umweltschutzfragen und verbraucherrelevante Themen aus den Bereichen Informationstechnik und Telekommunikation Gegenstand der Normung und damit der Verbrauchervertretung. Hier überwiegen Zielsetzungen, die sich mit Stichworten wie Maßnahmen zum „umweltgerechten Handeln der Verbraucher“, „Dienstleistungsinformation“ oder „Dienstleistungsqualität“ umschreiben lassen. Solche Zielsetzungen schließen auch den E-Commerce als neuen Markt und Handlungsfeld ein.

Gleichzeitig setzt sich der Verbraucherrat für verbraucherfreundliche einheitliche Warenbeschreibungs- und Kennzeichnungssysteme ein.

Auf europäischer Ebene werden Verbraucherfragen, die im Zusammenhang mit der Normung stehen, von ANEC (European Association for the Co-Ordination of Consumer Representation in Standardization) koordiniert. Im Rahmen der Internationalen Normung der ISO befasst sich der ISO-Ratsausschuss COPOLCO (Committee on Consumer Policy) mit verbraucherrelevanten Themen, sorgt für eine Verbrauchervertretung in übergeordneten internationalen Arbeitsgruppen und bereitet Normungsanträge der Verbraucherseite vor. Zusammen mit der IEC wurden verschiedene ISO/IEC-Leitfäden herausgegeben.

## 5.2 DIN CERTCO Gesellschaft für Konformitätsbewertung mbH

### Normenkonformität

Je vielseitiger das Angebot von Gütern wird, umso mehr bedürfen sowohl die nichtgewerblichen Verbraucher als auch die einzelnen Unternehmen (als Anbieter und Arbeitnehmer) eindeutiger Waren-

kennzeichnungen und Warenbeschreibungen, durch die die Beschaffenheit einer Ware kenntlich gemacht (Warenkenntnis) und eine Vergleichbarkeit innerhalb einer Angebotspalette erreicht werden kann (Marktübersicht, Markttransparenz).

Eine wichtige Informationsquelle sind in diesem Zusammenhang Aussagen zur Normenkonformität (s. auch Abschn. 5.3).

Erfüllt ein Erzeugnis, ein Verfahren oder eine Dienstleistung alle in einer technischen Norm vorgeschriebenen Anforderungen, liegt eine Übereinstimmung (**Konformität**) mit der Norm vor. Die Normenkonformität kann durch eine **Konformitätserklärung** (Herstellereklärung), z. B. seitens eines Lieferanten, durch ein von einer Zertifizierungsstelle ausgestelltes **Konformitäts-Zertifikat** oder geschütztes **Konformitätszeichen** nach außen dokumentiert werden.

Unter einer **Konformitätserklärung** (Herstellereklärung) ist hier die eigenverantwortliche Feststellung, z. B. eines Anbieters, zu verstehen, die besagt, dass sein Erzeugnis in Übereinstimmung mit einer bestimmten DIN-Norm steht.

**Konformitätszeichen und Konformitäts-Zertifikate** werden gemäß den Regeln eines Zertifizierungssystems von einer Zertifizierungsstelle auf der Grundlage eines zuvor für das betreffende Produkt (Produktgruppe) festgelegten Zertifizierungsprogramms vergeben. Voraussetzung ist, dass entsprechende Normen existieren, in denen alle wesentlichen Anforderungen an das Produkt (also Gebrauchs- und/oder Sicherheitsanforderungen, Leistungsdaten) und die zugehörigen Prüfverfahren enthalten sind. Das Zertifizierungsprogramm enthält detaillierte, produktspezifische Festlegungen über Art, Umfang und Häufigkeit der Prüfungen, Zahl und Umfang der Proben, Bestimmungen über die Eigen- und Fremdüberwachung, Geltungsdauer usw.

DIN CERTCO Gesellschaft für Konformitätsbewertung mbH ist als anerkannte Zertifizierungsstelle zuständig für die Errichtung, Verwaltung und Überwachung von Zertifizierungssystemen, insbesondere auf der Grundlage von DIN-Normen. Grundlage der vorgenannten Zertifizierungsarbeiten bilden die Normen der Reihe DIN EN 45001ff. (s. Normen).

Genormte Erzeugnisse, Dienstleistungen und Verfahren können vom Hersteller eigenverantwortlich mit den Verbandszeichen **DIN** und **DIN EN** (s. Bild 34.1) gekennzeichnet werden. Er erklärt damit, dass das Erzeugnis den Festlegungen der jeweiligen Norm und darüber hinaus auch noch den sonstigen berechtigterweise zu stellenden Gebrauchsanforderungen genügt. Verstöße können aufgrund des Warenzeichengesetzes (WZG) und ggf. des Gesetzes gegen den unlauteren Wettbewerb (UWG) geahndet werden. Aus den Verbandszeichen ist jedoch nicht zu ersehen, auf welche Norm Bezug genommen wird. Die Nutzer des Verbandszeichens sind verpflichtet, sich bei DIN CERTCO registrieren zu lassen.

Für Erzeugnisse, die von einem neutralen Prüflaboratorium geprüft und von der Zertifizierungsstelle DIN CERTCO bewertet wurden, wird das Zertifizierungszeichen DIN-Geprüft vergeben (s. Bild 34.2).

Für die Berechtigung zur Führung des Zertifizierungszeichens DIN-Geprüft sind zu beachten:

- die Richtlinien für die Zertifizierung von Produkten<sup>1)</sup>



Bild 34.1 Verbandszeichen DIN



Bild 34.2 DIN-Geprüft-Zeichen



Bild 34.3 Keymark



Bild 34.4 DIN-plus-Zeichen

Die Konformitätsbewertung ist nicht nur nationales, sondern auch ein internationales Anliegen. Auf europäischer Ebene finden entsprechende Aktivitäten im Zertifizierungsrat des CEN und auf internationaler Ebene im Ratskomitee für Konformitätsbeurteilung (CASCO) der ISO statt.

Auf europäischer Ebene wurde von CEN/CENELEC ein gemeinsames Zertifizierungszeichen für Produkte geschaffen. Dieses als „Keymark“ bekannte Zeichen (s. Bild 34.3) kann für Produkte vergeben werden, die die Anforderungen der entsprechenden Europäischen Normen erfüllen und deren Herstellerbetrieb zudem über eine bestätigte Qualitätssicherung verfügt. „Keymark“ bietet in Verbindung mit dem nationalen Zeichen für den Verbraucher überall in Europa eine eindeutige und verlässliche Aussage zu in Normen beschriebener Sicherheit und Gebrauchstauglichkeit des Produktes.

<sup>1)</sup> Erhältlich bei der DIN CERTCO Gesellschaft für Konformitätsbewertung mbH, Alboinstraße 56, 12103 Berlin. ([www.dincertco.de](http://www.dincertco.de)).



Hersteller, die an ihre Produkte höhere Anforderungen stellen als in Normen festgelegt, erhalten die Möglichkeit, mit dem Qualitätszeichen „DIN plus“ (s. Bild 34.4) zusätzliche qualitative Merkmale ihres Produktes zu dokumentieren.

Die qualitativen Merkmale eines Produktes werden durch die interessierten Kreise in Zertifizierungsprogrammen formuliert, die die Grundlage für die Prüfung der Produkte durch ein neutrales Prüflaboratorium und die Konformitätsbewertung durch die Zertifizierungsstelle DIN CERTCO bilden.

## 5.3 Deutscher Rat für Konformitätsbewertung im DIN (DIN KonRat)

# 5

Konformitätsbewertung und die damit verbundenen Tätigkeiten wie Prüfung, Überwachung und Zertifizierung haben für Wirtschaft und Handel eine besondere Bedeutung.

Wie die europäische und internationale Normung dient auch die gegenseitige Anerkennung von Prüfergebnissen, Zertifikaten und Herstellererklärungen dem Ziel der Beseitigung technischer Handelshemmnisse.

Der Nachweis der Konformität von Erzeugnissen und Dienstleistungen mit Europäischen Normen und mit europäischen gesetzlichen Anforderungen ist ein wichtiges Ordnungs- und Wettbewerbsinstrument im Europäischen Binnenmarkt und von erheblicher wirtschaftspolitischer Bedeutung.

Der Deutsche Rat für Konformitätsbewertung im DIN (DIN KonRat) ist ein Gremium der interessierten Kreise, das alle Fragen der Konformitätsbewertung berät.

Als Schnittstelle zwischen Normung und Konformitätsbewertung informiert DIN KonRat die Öffentlichkeit und berät das DIN-Präsidium sowie weitere Lenkungsorgane des DIN in Fragen der Konformitätsbewertung. Der ständige Ausschuss des DIN-Präsidiums bündelt die deutschen Interessen, wie der deutschen Wirtschaft, der Vertreter des Prüf- und Zertifizierungswesens sowie der Verbraucher, und bringt ein abgestimmtes Meinungsbild in die verschiedenen Gremien ein, die sich auf nationaler, europäischer und internationaler Ebene mit diesem Thema beschäftigen. DIN KonRat begleitet auch die europäischen und internationalen Aktivitäten im Bereich der Konformitätsbewertung und unterstützt die grenzüberschreitende Anerkennung von Konformitätsbewertungen.

Für die Erarbeitung von Normen als Grundlage der Zertifizierungsaktivitäten ist der Normenausschuss Qualitätsmanagement, Statistik und Zertifizierungsgrundlagen (NQSZ) im DIN zuständig (s. Abschn. 21).

# 6 Sicherheit und Gesundheitsschutz durch Normung

Bearbeitet von Dr. Andrea Fluthwedel

6

Im folgenden Kapitel werden ausgewählte Normen zu Grundsätzen und allgemeinen Prinzipien der Maschinensicherheit einschließlich Terminologie, Methodologie, Schutzvorrichtungen und Sicherheitseinrichtungen erläutert. Produktsicherheitsnormen sind dabei aus dem Aufgabengebiet ausgeschlossen. Die hier beschriebenen Normen sollen dem Entwickler und Konstrukteur technischer Güter Hinweise geben, wie Sicherheitsaspekte schon in der Entwurfsphase berücksichtigt werden können. Ausgangspunkt dieser Normungsarbeit sind beispielsweise Richtlinien der Europäischen Kommission zur Maschinensicherheit und zum Explosionsschutz sowie das Gesetz über technische Arbeitsmittel und Verbraucherprodukte (Geräte- und Produktsicherheitsgesetz – GPSG).

Nationale und europäische Gesetzeswerke fordern die Berücksichtigung ergonomischer Erkenntnisse bei der Gestaltung von Produkten (z. B. Maschinen) oder Mensch-Maschine-Systemen (z. B. Bildschirmarbeit, Multimedia, Warten). Daher werden in diesem Kapitel auch Normen mit ergonomischen Anforderungen zur Gestaltung von Arbeitssystemen und Arbeitsumgebungen, einschließlich der eingesetzten Maschinen und Persönlichen Schutzausrüstung beschrieben. Ziel der Ergonomie ist die Steigerung der Gesundheit, Sicherheit und des Wohlempfindens des Bedieners von Maschinen sowie der Effektivität des gesamten Arbeitssystems.

## 6.1 Europäische Gesetzgebung und Normung

Ziel des europäischen Binnenmarktes ist, alle Handelshemmnisse zu beseitigen, die aufgrund unterschiedlicher technischer Forderungen innerhalb der Mitgliedstaaten der Europäischen Union für das Inverkehrbringen technischer Erzeugnisse bestehen. Bereits 1985 hat der Rat der Europäischen Union mit der „Entschließung über eine neue Konzeption auf dem Gebiet der technischen Harmonisierung und der Normung“ neue Maßstäbe für die Durchführung dieser Aufgabe gesetzt. Danach werden nur noch die wesentlichen Anforderungen in Richtlinien der Europäischen Kommission festgelegt, die durch harmonisierte Europäische Normen konkretisiert werden.

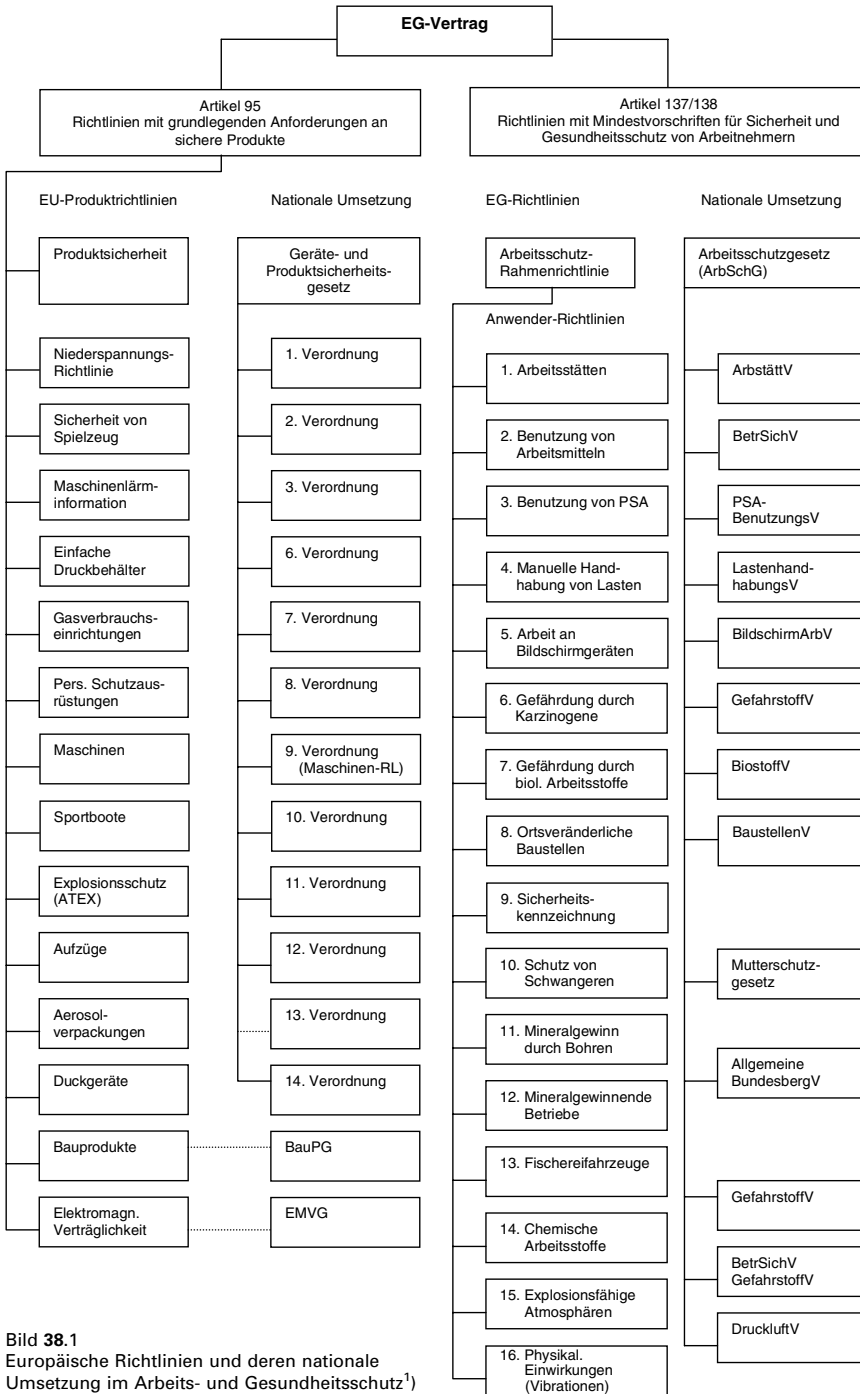
Die Europäische Kommission stützt sich in ihrer Strategie zur Vollendung des europäischen Binnenmarktes im wesentlichen auf die Artikel 95 und 137 des Vertrages zur Gründung der Europäischen Union. Während Artikel 95 überwiegend handelspolitische Ziele verfolgt, zielt Artikel 137 auf die Verbesserung der Arbeitsumwelt, um die Sicherheit und die Gesundheit der Arbeitnehmer zu schützen. Die dabei angestrebte Harmonisierung erfolgt in der Weise, dass in den Richtlinien Mindestvorschriften festgelegt werden.

Die Richtlinien nach Artikel 95 enthalten grundlegende Sicherheits- und Gesundheitsschutzanforderungen für die Konstruktion, den Bau und die Ausrüstung von Produkten, die erfüllt sein müssen, damit ein Produkt in Verkehr gebracht werden darf. Die Maschinenrichtlinie ist die wesentliche Binnenmarktrichtlinie im Bereich Maschinensicherheit.

Richtlinien nach Artikel 137 regeln die Bereitstellung und den Betrieb technischer Einrichtungen mit dem Ziel, die Arbeitsumwelt und die Arbeitsbedingungen zu verbessern. Hier bildet die Arbeitsschutzrahmenrichtlinie die grundlegende Basis, die durch eine Reihe spezieller Einzelrichtlinien konkretisiert wird. Diese Bestimmungen hindern die Mitgliedstaaten nicht daran, weitergehende Maßnahmen zum Schutz der Arbeitnehmer beizubehalten oder zu ergreifen. Eine Konkretisierung durch Normen ist nicht vorgesehen. Die Sozialpartner haben sich daher gemeinsam mit dem DIN darauf verständigt, ihre Aktivitäten im Bereich der EU-Richtlinien nach Artikel 137 aufeinander abzustimmen, wonach Europäische Normen auf diesem Gebiet nur in Ausnahmefällen vorgesehen sind.<sup>1)</sup> Ausnahmen können beispielsweise Beschaffenheitsanforderungen sein.

Für Normen mit sicherheitsrelevanten Inhalten wurde eine Regelungshierarchie (Typ A-, B- und C-Normen) vorgeschlagen. Die Festlegungen hierzu werden in DIN 820-120 getroffen, s. Abschn. 6.2.5.

<sup>1)</sup> Gemeinsamer Standpunkt des Bundesministers für Arbeit und Sozialordnung, der obersten Arbeitsschutzbehörden der Länder, der Träger der gesetzlichen Unfallversicherungen, der Sozialpartner sowie des DIN Deutsches Institut für Normung e. V. zur Normung im Bereich der auf Artikel 118a des EWG-Vertrags gestützten Richtlinien; Bundesarbeitsblatt 1/1993, S. 37–39.



**Bild 38.1**  
Europäische Richtlinien und deren nationale Umsetzung im Arbeits- und Gesundheitsschutz<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Leitfaden zur Umsetzung des CE-Kennzeichnungsverfahrens für Maschinen, A. Lange, H. Szymanski, Fb 1051 Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin.

## 6.2 Sicherheitstechnik im Deutschen Normenwerk

### 6.2.1 Allgemeines

Satzungsgemäße Aufgabe des DIN ist die Erarbeitung von Deutschen Normen, die der Rationalisierung, der Qualitätssicherung, dem Umweltschutz, der Sicherheit und der Verständigung in Wirtschaft, Technik, Wissenschaft, Verwaltung und Öffentlichkeit dienen. In der Norm DIN 820-1, Grundsätze der Normungsarbeit, ist folglich als herausragender Grundsatz verankert, dass die Normung der Sicherheit von Menschen und Sachen sowie der Qualitätsverbesserung in allen Lebensbereichen dient.

Weiterhin wird darauf hingewiesen: „Bei sicherheitstechnischen Festlegungen in DIN-Normen besteht eine tatsächliche Vermutung dafür, dass sie fachgerecht, das heißt, dass sie anerkannte Regeln der Technik sind.“

Unmittelbar befasst mit der Erarbeitung und der Organisation sicherheitsrelevanter Normen sind im DIN unter anderem:

- Verbraucherrat des DIN ([www.verbraucherrat.din.de](http://www.verbraucherrat.din.de))
- Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN ([www.krdl.de](http://www.krdl.de))
- Kommission Sicherheitstechnik (KS) ([www.ks.din.de](http://www.ks.din.de))
- NA Sicherheitstechnische Grundsätze (NASG) ([www.nasg.din.de](http://www.nasg.din.de))
- NA Persönliche Schutzausrüstungen (NPS) ([www.nps.din.de](http://www.nps.din.de))
- NA Gebrauchstauglichkeit und Dienstleistungen (NAGD) ([www.nagd.din.de](http://www.nagd.din.de))
- NA Ergonomie (NAErg) ([www.naerg.din.de](http://www.naerg.din.de))
- NA Maschinenbau (NAM) ([www.nam.din.de](http://www.nam.din.de))
- Deutsche Elektrotechnische Kommission im DIN und VDE (DKE) ([www.dke.de/dke](http://www.dke.de/dke))

### 6.2.2 Kommission Sicherheitstechnik und sicherheitstechnische Schwerpunktarbeiten

Den Grundlagen der Normungsarbeit entsprechend, haben die Normenausschüsse im DIN entweder aufgrund von Normungsanträgen Normen mit sicherheitstechnischen Festlegungen erstellt oder sie sind aufgrund einer Anregung durch die Kommission Sicherheitstechnik (gegründet: 1965) tätig geworden. So haben z. B. das Bundesministerium für Arbeit und Soziales (u. a. als Sammelstelle für Anträge der Gewerbeaufsicht) und die Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin der Kommission Sicherheitstechnik im DIN sog. sicherheitstechnische Schwerpunktaufgaben zur Normung vorgeschlagen.

Heute gibt es Normen mit sicherheitstechnischen Festlegungen für die Gebiete Arbeitsmöbel, Baumaschinen, Beförderungsmittel, Bodenbearbeitungs- und Gartengeräte, Bühneneinrichtungen, Druck- und Papiermaschinen, Einrichtungen für Kleinkinder, Elektrowerkzeuge, Erste-Hilfe-Geräte, Feuerwehreinrichtungen, Flurfördermittel, Fördermaschinen, Gasgeräte und Zubehör/Hauwerkzeuge, Haushaltsgeräte, Hebezeuge und Zubehör, Heiz-, Koch- und Wärmegeräte, Heizungs- und Feuerungseinrichtungen, Holzbearbeitungsmaschinen, Kältemaschinen und Kühlgeräte, Ketten, landwirtschaftliche Maschinen und Geräte, Leitern und Tritte, Leuchten und Zubehör, medizinische Geräte, Messgeräte, sanitäre Einrichtungsgegenstände, Schläuche und Zubehör, Schutzausrüstungen, Schutzeinrichtungen, Schweiß-, Schneid- und Lötgeräte, Seile und Zubehör, Spielzeug, Sportgeräte, Stetigförderer, Transportgefäße, Waagen, Werkstoffprüfmaschinen.

Diese schlagwortartige Aufzählung verdeutlicht, dass entsprechend dem Geltungsbereich des Geräte- und Produktsicherheitsgesetzes auch Normen (Sicherheitsnormen) für den Bereich Heim und Freizeit erstellt wurden und werden.

## 6.2.3 Rechtlicher Zusammenhang von DIN-Normen und dem Geräte- und Produktsicherheitsgesetz (GPSG)<sup>1)</sup>

Seit dem 1. Mai 2004 regelt das Geräte- und Produktsicherheitsgesetz (GPSG) Sicherheitsanforderungen an technische Arbeitsmittel und Verbraucherprodukte. Das GPSG setzt die EU-Produktsicherheitsrichtlinie von 2001<sup>2)</sup> um und setzt das Gerätesicherheitsgesetz (GSG) aus dem Jahr 1968 außer Kraft. Das GPSG fasst das GSG und das Produktsicherheitsgesetz (ProdSG) zusammen und beseitigt damit häufig kritisierte Mehrfachregelungen. Mit dem GPSG wurde ein umfassendes Gesetz zur Gewährleistung von Sicherheit und Gesundheit im Zusammenhang mit der Vermarktung technischer Produkte geschaffen. Das GPSG ist die Dachvorschrift für die

- Niederspannungsrichtlinie;
- Spielzeugrichtlinie;
- Richtlinie für einfache Druckbehälter;
- Richtlinie für persönliche Schutzausrüstung;
- Maschinenrichtlinie;
- Sportbootrichtlinie;
- Druckgeräte richtlinie;
- Aufzugsrichtlinie;
- Richtlinie für Geräte- und Schutzsysteme für explosionsgefährdete Bereiche;
- Richtlinie für Gasverbrauchseinrichtungen;
- „Out-door-Lärm“-Richtlinie.

Das GPSG trägt damit wesentlich zur Deregulierung und Entbürokratisierung bei. Weitere Ziele sind:

- Schutz des freien Warenverkehrs;
- Schutz des Verbrauchers vor unsicheren Produkten;
- Schutz des Arbeitnehmers vor unsicheren Produkten;
- Schutz von Beschäftigten und Dritten bei überwachungsbedürftigen Anlagen.

Das GPSG wendet sich an Wirtschaft, Behörden und vor allem an Verbraucher. Nach § 2 Abs. 3 GPSG sind Verbraucherprodukte Produkte, die unter vernünftigerweise vorhersehbarer Bedingungen von Verbrauchern benutzt werden können, selbst wenn sie nicht für diese bestimmt sind, also auch fast alle Arbeitsmittel. Mit dem Begriff technische Arbeitsmittel werden nur noch Produkte bezeichnet, die ausschließlich bei der Arbeit verwendet werden.

Von der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) werden Normenverzeichnisse mit nationalen und europäischen Normen sowie technischen Spezifikationen veröffentlicht, die die grundlegenden Anforderungen der jeweiligen EG-Richtlinien und der diese in nationales Recht umsetzenden Einzelverordnungen zum Geräte- und Produktsicherheitsgesetz konkretisieren. Bei entsprechend den aufgeführten Normen gestalteten Produkten kann deshalb davon ausgegangen werden, dass sie die vom Gesetzgeber vorgesehenen wesentlichen Anforderungen erfüllen.

Eine Vielzahl europäischer Produktrichtlinien sieht eine CE-Kennzeichnung vor. Mit dem CE-Kennzeichen wird die Einhaltung eines in der Richtlinie festgelegten Konformitätsbescheinigungsverfahrens bezüglich der Einhaltung der jeweiligen Anforderungen demonstriert.

Zusätzlich kann in Deutschland für technische Arbeitsmittel und verwendungsfertige Gebrauchsgegenstände ein GS-Zeichen („Geprüfte Sicherheit“) vergeben werden. Ziel des GS-Zeichens ist es, die besonders hohen nationalen Sicherheits- und Qualitätsstandards sichtbar zu machen. Mit dem GS-Zeichen dürfen technische Produkte versehen werden, wenn

- eine zugelassene, unabhängige Prüf- und Zertifizierungsstelle eine Baumusterprüfung durchführt und bestätigt, dass das Baumuster den sicherheitstechnischen Anforderungen des GPSG entspricht (s. § 7 Abs. 1 GPSG) und
- die Prüf- und Zertifizierungsstelle kontrolliert, dass die in Verkehr gebrachten Serienprodukte mit dem geprüften Baumuster übereinstimmen (Kontrollmaßnahmen, s. § 7 Abs. 2 GPSG).

<sup>1)</sup> Gesetz über technische Arbeitsmittel und Verbraucherprodukte; BGBl I 2004, 2 (219).

<sup>2)</sup> Richtlinie über die allgemeine Produktsicherheit 2001/95/EG

## 6.2.4 Sicherheitskennzeichnung

### DIN 4844-1 Graphische Symbole – Sicherheitsfarben und Sicherheitszeichen – Teil 1: Gestaltungsgrundlagen für Sicherheitszeichen zur Anwendung in Arbeitsstätten und in öffentlichen Bereichen (ISO 3864-1: 2002 modifiziert) (Mai 2005)

Die Norm enthält mit nationalen Modifizierungen die internationale Norm ISO 3864. In DIN 4844-1 werden Sicherheitsfarben und Gestaltungsgrundlagen für Sicherheitszeichen festgelegt, die in Arbeitsstätten und in öffentlichen Bereichen für den Zweck der Unfallverhütung, des Brandschutzes, des Schutzes vor Gesundheitsgefährdungen und für Rettungswege angewendet werden. Sie legt auch die Grundregeln fest, die einzuhalten sind, wenn Normen entwickelt werden, die Sicherheitszeichen enthalten.

Diese Norm gilt für Arbeitsstätten und alle Bereiche, an denen sicherheitsrelevante Fragen auftreten können. Sie gilt nicht für die Zeichengebung im Eisenbahn-, Straßen-, Binnenschiffs-, See- und Luftverkehr; allgemein gesagt, nicht in solchen Bereichen, die abweichenden Regelungen unterliegen.

In der Richtlinie 92/58/EWG „Mindestvorschriften für die Sicherheits- und/oder Gesundheitsschutzkennzeichnung am Arbeitsplatz“ sind Mindestvorschriften für die Sicherheitskennzeichnung am Arbeitsplatz in der Europäischen Union festgelegt. Diese Richtlinie ist in Deutschland insbesondere durch die Arbeitsstättenverordnung und die Berufsgenossenschaftliche Vorschrift BGV A8 „BG-Vorschrift – Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung am Arbeitsplatz“ umgesetzt.

Die Norm enthält Tabellen, die bestimmte Maßkombinationen für Größen von Sicherheitszeichen wiedergeben. Die Sicherheitszeichen werden in Verbotssymbolen, Warnsymbolen, Gebotsymbolen, Rettungssymbolen, Brandschutzsymbolen, Hinweisymbolen und Kombinationsymbolen eingeteilt. Darüber hinaus werden in der Norm Vorgaben an die Gestaltung von Sicherheitsmarkierungen durch gelb-schwarze bzw. rot-weiße Streifen gegeben.

In einer Tabelle werden Farbbereiche für Aufsichtsfarben bei Sicherheitszeichen definiert, denen entsprechende Farben bzw. Mischungen von Farben, bezeichnet nach DIN 5381 (s. Norm) bzw. RAL, zugeordnet sind. Die Norm stellt zur Bemessung der Größe eines Zeichens eine Formel zur Berechnung der Erkennungsweiten sowohl für Sicherheitszeichen als auch für Schriftzeichen dem Anwender zur Verfügung. Diese Formel wurde auch in die Norm für Sicherheitszeichen von Maschinen DIN EN 61310-1 (s. Norm) aufgenommen. In weiteren Tabellen werden Werte für die Distanzfaktoren für beleuchtete und hinterleuchtete Sicherheitszeichen angegeben. Darüber hinaus enthält die Norm eine Tabelle, in der die Größe von Sicherheits-, Zusatz-, Hinweis- und Schriftzeichen für beleuchtete Zeichenflächen, abhängig von der Erkennungsweite, aufgeführt sind.

### DIN 4844-2 Sicherheitskennzeichnung – Teil 2: Darstellung von Sicherheitszeichen (Feb 2001)

In dieser Norm sind die am häufigsten nach den Vorgaben aus DIN 4844-1 gestalteten zur Anwendung kommenden Sicherheitszeichen abgebildet. Sie dient der einheitlichen Darstellung von Sicherheitszeichen. Die Gestaltung der hier wiedergegebenen Sicherheitszeichen erfolgt, soweit sie die Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung am Arbeitsplatz betreffen, in Zusammenarbeit mit dem Fachausschuss „Sicherheitskennzeichnung des Hauptverbandes der gewerblichen Berufsgenossenschaften“.

So sind 38 Verbotssymbole, angefangen mit dem bekannten „Rauchen verboten“-Zeichen bis hin zu Zeichen für spezielle Anwendungen wie „Nicht zulässig für Nassschleifen“ oder „Bedienung mit Krawatte verboten“, aufgeführt.

Die dargestellten 32 Warnsymbole reichen von „Warnung vor gefährlicher elektrischer Spannung“ (Blitz im Dreieck) bis hin zu „Warnung vor Gefahren durch eine Förderanlage im Gleis“.

Darüber hinaus sind 21 Gebotsymbole (Beispiel: „Augenschutz benutzen“), 11 Rettungssymbole (Beispiel: „Notdusche“), 8 Brandschutzsymbole, 2 Zusatzsymbole (Beispiel: „Hochspannung Lebensgefahr“), 5 Hinweisymbole (Beispiel: „Entladezeit länger als 1 Minute“) und 4 Kombinationsymbole abgebildet.

In einem Anhang zur Norm sind Anwendungsbeispiele der Rettungswegkennzeichnung sowie weitere Kombinationsymbole aufgeführt. Urbilder der Zeichen sind auf einer CD<sup>1)</sup> „Sicherheitszeichen nach DIN 4844-2-Sicherheitskennzeichnung“ erhältlich.

<sup>1)</sup> Praxis Sicherheitskennzeichnung, Darstellung von Sicherheitszeichen nach DIN 4844-2, Ausgabe: 2004-06, CD-ROM; Beuth-Verlag GmbH, Berlin, Wien, Zürich.

In der Änderung zu DIN 4844-1 (DIN 4844-2/A1: 2005-05) werden die Rettungszeichen um das Zeichen für einen automatisierten externen Defibrillator ergänzt.

### DIN 5381 Kennfarben (Feb 1985)

Die Kennfarben im Sinne von DIN 5381 sind Aufsichtfarben zum Kennzeichnen von Schildern, Behältern, Leitungen, Maschinen, Geräten, Bedienteilen usw. Die Norm soll außerdem als Grundlage für die Festlegung von Kennfarben in Vorschriften, Normen und Werknormen dienen. Festgelegt werden eine **Vorzugsfarbenreihe** und eine **Nebenfarbenreihe**.

**Bezeichnungsbeispiel** der Farben nach DIN 5381

#### Kennfarbe DIN 5381 – Rot

Weitere genormte Farbfestlegungen s. Norm.

### DIN 2403 Kennzeichnung von Rohrleitungen nach dem Durchflusstoff (2007-05)

Rohrleitungen werden nach dem Durchflusstoff durch farbige rechteckige Schilder gekennzeichnet (s. Tab. 42.1). Eine Spitze gibt die Richtung an; bei wechselnder Richtung hat das Schild an beiden Enden Spitzen. Eine Wortangabe oder Kennzahl (z. B. 1,4 für Kondensat, 3,2 für Heißluft) oder Formel (z. B.  $H_2SO_4$ ) dienen als Ergänzung. Bei radioaktivem Durchflusstoff ist das Zeichen für ionisierende Strahlung nach DIN 25400 (s. Norm) zusätzlich anzubringen. Die Rohrleitungen selbst werden im Allgemeinen neutral gestrichen.

Weitere Angaben s. Norm.

Tabelle 42.1. Kennfarben für Rohrleitungen

Durchflusstoff	Gruppe	Farbname	Zusatzfarbe	Schriftfarbe
Wasser	1	Grün		Weiß
Wasserdampf	2	Rot		Weiß
Luft	3	Grau		Schwarz
Brennbare Gase	4	Gelb	Rot	Schwarz
Nichtbrennbare Gase	5	Gelb	Schwarz	Schwarz
Säuren	6	Orange		Schwarz
Laugen	7	Violett		Weiß
Brennbare Flüssigkeiten und Feststoffe	8	Braun	Rot	Weiß
Nichtbrennbare Flüssigkeiten und Feststoffe	9	Braun	Schwarz	Weiß
Sauerstoff	0	Blau		Weiß

## 6.2.5 Sicherheitstechnische Festlegungen in Grundnormen

Wegen der wachsenden Komplexität der auf den Markt kommenden Erzeugnisse, Verfahren oder Dienstleistungen wird der Berücksichtigung von Sicherheitsaspekten in Normen eine hohe Priorität eingeräumt. DIN 820 wurde daher um die Teile 12 und 120, die sich mit sicherheitsrelevanten Anforderungen befassen, ergänzt:

### DIN 820-12 Normungsarbeit – Teil 12: Gestaltung von Normen mit sicherheitstechnischen Festlegungen (Jan 1995)

Nach DIN 820-3 ist eine **Sicherheitsnorm** eine Norm; in der Festlegungen zur Abwendung von Gefahren für Menschen, Tiere und Sachen (Anlagen, Bauwerke, Erzeugnisse u. Ä.) enthalten sind. DIN 820-12 setzt Normen, in denen nur einzelne Abschnitte mit sicherheitstechnischen Festlegungen enthalten sind, hinsichtlich der Gestaltung dieser Abschnitte einer Sicherheitsnorm gleich. Alle DIN-VDE-Normen sind ebenfalls Sicherheitsnormen.

Den Vorgaben von DIN 820-12 entsprechend sind alle Sicherheitsnormen dadurch zu erkennen, dass bereits im Titel das Wort „Sicherheit“ allein oder in Wortverbindung enthalten ist. Nach dieser Norm gestaltete Sicherheitsnormen enthalten neben einem klar durch eindeutige Merkmale abgegrenzten Anwendungsbereich einen Abschnitt „Anforderungen“, in dem qualitative und quantitative Anforderungen zu den sicherheitstechnischen Festlegungen enthalten sind, die zur Abwendung von Gefahren wichtig sind.

Sicherheitsnormen nach DIN 820-12 enthalten Festlegungen darüber, wie die Einhaltung der sicherheitstechnischen Anforderungen vollständig und eindeutig geprüft werden kann, wobei besonders

auf die Zuordnung der entsprechenden Prüfverfahren zu den einzelnen Anforderungen Wert gelegt wird.

Darüber hinaus wird für Sicherheitsnormen, die für verwendungsfertige technische Erzeugnisse oder Einrichtungen gelten, ein Abschnitt „Benutzerinformationen“ gefordert, in dem Regeln aufgeführt sind, welche zu beachten sind, um Gefahren bei der Aufstellung, Verwendung, Ergänzung oder Instandhaltung abzuwenden. So wird z. B. gefordert, dass bei Erzeugnissen, die für den deutschsprachigen Markt bestimmt sind, die Information zumindest auch deutschsprachig sein muss. Ist in einer Sicherheitsnorm ein Abschnitt enthalten, in dem eine Kennzeichnung der betreffenden Erzeugnisse vorgeschrieben wird (z. B. nach dem Geräte- und Produktsicherheitsgesetz), dann sind hinsichtlich dieser Kennzeichnung mindestens folgende Anforderungen zu stellen:

- Angabe des Namens oder Zeichens des Herstellers bzw. Lieferers oder Importeurs;
- Angabe der Typbezeichnung;
- Erkennbarkeit der Kennzeichnung.

Gegebenenfalls gehören zur Kennzeichnung auch:

- Ort der Anbringung;
- Hinweis auf die Norm;
- Zeichen für die Sicherheit;
- Baujahr;
- Sitz des Herstellers bzw. Lieferers oder Importeurs.

#### **DIN 820-120 Leitfaden für die Aufnahme von Sicherheitsaspekten in Normen (Okt 2001) identisch mit ISO/IEC-Guide 51:1999**

Das Dokument legt eine Struktur für die Aufnahme von Sicherheitsaspekten (Gebrauchstauglichkeit, Umweltverträglichkeit, ergonomische Faktoren, gesetzgeberische Anforderungen, bestehende Normen, Zuverlässigkeit, Wartung, Instandhaltung, Reparatur, Haltbarkeit, Entsorgung, besondere Bedürfnisse von Kindern und älteren oder behinderten Menschen, Ausfallverhalten, Kennzeichnung und Benutzerinformation) in Normen fest. Diese Struktur basiert auf einem risikobezogenen Ansatz und bezieht sich auf die gesamte Lebensdauer eines Produktes, eines Verfahrens oder einer Dienstleistung. Die Leitlinien sollen Hilfestellung bei der Erarbeitung von Normen geben, wie Sicherheitsaspekte in Normen behandelt werden. Sie sind auf jeden Sicherheitsaspekt anwendbar, der sich auf Menschen, Güter und die Umwelt oder auf Kombinationen dieser Schutzgüter bezieht.

Grundlage ist eine Konzeption, die die Reduzierung des Risikos zum Ziel hat. Das Risiko kann bei der Nutzung von Erzeugnissen, Verfahren oder Dienstleistungen entstehen. Dabei wird der vollständige Lebenszyklus betrachtet unter Berücksichtigung der bestimmungsgemäßen Verwendung und des vernünftigerweise vorhersehbaren Missbrauchs. Eine absolute Sicherheit kann es nicht geben, stets verbleibt ein Restrisiko. Erreicht wird Sicherheit durch die Verminderung des Risikos auf ein vertretbares Niveau. Dieses vertretbare Risiko stellt einen optimalen Ausgleich zwischen dem Ideal der absoluten Sicherheit und den zu stellenden Anforderungen hinsichtlich Anwendernutzen, Verwendungszweck, Ökonomie oder soziale Aspekte dar.

Zum Erreichen des vertretbaren Risikos wird in der Norm ein iterativer Prozess vorgeschlagen. Dieses Verfahren hat zur Voraussetzung, dass der Konstrukteur/Lieferant Informationen über die bei der Konstruktion bzw. beim Gebrauch bestehenden Risiken informiert und der Anwender den bereitgestellten Empfehlungen nachkommt.

In DIN 820-120 wird außerdem eine einheitliche Struktur für Normen mit sicherheitsrelevanten Inhalten festgelegt:

*Sicherheitsgrundnormen* (so genannte **Typ-A-Normen**) behandeln Grundbegriffe, Gestaltungsleitsätze und allgemeine Aspekte, die auf *alle* Maschinen gleichermaßen angewandt werden können („horizontale Normung“). Wegen des eher grundsätzlichen Charakters dieses Normentyps kann ein Hersteller oder Inverkehrbringer, dessen Maschine den Anforderungen einer Typ-A-Norm innerhalb von deren Anwendungsgrenzen entspricht, *nur bedingt* davon ausgehen, dass damit zugleich die grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsschutzanforderungen der Maschinenrichtlinie 98/37/EG vollständig erfüllt wurden („indirekte“ Vermutungswirkung). Um volle Richtlinienkonformität unterstellen zu können, sind in jedem Fall weitere harmonisierte Typ-B- und/oder Typ-C-Normen hinzuzuziehen!



**Beispiele für Typ-A-Normen:**

DIN EN ISO 12 100-1 Sicherheit von Maschinen – Grundbegriffe, allgemeine Gestaltungsleitsätze – Teil 1: Grundsätzliche Terminologie, Methodologie

DIN EN ISO 12 100-2 Sicherheit von Maschinen – Grundbegriffe, allgemeine Gestaltungsleitsätze – Teil 2: Technische Leitsätze

DIN EN 1050 Sicherheit von Maschinen – Leitsätze zur Risikobeurteilung

*Sicherheitsfachgrundnormen, Sicherheits-Gruppennormen* (so genannte **Typ-B-Normen**) behandeln entweder Sicherheitsaspekte, die eine ganze Reihe von Maschinen betreffen (**Typ-B1-Norm**: z. B. Sicherheitsabstände, Gefahrstoffe, Geräusche, Strahlung, Oberflächentemperatur, ergonomische Gestaltung) oder eine bestimmte Art von Schutzeinrichtungen, die für verschiedene Maschinen verwendet werden können (**Typ-B2-Norm**: z. B. Zweihandschaltungen, Verriegelungseinrichtungen, druckempfindliche Schutzeinrichtungen, trennende Schutzeinrichtungen, Signale und Stellteile, Steuerungen, Zugänge zu/in Maschinen).

Falls für eine bestimmte Maschine keine produktspezifische Norm vorhanden ist oder Gefährdungen zu betrachten sind, die darin nicht behandelt werden, dienen die Festlegungen entsprechender Typ-B-Normen dazu, die grundlegenden Anforderungen an eine besondere Maschine näher zu spezifizieren.

**Beispiele für Typ-B1-Normen:**

DIN EN 294 Sicherheit von Maschinen – Sicherheitsabstände gegen das Erreichen von Gefahrstellen mit den oberen Gliedmaßen

DIN EN 626-1 Sicherheit von Maschinen – Reduzierung des Gesundheitsrisikos durch Gefahrstoffe, die von Maschinen ausgehen – Teil 1: Grundsätze und Festlegungen für Maschinenhersteller

DIN EN 626-2 Sicherheit von Maschinen – Reduzierung des Gesundheitsrisikos durch Gefahrstoffe, die von Maschinen ausgehen – Teil 2: Methodik beim Aufstellen von Überprüfungsverfahren

DIN EN 13478 Sicherheit von Maschinen – Brandschutz

**Beispiele für Typ-B2-Normen:**

DIN EN 418 Sicherheit von Maschinen – NOT-AUS-Einrichtung – funktionelle Aspekte – Gestaltungsleitsätze

DIN EN 574 Sicherheit von Maschinen – Zweihandschaltungen – Funktionelle Aspekte

DIN EN 1760-1 bis -3 Sicherheit von Maschinen – Druckempfindliche Schutzeinrichtungen

*Sicherheits-Produktnormen* (so genannte **Typ-C-Normen**) behandeln detaillierte Sicherheitsanforderungen an eine bestimmte Maschine oder Gruppe von Maschinen („vertikale Normung“). Üblicherweise verweisen Typ-C-Normen soweit wie möglich auf die Festlegungen der hierarchisch übergeordneten Typ-A- und Typ-B-Normen. Darüber hinaus werden maschinenspezifische Festlegungen getroffen. Da die speziellen Festlegungen einer Typ-C-Norm von denen abweichen können, die in entsprechenden Typ-A- und B-Normen jeweils für eine größere Gruppe von Maschinen getroffen wurden, haben die Festlegungen einer Typ-C-Norm stets Vorrang. Insofern geht nur von Typ-C-Normen eine uneingeschränkte Vermutungswirkung im Hinblick auf die Erfüllung der grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsschutzanforderungen der Maschinenrichtlinie 98/37 EG aus.

**Beispiele für Typ-C-Normen:**

Normenreihe DIN EN 81 Sicherheitsregeln für die Konstruktion und den Einbau von Aufzügen

Normenreihe DIN EN 1870 Sicherheit von Holzbearbeitungsmaschinen – Kreissägemaschinen

## 6.3 Sicherheitstechnische Grundsätze

### 6.3.1 Gestalten von Maschinen

**DIN EN ISO 12100-1 Sicherheit von Maschinen – Grundbegriffe, allgemeine Gestaltungsleitsätze – Teil 1: Grundsätzliche Terminologie, Methodik (Apr 2004)**

Diese Norm ersetzt DIN EN 292-1, Ausgabe November 1991, und legt die grundsätzliche Terminologie und Methodik fest, die für das Erreichen der Sicherheit von Maschinen angewandt werden. Die Norm

wurde auf der Grundlage eines Mandats der Europäischen Kommission zur Maschinenrichtlinie erarbeitet. Die Festlegungen in dieser Norm sind für Konstrukteure vorgesehen. Diese Norm behandelt keine Schäden an Haustieren, Eigentum oder Umwelt. Ziel der Norm ist, Gefährdungen durch geeignete Schutzmaßnahmen zu beseitigen bzw. das Risiko zu minimieren.

Grundlegende Terminologie (auszugsweise Wiedergabe):

**Maschine.** Eine Gesamtheit von miteinander verbundenen Teilen oder Baugruppen, von denen mindestens eine(s) beweglich ist, mit den entsprechenden Antriebselementen, Steuer- und Energiekreisen, die für eine bestimmte Anwendung zusammengefügt sind, insbesondere für die Verarbeitung, Behandlung, Fortbewegung oder Verpackung eines Materials. Der Begriff „Maschine“ gilt auch für Maschinenanlagen, die so angeordnet und gesteuert werden, dass sie als einheitliches Ganzes funktionieren, um das gleiche Ziel zu erreichen.

**Gefährdung.** Potentielle Schadensquelle

*Anmerkung* Der Begriff Gefährdung kann präzisiert werden, um die Herkunft (z. B. mechanische Gefährdung, elektrische Gefährdung) oder die Art des zu erwartenden Schadens näher zu bezeichnen (z. B. Gefährdung durch elektrischen Schlag, Gefährdung durch Quetschen, Gefährdung durch Scheren, Gefährdung durch Vergiftung, Gefährdung durch Feuer).

**Relevante Gefährdung.** Gefährdung, die als an der Maschine vorhanden oder mit ihrem Einsatz verbunden festgestellt wurde.

**Signifikante Gefährdung.** Gefährdung, die als relevant festgestellt wurde und die vom Konstrukteur spezielle Maßnahmen erfordert, um das Risiko entsprechend der Risikobeurteilung auszuschließen oder zu reduzieren.

**Gefährdungssituation.** Sachlage, bei der eine Person mindestens einer Gefährdung ausgesetzt ist. Diese Situation kann unmittelbar oder über einen längeren Zeitraum hinweg zu einem Schaden führen.

**Risiko.** Kombination der Wahrscheinlichkeit des Eintritts eines Schadens und seines Schadensmaßes.

**Restrisiko.** Risiko, das nach Anwendung von Schutzmaßnahmen verbleibt.

**Hinreichende Risikominderung.** Risikominderung, die unter Berücksichtigung des Standes der Technik zumindest den gesetzlichen Anforderungen entspricht.

**Risikobeurteilung.** Gesamtheit des Verfahrens, das eine Risikoanalyse und Risikobewertung umfasst.

**Risikoanalyse.** Kombination aus Festlegung der Grenzen der Maschine, Identifizierung der Gefährdungen und Risikoeinschätzung.

**Risikobewertung.** Auf der Risikoanalyse beruhende Beurteilung, ob die Ziele zur Risikominderung erreicht wurden.

**Bestimmungsgemäße Verwendung einer Maschine.** Verwendung einer Maschine in Übereinstimmung mit den in der Benutzerinformation bereitgestellten Informationen.

**Vernünftigerweise vorhersehbare Fehlanwendung.** Verwendung einer Maschine in einer Weise, die vom Konstrukteur nicht vorgesehen ist, sich jedoch aus dem leicht vorhersehbaren menschlichen Verhalten ergeben kann.

**Sicherheitsfunktion.** Funktion einer Maschine, bei der ein Ausfall das Risiko/die Risiken erhöhen kann.

**Direkt wirkende Sicherheitsfunktion.** Sicherheitsfunktion einer Maschine, bei der ein Ausfall zur unmittelbaren Erhöhung des Risikos/der Risiken führen kann.

**Indirekt wirkende Sicherheitsfunktion.** Sicherheitsfunktion einer Maschine, bei der ein Ausfall nicht unmittelbar zur Erhöhung des Risikos/der Risiken führt, jedoch die Wirksamkeit der zugehörigen direkt wirkenden Sicherheitsfunktion vermindert.

**Schutzmaßnahme.** Mittel zur vorgesehenen Minderung des Risikos, umgesetzt vom:

- Konstrukteur (eigensichere Konstruktion, technische Schutzmaßnahmen und ergänzende Schutzmaßnahmen, Benutzerinformationen) und
- Benutzer (Organisation: sichere Arbeitsverfahren, Überwachung, Betriebserlaubnis zur Ausführung von Arbeiten, Bereitstellung und Anwendung zusätzlicher Schutzeinrichtungen, Anwendung persönlicher Schutzausrüstungen, Ausbildung).

**Inhärent sichere Konstruktion.** Schutzmaßnahme, die entweder Gefährdungen beseitigt oder die mit den Gefährdungen verbundenen Risiken vermindert, indem ohne Anwendung von trennenden oder nicht trennenden Schutzeinrichtungen die Konstruktions- oder Betriebseigenschaften der Maschine verändert werden.

**Technische Schutzmaßnahmen.** Schutzmaßnahmen, bei denen Schutzeinrichtungen zur Anwendung kommen, um Personen vor Gefährdungen zu schützen, die nicht in angemessener Weise beseitigt werden können oder deren Risiken, die durch inhärent sichere Konstruktion nicht ausreichend vermindert werden können.

**Schutzeinrichtung.** Trennende oder andere Schutzeinrichtung.

**Benutzerinformation.** Schutzmaßnahmen, die aus Kommunikationselementen bestehen (z. B. Texte, Wörter, Zeichen, Signale, Symbole, Diagramme), die einzeln oder gemeinsam verwendet werden, um Informationen an den Benutzer weiterzugeben.

Abschnitt 4 der Norm beschreibt grundlegende Gefährdungen, die von der jeweiligen Maschine ausgehen können und solche, die mit der Umgebung in Verbindung stehen, in der die Maschine eingesetzt wird. Hierzu gehören: mechanische, elektrische und thermische Gefährdung, Gefährdung durch Lärm, Schwingungen, Strahlung, Material und Substanzen, durch Vernachlässigung ergonomischer Grundsätze bei der Konstruktion und durch Ausrutschen, Stolpern und Stürzen sowie Gefährdungskombinationen.

In Abschnitt 5 wird eine Strategie zur Risikominimierung aufgezeigt. Es wird davon ausgegangen, dass eine an einer Maschine vorhandene Gefährdung früher oder später zu einem Schaden führt, wenn keine Schutzmaßnahme(n) durchgeführt wird bzw. werden. Diese Schutzmaßnahmen sollten dabei nach Möglichkeit bereits bei der Konstruktion ergriffen werden, da diese im allgemeinen wirksamer sind als die vom Benutzer getätigten Maßnahmen. Der Konstrukteur soll in der folgenden Reihenfolge vorgehen:

1. Festlegung der Grenzen und der bestimmungsgemäßen Verwendung der Maschine;
2. Identifizierung von Gefährdungen und zugehörigen Gefährdungssituationen;
3. Einschätzen des Risikos für jede identifizierte Gefährdung und zugehörige Gefährdungssituation;
4. Bewerten des Risikos und Treffen von Entscheidungen über die Notwendigkeit zur Risikominimierung;
5. Beseitigung der Gefährdung oder Vermindern der mit der Gefährdung verbundenen Risiken durch Schutzmaßnahmen.

Zur Erreichung des Ziels, die Gefährdung zu beseitigen oder die mit der Gefährdung verbundenen Risiken zu vermindern, wird eine „3-Stufen-Methode“ vorgeschlagen. Diese beinhaltet die folgenden Phasen, s. Bild 47.1:

- Inhärent sichere Konstruktion;
- Technische Schutzmaßnahmen;
- Benutzerinformation hinsichtlich des Restrisikos.

Die einzelnen Phasen werden in DIN EN ISO 12100-2 ausführlich beschrieben.

## **DIN EN ISO 12100-2 Sicherheit von Maschinen – Grundbegriffe, allgemeine Gestaltungsleitsätze – Teil 2: Technische Leitsätze (Apr 2004)**

Diese Norm ersetzt DIN EN 292-2, Ausgabe Juni 1995, und legt technische Leitsätze fest, um Konstrukteuren Hilfestellung zur Konstruktion sicherer Maschinen zu geben. Sie ist dafür vorgesehen, bei spezifischen Problemen zusammen mit DIN EN ISO 12100-1 angewendet zu werden.

Diese Norm behandelt keine Gefährdungen für Haustiere, Güter oder Umwelt. Es gelten die Begriffe der Norm DIN EN ISO 12100-1.

Eine inhärent sichere Konstruktion ist der erste und entscheidende Schritt im Prozess der Risikominimierung, da davon ausgegangen werden kann, dass inhärente Schutzmaßnahmen für die spezifische Maschine wirksam bleiben. Sie wird dadurch erreicht, dass Gefährdungen vermieden oder Risiken vermindert werden durch eine geeignete Auswahl von Konstruktionsmerkmalen bzw. von Wechselwirkungen zwischen den gefährdeten Personen mit der Maschine.

Folgende Aspekte gilt es zu berücksichtigen: Geometrische Faktoren, physikalische Aspekte, allgemeines technisches Wissen zur Konstruktion von Maschinen, Auswahl geeigneter Technologien, Wechsel-

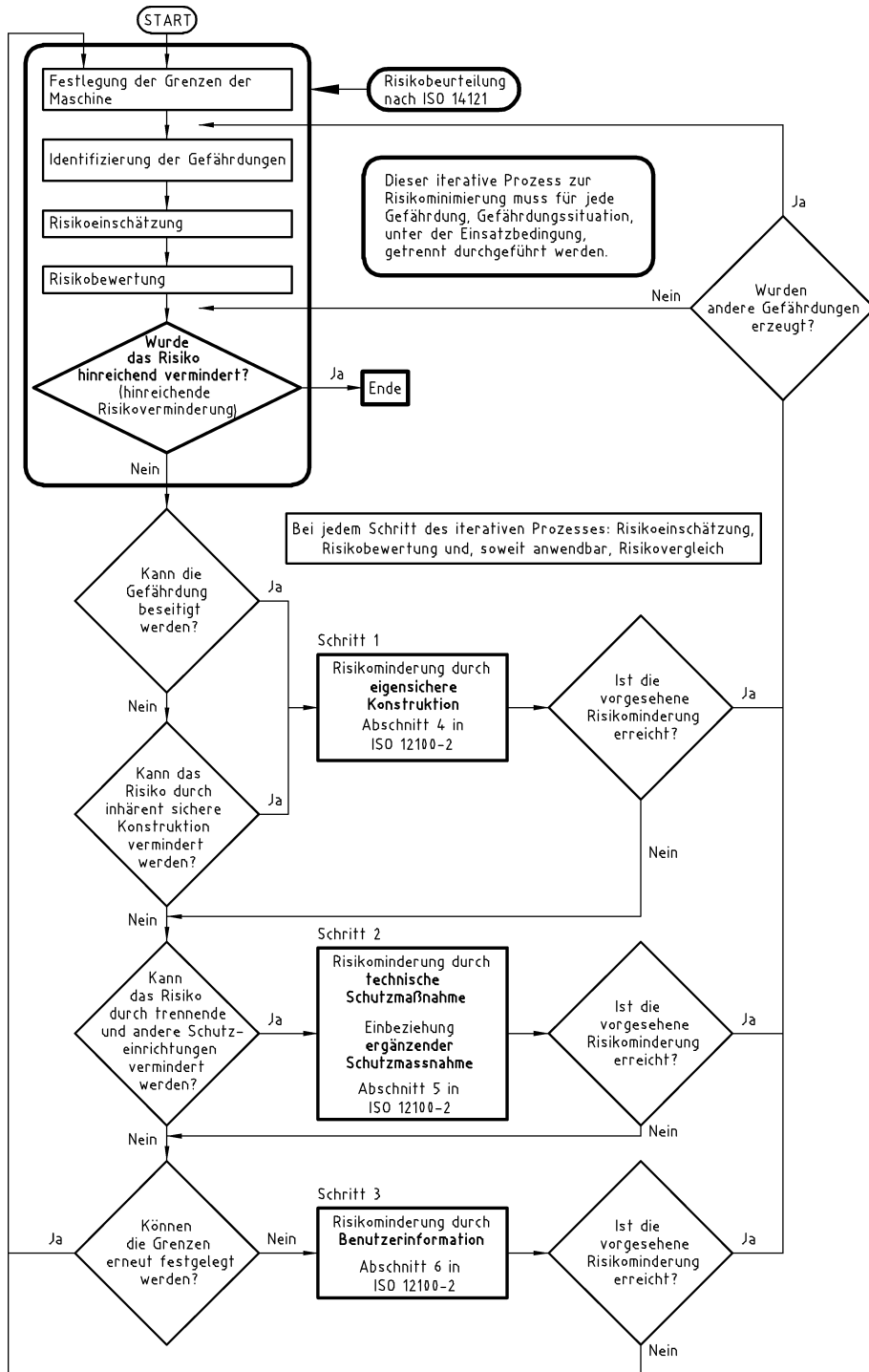


Bild 47.1 Schematische Darstellung des 3-stufigen iterativen Prozesses zur Risikominderung

wirkung zwischen Bauteilen, Standsicherheit, Instandhaltbarkeit, ergonomische Grundsätze, elektrische Gefährdung, Gefährdungen durch pneumatische und hydraulische Ausrüstungen.

Die DIN EN ISO 12100-2 gibt ausführliche Erläuterungen zu konstruktiven Maßnahmen:

- Ingangsetzen einer internen/äußeren Energiequelle;
- Ingangsetzen/Stillsetzen eines Mechanismus;
- Wiederanlauf nach Energieausfall;
- Unterbrechung der Energieversorgung;
- Selbstüberwachung;
- Programmierbare, elektronische Steuerungen;
- Handsteuerung;
- Steuerungsart für Einrichten, Teachen, Umrüsten, Fehlersuche, Reinigungs- oder Instandhaltungsarbeiten;
- Steuerungs- und Betriebsarten;
- Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV);
- Fehlersuche;
- Minimieren des Ausfalls von Sicherheitsfunktionen;
- Begrenzung der Gefährdungsexposition.

Im Abschnitt 5 der Norm werden außerdem praktische Beispiele für für technische Schutzmaßnahmen und ergänzende Schutzmaßnahmen gegeben. Hierzu gehören:

- Konstruktion und Anwendung von trennenden und nicht trennenden Schutzmaßnahmen;
- Verringerung von Emissionen (Lärm, Schwingungen, gefährliche Stoffe, Strahlung);
- Stillsetzen der Maschine im Notfall;
- Befreiung und Rettung eingeschlossener Personen;
- Energietrennung und Energieableitung;
- Leichte und sichere Handhabung;
- Sicherer Zugang.

### **Benutzerinformationen**

Die Benutzerinformation ist integraler Bestandteil der Lieferung einer Maschine und besteht aus Texten, Wörtern, Signalen, Symbolen oder Diagrammen. Die in der Norm angegebenen Anforderungen an Benutzerinformationen betreffen Platzierung und Art, Signale und Warneinrichtungen sowie Kennzeichnungen, Piktogramme und schriftliche Warnhinweise.

### **Weiterführende Literatur:**

„Leitfaden Maschinensicherheit in Europa“

Der Leitfaden ist eine Orientierungshilfe sowie Arbeits- und Planungsgrundlage für alle, die Maschinen konstruieren, herstellen, vertreiben, kaufen, aufstellen oder daran arbeiten, denn europaweit gelten die gleichen sicherheitstechnischen Maßstäbe. Er wird zweimal jährlich aktualisiert und ist auch in englischer Sprache erhältlich. Inzwischen liegt die 23. Ergänzungslieferung zum im Jahr 1994 erschienenen deutschsprachigen Grundwerk vor. Der Leitfaden enthält:

1. Ein geführtes Vorgehen bei der Konstruktion einer Maschine, wie die Durchführung der Sicherheitsanalyse, die Bestimmung der geltenden Rechtsgrundlage, die Konzeption und den Bau einer Maschine, die Auswahl und Durchführung der Bescheinigungsverfahren, das Inverkehrbringen, die Kontrolle und die Haftung;
2. Die Kommentierung der rechtlichen Grundlagen;
3. Relevante EG-Richtlinien im Volltext (einschließlich aller Änderungen);
4. Erläuterungen zur Europäischen Normung und die entsprechenden harmonisierten Normen im Volltext;
5. Beispielhafte Lösungen;

6. Ein Stichwortverzeichnis;
7. Ein Literaturverzeichnis mit den relevanten EG-Richtlinien, den entsprechenden harmonisierten Normen und den gemeldeten Stellen (notified bodies).

Der Leitfaden ist im Beuth-Verlag<sup>1)</sup> erhältlich.

## 6.3.2 Leitsätze zur Risikobeurteilung

### DIN EN 1050 Sicherheit von Maschinen – Leitsätze zur Risikobeurteilung (Jan 1997)

DIN EN 1050 wird zur Zeit überarbeitet und soll durch DIN EN ISO 14121-1 ersetzt werden; der Inhalt der neuen Ausgabe wird hier bereits berücksichtigt. Ein den Teil 1 inhaltlich ergänzender Technischer Bericht ISO/TR 14121-2 stellt eine praktische Anleitung zur Risikobeurteilung sowie fallspezifisch anwendbare Verfahrensbeispiele vor.

Das vorrangige Ziel von DIN EN ISO 14121-1 ist die Beschreibung eines systematischen Verfahrens zur Risikobeurteilung, damit angemessene und miteinander abgestimmte Schutzmaßnahmen ausgewählt werden können. Risikobeurteilung ist ein wesentlicher Teil des iterativen Prozesses der Risikominderung, der fortgeführt werden muss, bis Sicherheit erreicht wurde.

In dieser Typ-A-Norm werden Leitsätze für ein in sich geschlossenes systematisches Verfahren zur Risikobeurteilung gemäß DIN EN ISO 12100-1:2003, Abschnitt 5, beschrieben. Diese Norm gibt eine Anleitung für Entscheidungen, die während der Konstruktion einer Maschine zu treffen sind, und dient als Hilfestellung bei der Erarbeitung geeigneter und miteinander abgestimmter Typ-B- und Typ-C-Normen, so dass Maschinen hergestellt werden können, die entsprechend der Methodologie nach DIN EN ISO 12100-1 für die bestimmungsgemäße Verwendung sicher sind.

Die Risikobeurteilung umfasst, s. Bild 50.1:

1. Risikoanalyse;
  - Festlegung der Grenzen der Maschine;
  - Identifizierung der Gefährdungen;
  - Risikoeinschätzung;

2. Risikobewertung.

Die Risikoanalyse liefert die eigentlichen Informationen zur Risikobewertung, mit deren Hilfe wiederum Entscheidungen dahingehend getroffen werden können, ob eine Risikominderung erforderlich ist. Die Risikobewertung muss so ausgeführt werden, dass es möglich ist, den Verfahrensweg und die erreichten Ergebnisse zu belegen.

Der Risikobewertung vorgeschaltet ist die Risikoeinschätzung. Sie umfasst:

- die Festlegung der Grenzen der Maschine;
- die Identifizierung der Gefährdungen;
- die Risikoeinschätzung (Risikoelemente, exponierte Personengruppen, Art, Häufigkeit und Dauer, Zusammenhang zwischen Gefährdungsexposition und Auswirkungen, menschliche Faktoren, Schutzmaßnahmen).

Anschließend erfolgt die Risikobewertung, um zu entscheiden, ob eine Risikominderung notwendig ist. Wenn ja, sind geeignete Schutzmaßnahmen zu ergreifen und die Risikobeurteilung ist zu wiederholen. Das Erreichen einer hinreichenden Risikominderung und das positive Ergebnis eines möglichen Risikovergleichs geben Vertrauen, dass das Risiko hinreichend vermindert wurde (s. Bild 50.1).

Das Erreichen einer hinreichenden Risikominderung wird in einem 3-stufigen Prozess nach DIN EN ISO 12100-1 demonstriert.

Im Anhang A der vorliegenden Norm sind in separaten Tabellen Beispiele für Gefährdungen, Gefährdungssituationen und Gefährdungsereignisse angegeben, um diese Begrifflichkeiten zu erläutern und den Konstrukteur beim Prozess der Identifizierung von Gefährdungen zu unterstützen.

<sup>1)</sup> Leitfaden Maschinensicherheit in Europa, Herausgeber: DIN, ISBN: 3-410-13575-8, CD-ROM; Beuth-Verlag GmbH, Berlin, Wien, Zürich.

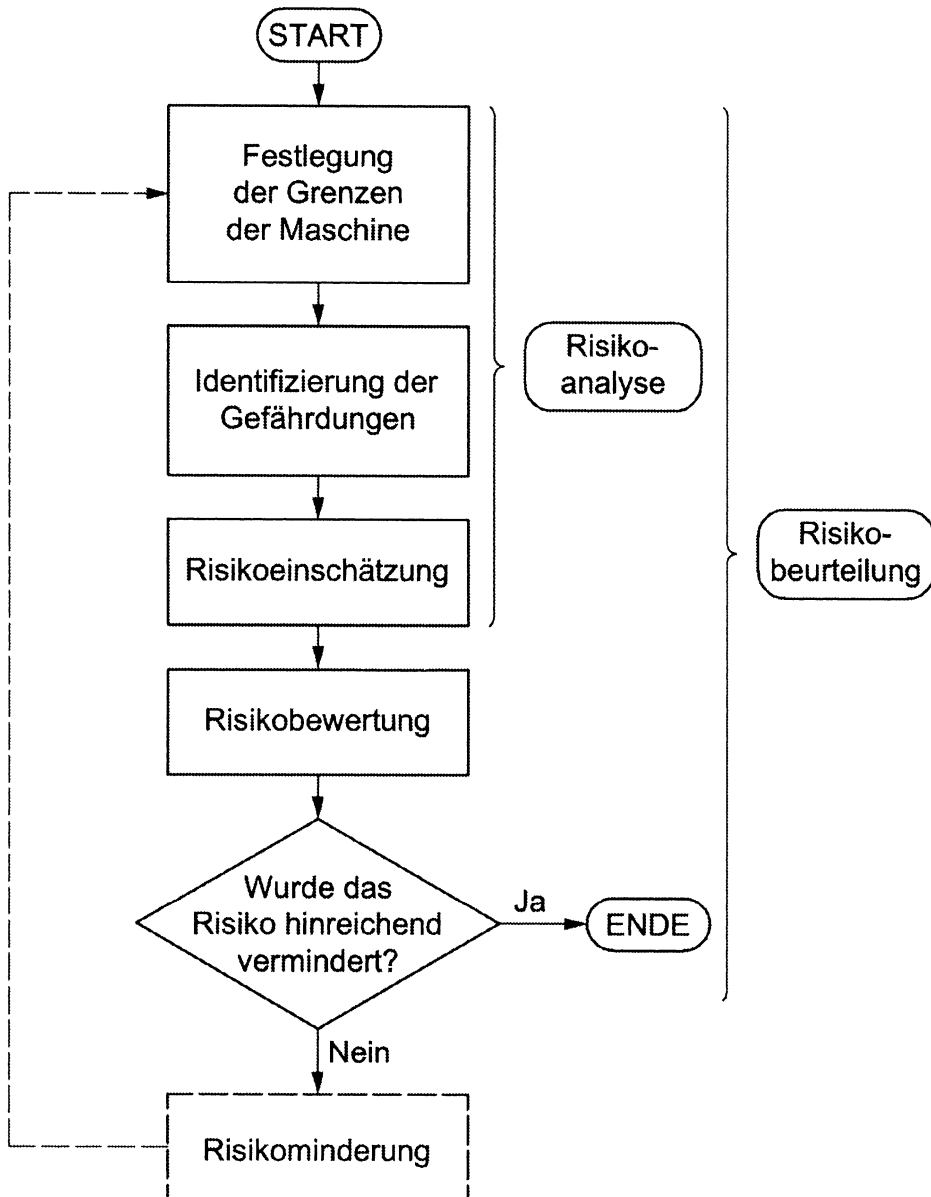


Bild 50.1 Iterativer Prozess zur hinreichenden Risikominderung

### 6.3.3 Sicherheitsabstände

#### DIN EN 294 Sicherheit von Maschinen – Sicherheitsabstände gegen das Erreichen von Gefahrstellen mit den oberen Gliedmaßen (Aug 1992)

Eine Methode der Vermeidung oder Minderung von Risiken, verursacht durch Maschinen, ist die Anwendung von Sicherheitsabständen gegen das Erreichen von Gefahrbereichen.

## Risikobewertung

Die Auswahl geeigneter Sicherheitsabstände für das Hinaufreichen oder Hinüberreichen über schützende Konstruktion muss von einer Risikobewertung abhängig sein (Risikobewertung s. DIN EN ISO 12100-1). Die Risikobewertung muss auf der Eintrittswahrscheinlichkeit einer Verletzung und der voraussichtlichen Schwere dieser Verletzung gegründet sein. Eine Analyse der technischen und menschlichen Umstände, auf die sich die Risikobewertung bezieht, ist wesentlich, um die geeignete Auswahl aus dieser Norm zu erreichen.

**Beispiel 1** Wo ein geringes Risiko der Gefährdung durch Reibung oder Abrieb besteht, muss zumindest Tab. 52.1 angewendet werden.

**Beispiel 2** Wo ein hohes Risiko der Gefährdung durch Abwickeln besteht, muss Tab. 52.2 angewendet werden.

### Hinaufreichen (s. Bild 51.1)

Wenn ein geringes Risiko von dem Gefahrenbereich ausgeht, dann muss die Höhe  $h$  des Gefahrenbereiches 2500 mm oder mehr betragen.

Wenn ein hohes Risiko von dem Gefahrenbereich ausgeht, dann muss

- entweder die Höhe  $h$  des Gefahrenbereiches 2700 mm oder mehr betragen,
- oder es müssen andere sicherheitstechnische Maßnahmen angewendet werden.

### Hinüberreichen über schützende Konstruktionen

Die folgenden Kennbuchstaben werden benutzt (s. Bild 51.2):

$a$  Höhe des Gefahrenbereiches,  $b$  Höhe der schützenden Konstruktion,  $c$  waagerechter Abstand zum Gefahrenbereich

**Werte.** Wenn ein geringes Risiko von einem Gefahrenbereich ausgeht, müssen zumindest die Werte der Tab. 52.1 angewendet werden.

Es darf keine Interpolation der Werte in dieser Tabelle erfolgen. Folglich sind, wenn die bekannten Werte für  $a$ ,  $b$  oder  $c$  zwischen zwei Werten in der Tabelle liegen, die Werte anzuwenden, die das höhere Sicherheitsniveau ergeben. Wenn ein hohes Risiko von einem Gefahrenbereich ausgeht, dann

- müssen entweder die Werte der Tab. 52.2 angewendet werden,
- oder es müssen andere sicherheitstechnische Maßnahmen angewendet werden.

Es darf auch keine Interpolation der Werte in Tab. 52.2 erfolgen. Folglich sind, wenn die bekannten Werte für  $a$ ,  $b$  oder  $c$  zwischen zwei Werten in der Tabelle liegen, die Werte anzuwenden, die das höhere Sicherheitsniveau ergeben.

Derzeit wird DIN EN ISO 13857 Sicherheit von Maschinen – Sicherheitsabstände gegen das Erreichen von Gefahrenstellen mit den oberen und unteren Gliedmaßen erarbeitet, die DIN EN 294 ersetzen soll.

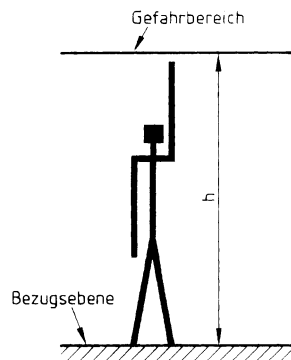


Bild 51.1 Hinaufreichen

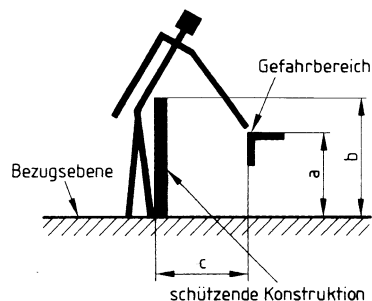


Bild 51.2 Hinüberreichen über schützende Konstruktion



Tabelle 52.1 Mindestwerte bei geringem Risiko eines Gefahrbereiches Maße in mm

Höhe des Gefahrbereiches <i>a</i>	Höhe der schützenden Konstruktion <i>b</i> <sup>1)</sup>								
	1000	1200	1400	1600	1800	2000	2200	2400	2500
Horizontaler Abstand zum Gefahrbereich <i>c</i>									
2500 <sup>2)</sup>	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2400	100	100	100	100	100	100	100	100	–
2200	600	600	500	500	400	350	250	–	–
2000	1100	900	700	600	500	350	–	–	–
1800	1100	1000	900	900	600	–	–	–	–
1600	1300	1000	900	900	500	–	–	–	–
1400	1300	1000	900	800	100	–	–	–	–
1200	1400	1000	900	500	–	–	–	–	–
1000	1400	1000	900	300	–	–	–	–	–
800	1300	900	600	–	–	–	–	–	–
600	1200	500	–	–	–	–	–	–	–
400	1200	300	–	–	–	–	–	–	–
200	1100	200	–	–	–	–	–	–	–
0	1100	200	–	–	–	–	–	–	–

<sup>1)</sup> Schützende Konstruktionen mit einer Höhe unter 1000 mm sind nicht enthalten, da sie die Bewegung nicht zufrieden stellend einschränken.

<sup>2)</sup> Für Gefahrbereiche über 2500 mm s. Norm.

Tabelle 52.2 Mindestwerte bei hohem Risiko eines Gefahrbereiches Maße in mm

Höhe des Gefahrbereiches <i>a</i>	Höhe der schützenden Konstruktion <i>b</i> <sup>1)</sup>									
	1000	1200	1400 <sup>3)</sup>	1600	1800	2000	2200	2400	2600	2700
Horizontaler Abstand zum Gefahrbereich <i>c</i>										
2700 <sup>2)</sup>	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2600	900	800	700	600	600	500	400	300	100	–
2400	1100	1000	900	800	700	600	400	300	100	–
2200	1300	1200	1000	900	800	600	400	300	–	–
2000	1400	1300	1100	900	800	600	400	–	–	–
1800	1500	1400	1100	900	800	600	–	–	–	–
1600	1500	1400	1100	900	800	500	–	–	–	–
1400	1500	1400	1100	900	800	–	–	–	–	–
1200	1500	1400	1100	900	700	–	–	–	–	–
1000	1500	1400	1000	800	–	–	–	–	–	–
800	1500	1300	900	600	–	–	–	–	–	–
600	1400	1300	800	–	–	–	–	–	–	–
400	1400	1200	400	–	–	–	–	–	–	–
200	1200	900	–	–	–	–	–	–	–	–
0	1100	500	–	–	–	–	–	–	–	–

<sup>1)</sup> Schützende Konstruktionen mit einer Höhe unter 1000 mm sind nicht enthalten, da sie die Bewegung nicht zufrieden stellend einschränken.

<sup>2)</sup> Für Gefahrbereiche über 2700 mm s. Norm.

<sup>3)</sup> Schützende Konstruktionen niedriger als 1400 mm sollten nicht ohne zusätzliche sicherheitstechnische Maßnahmen benutzt werden.

### DIN EN 349 Sicherheit von Maschinen – Mindestabstände zur Vermeidung des Quetschens von Körperteilen (Jun 1993)

Ziel dieser Norm ist, Normensetzer, Konstrukteure von Maschinen usw. in die Lage zu versetzen, das Risiko an Quetschstellen zu mindern. Sie enthält Mindestabstände in Abhängigkeit der entsprechenden Körperteile. Die Norm ist nicht anwendbar auf Risiken, die sich aus Stoß-, Scher- und Einziehgefahren ergeben.

## Mindestabstände

**Methodik zur Anwendung dieser Norm.** Dieses Verfahren zur Anwendung von DIN EN 349 muss Teil der Strategie für die Auswahl von Sicherheitsmaßnahmen (DIN EN ISO 12100-1) sein. Der Anwender dieser Norm muss:

- a) die Gefährdungen durch Quetschen feststellen;
- b) die Risiken dieser Gefährdungen in Übereinstimmung mit DIN EN ISO 12100-1 bewerten und Nachfolgendes besonders berücksichtigen:
  - Wo es vorhersehbar ist, dass ein Risiko einer Gefährdung durch Quetschen für verschiedene Körperteile besteht, dann ist der auf das Größte dieser Körperteile bezogene Mindestabstand aus Tab. 54.1 anzuwenden.
  - Das unberechenbare Verhalten von Kindern, wenn Kinder in den dem Risiko ausgesetzten Personenkreis einbezogen werden.
  - Ob in Betracht gezogene Körperteile einem Risiko ausgesetzt sein könnten, wenn sie in einer anderen als in Tab. 54.1 enthaltenen Art von Quetschstelle gehalten werden.
  - Wenn dicke oder umfangreiche Kleidung, z. B. Schutzkleidung für extreme Temperaturen oder tragbare Werkzeuge in Betracht gezogen werden müssen, sind die angegebenen Mindestabstände zu vergrößern.
  - Wenn es vorhersehbar ist, dass Maschinen durch Personen betätigt werden, die dick besohletes Schuhwerk, z. B. Clogs tragen, ist das effektive Maß des Fußes vergrößert, und die Abstände nach Tab. 54.1 können nicht angemessen sein.
- c) den entsprechenden Sicherheitsabstand bezogen auf das dem Risiko ausgesetzte Körperteil aus Tab. 54.1 auswählen;
- d) Wenn der Mindestabstand für das dem Risiko ausgesetzten größten Körperteil nicht erreicht werden kann oder das Sicherheitsniveau, bei dem der Mindestabstand von Tab. 54.1 angewendet ist, nicht ausreichend ist, müssen zusätzliche Sicherheitsmaßnahmen und/oder Mittel hinzugezogen werden (s. z. B. DIN EN ISO 12100-1 und DIN EN ISO 12100-2 und DIN EN 294). Ein Beispiel für eine zusätzliche Sicherheitsmaßnahme ist nachfolgend aufgeführt:

**Beispiel** Anwendung von begrenztem Zugang als eine zusätzliche Sicherheitsmaßnahme.

Begrenzter Zugang für die größeren Körperteile durch Anwendung von schützender Konstruktion mit eingeschränkter Öffnung entsprechend DIN EN 294 oder kombiniert mit dieser Norm. Die Möglichkeit des Zugangs in eine Quetschstelle für ein bestimmtes Körperteil ist von folgenden Parametern abhängig (s. auch Bild 53.1):

- Dem verfügbaren Abstand  $g$  zwischen den festen und/oder beweglichen Teilen;
- Der Tiefe der Quetschstelle  $b$ ;
- Den Maßen  $c$  der Öffnung in der schützenden Konstruktion und ihrem Abstand  $d$  von der Quetschstelle.

**Anmerkung** Die Maße für Öffnungen in Bezug auf Sicherheitsabstände können in DIN EN 294 gefunden werden.

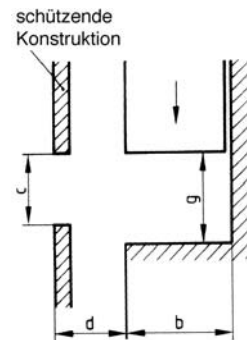

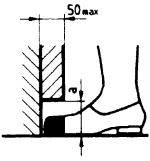
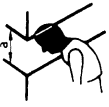







Bild 53.1 Schützende Konstruktion mit eingeschränkter Öffnung

Für bestimmte Anwendungsfälle kann es berechtigte Gründe geben, von diesen Mindestabständen abzuweichen. Normen, die diese Anwendungsfälle beinhalten, müssen angeben, wie ein angemessenes Sicherheitsniveau erreicht werden kann.

Tab. 54.1 gibt Mindestwerte für Öffnungen, um durch Gestalten das Quetschen von Körperteilen zu vermeiden.

Tabelle 54.1 Mindestabstände für Öffnungen (Maße in mm)

Körperteil	Mindestabstand $a$	Bild	Körperteil	Mindestabstand $a$	Bild
Körper	500		Zehen	50	
Kopf (ungünstigste Haltung)	300		Arm	120	
Bein	180		Hand Handgelenk Faust	100	
Fuß	120		Finger	25	

### DIN EN 811 Sicherheit von Maschinen – Sicherheitsabstände gegen das Erreichen von Gefahrstellen mit den unteren Gliedmaßen (Dez 1996)

#### Voraussetzungen

Die Sicherheitsabstände sind unter folgenden Voraussetzungen festgelegt worden:

- Die schützenden Konstruktionen und alle Öffnungen behalten ihre Form und Lage bei. Andernfalls müssen Überlegungen angestellt werden, um angemessene Sicherheit zu erreichen.
- Die Sicherheitsabstände werden von der Begrenzungsfläche aus gemessen, die den Körper oder die betrachteten Körperteile zurückhält.

#### Risikobeurteilung

Die Auswahl des entsprechenden Sicherheitsabstandes gegen das Erreichen von Gefahrbereichen muss von einer Risikobeurteilung abhängig sein (s. DIN EN ISO 12100-1 und DIN EN ISO 14121-1). Diese Norm muss angewendet werden, wenn die Risikobeurteilung ergibt, dass nur ein Risiko für die unteren Gliedmaßen gegeben ist. Wo jedoch ein Risiko für die oberen und unteren Gliedmaßen gegeben ist, muss für eine vorhandene Öffnung der größte Sicherheitsabstand beispielsweise nach Tab. 55.1 angewendet werden. DIN EN 294 enthält ebenfalls Sicherheitsabstände regelmäßiger Öffnungen für Personen ab 14 Jahre.

#### Regelmäßige Öffnungen

Das Maß  $e$  der Öffnungen bezieht sich auf die Seite einer quadratischen Öffnung, den Durchmesser einer kreisförmigen Öffnung und die kleinste Abmessung einer schlitzförmigen Öffnung. Schlitzförmige Öffnungen >180 mm und quadratische oder kreisförmige Öffnungen >240 mm erlauben den Zugang für den ganzen Körper.

Die in Tab. 55.1 angegebenen Werte sind unabhängig davon, ob Bekleidung oder Fußbekleidung getragen wird.

Tabelle 55.1 Sicherheitsabstände

Teil des unteren Gliedmaßes	Bild	Öffnung	Sicherheitsabstand $cr$	
			Schlitz	Quadrat oder Kreis
Zehenspitze		$e \leq 5$	0	0
Zehe		$5 < e \leq 15$	$\geq 10$	0
		$15 < e \leq 35$	$\geq 80^1)$	$\geq 25$
Fuß		$35 < e \leq 60$	$\geq 180$	$\geq 80$
		$60 < e \leq 80$	$\geq 650^2)$	$\geq 180$
Bein bis zum Knie		$80 < e \leq 95$	$\geq 1100^3)$	$\geq 650^2)$
Bein bis zum Schritt		$95 < e \leq 180$	$\geq 1100^3)$	$\geq 1100^3)$
		$180 < e \leq 240$	nicht zulässig	$\geq 1100^3)$

<sup>1)</sup> Wenn die Länge einer schlitzförmigen Öffnung  $\leq 75$  mm ist, kann der Sicherheitsabstand auf  $\geq 50$  mm reduziert werden.

<sup>2)</sup> Der Wert bezieht sich auf „Bein bis zum Knie“.

<sup>3)</sup> Der Wert bezieht sich auf „Bein bis zum Schritt“.

### Unregelmäßige Öffnungen

Im Fall unregelmäßiger Öffnungen müssen die folgenden Schritte ausgeführt werden:

- Man bestimme zuerst
  - den Durchmesser der kleinsten kreisförmigen Öffnung und
  - die Seite der kleinsten quadratischen Öffnung und
  - die Weite der kleinsten schlitzförmigen Öffnung,
 in welche die unregelmäßige Öffnung vollständig eingefügt werden kann (s. schraffierte Fläche in Bild 55.2).
- Man wähle die entsprechenden drei Sicherheitsabstände in Übereinstimmung mit Tab. 55.1 aus.
- Der kürzeste Sicherheitsabstand der drei in b) ausgewählten Werte kann verwendet werden.

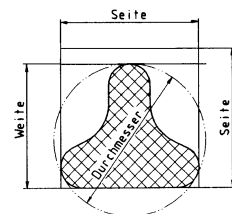


Bild 55.2 Unregelmäßige Öffnungen; kleinste schlitzförmige Öffnungen

Derzeit wird DIN EN ISO 13857 Sicherheit von Maschinen – Sicherheitsabstände gegen das Erreichen von Gefahrenstellen mit den oberen und unteren Gliedmaßen erarbeitet, die DIN EN 811 ersetzen soll.

### 6.3.4 Schutzeinrichtungen, Zweihandschaltung

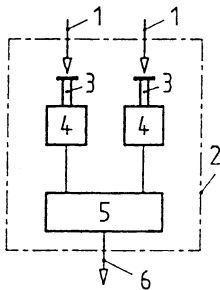
#### DIN EN 574 Sicherheit von Maschinen – Zweihandschaltung – Funktionelle Aspekte – Gestaltungsleitsätze (Feb 1997)

Diese Norm beschreibt die Haupteigenschaften von Zweihandschaltungen zur Erlangung von Sicherheit und liefert Kombinationen von funktionalen Eigenschaften für 3 Typen. Diese Norm gilt nicht für Einrichtungen, die für die Verwendung als Zustimmungseinrichtung, Befehlseinrichtung mit selbsttätiger Rückstellung (Tippschalter) und als spezielle Steuereinrichtung bestimmt sind. Diese Norm legt nicht fest, mit welchen Maschinen Zweihandschaltungen angewendet werden sollen. Sie legt ebenfalls nicht fest, welche Typen von Zweihandschaltungen verwendet werden sollen. Darüber hinaus legt sie nicht den Abstand zwischen der Zweihandschaltung und dem Gefahrenbereich fest. Die Norm liefert Anforderungen und Anleitungen für die Gestaltung und Auswahl von Zweihandschaltungen einschließlich der Verhinderung des Umgehens, des Vermeidens von Ausfällen und der Bewertung von Zweihandschaltungen, die ein programmierbares elektronisches System enthalten, wenn dies sich aus der Risikobewertung ergibt. Diese Norm gilt für alle Zweihandschaltungen, unabhängig von der Energie, einschließlich

- Zweihandschaltungen, die integraler Bestandteil einer Maschine sind oder nicht
- Zweihandschaltungen, die aus einer oder mehreren einzelnen Baugruppen bestehen.

#### Definition

Eine Einrichtung, die mindestens die gleichzeitige Betätigung durch beide Hände erfordert, um den Betrieb einer Maschine einzuleiten und aufrechtzuerhalten solange eine Gefährdung besteht, um auf diese Weise eine Maßnahme zum Schutz nur der betätigenden Person zu erreichen (s. Bild 56.1).



- (1) Eingangssignal
- (2) Zweihandschaltung
- (3) Stellteil
- (4) Signalumsetzer
- (5) Signalverarbeitung
- (6) Ausgangssignal

Bild 56.1 Schematische Darstellung einer Zweihandschaltung

### 6.3.5 Not-Aus-Einrichtung

#### DIN EN 418 Sicherheit von Maschinen – Not-Aus-Einrichtung – funktionelle Aspekte, Gestaltungsleitsätze (Jan 1993)

Diese Norm legt Gestaltungsleitsätze für NOT-AUS-Einrichtungen an Maschinen, ohne Rücksicht auf die Art der verwendeten Energie, fest.

Bild 56.2 zeigt die funktionale Abgrenzung einer NOT-AUS-Einrichtung. Bild 57.1 zeigt die Einbindung dieser Einrichtung in der Maschine.

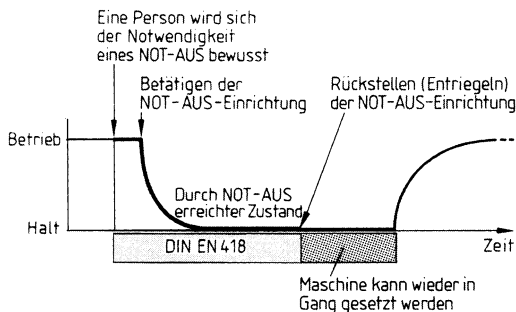


Bild 56.2 Funktionelle Aspekte des Anwendungsbereiches von DIN EN 418

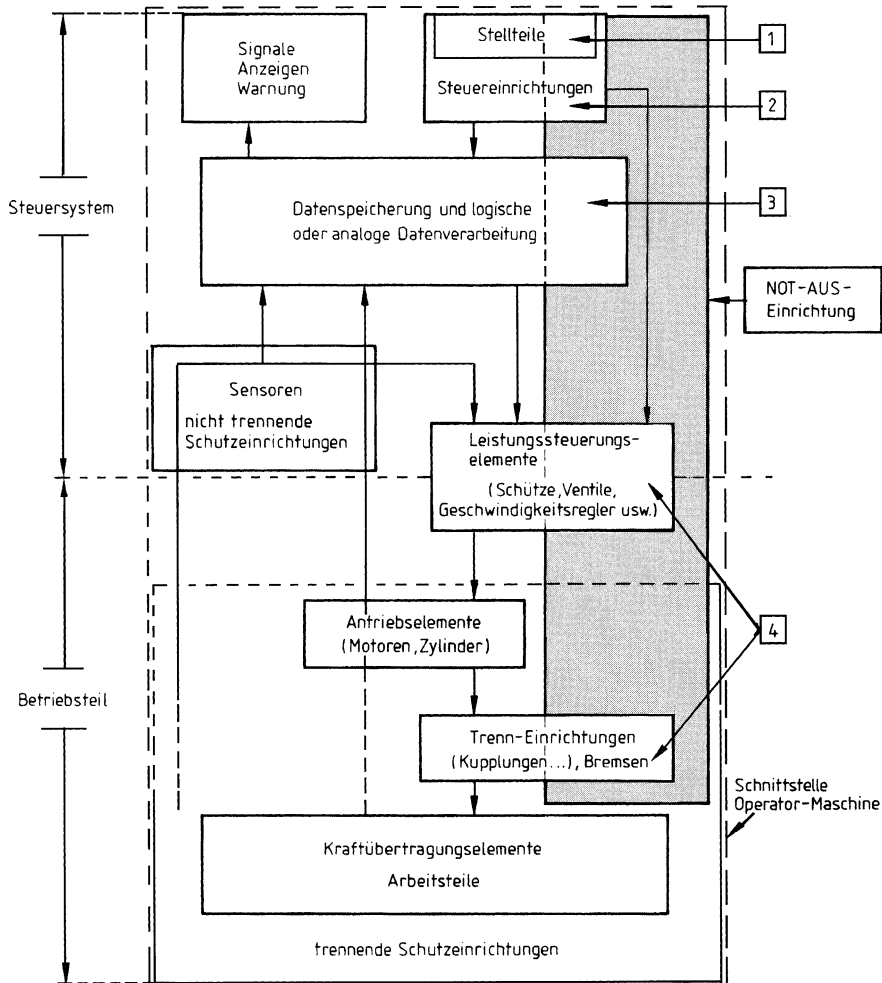
## Definitionen

**NOT-AUS (Funktion).** Funktion, die

- aufkommende oder bestehende Gefahren für Personen, Schäden an der Maschine oder dem Arbeitsgut abwenden oder mindern soll;
- durch eine einzige Handlung durch eine Person ausgelöst wird, wenn die normale Haltefunktion dafür nicht angemessen ist.

Gefahren im Sinne dieser Norm sind solche, die herrühren können von:

- funktionalen Unregelmäßigkeiten (Fehlfunktionen der Maschinen, nicht hinnehmbare Eigenschaften des bearbeiteten Materials, menschliche Fehler ...);
- normalem Betrieb.



- 1 Stellteile
- 2 Steuereinrichtung(en), die den NOT-AUS-Befehl erzeugt (erzeugen) [Befehlseinrichtung(en)]
- 3 Teil der Steuerung zur Verarbeitung des NOT-AUS-Befehls
- 4 Leistungs-Steuerungselemente (Schütze, Ventile oder Geschwindigkeitsregler), Trenn-Einrichtungen (Kupplungen usw.) und Bremsen, zum Erreichen des NOT-AUS, wenn sie auch für den normalen Betrieb der Maschine benutzt werden.

Bild 57.1 NOT-AUS-Einrichtung in einer Maschine/Anlage

*Anmerkung* Funktionen, wie z. B. Umkehr oder Begrenzung von Bewegungen, Abweisen, Abschirmen, Bremsen, Unterbrechen usw., können Teil der NOT-AUS-Funktion sein. Diese Norm behandelt diese Funktionen nicht.

**NOT-AUS-Einrichtung.** Anordnung von Bauteilen, die dazu bestimmt ist, die NOT-AUS-Funktion zu verwirklichen

(Bild 57.1 zeigt, zu welchen Teilen der Maschine diese Bauteile gehören können).

### 6.3.6 Vermeiden von unerwartetem Anlauf

#### DIN EN 1037 Sicherheit von Maschinen – Vermeiden von unerwartetem Anlauf (Apr 1996)

Diese Norm legt konstruktiv vorzusehende Maßnahmen fest, die darauf gerichtet sind, unerwarteten Anlauf zu vermeiden, um sicheren Eingriff von Personen in Gefahrenbereiche zu ermöglichen.

Diese Norm bezieht sich auf unerwarteten Anlauf durch alle Arten von Energie, d. h.:

- Energieversorgung, z. B. elektrisch, hydraulisch, pneumatisch;
- gespeicherte Energie, z. B. durch Schwerkraft, gespannte Federn;
- äußere Einflüsse, z. B. durch Wind.

Eine Maschine während des Eingriffs einer Person in den Gefahrenbereich im Stillstand zu halten, ist eine der wichtigsten Voraussetzungen für den sicheren Gebrauch der Maschine und von daher eines der bedeutendsten Ziele für den Maschinenhersteller und -benutzer.

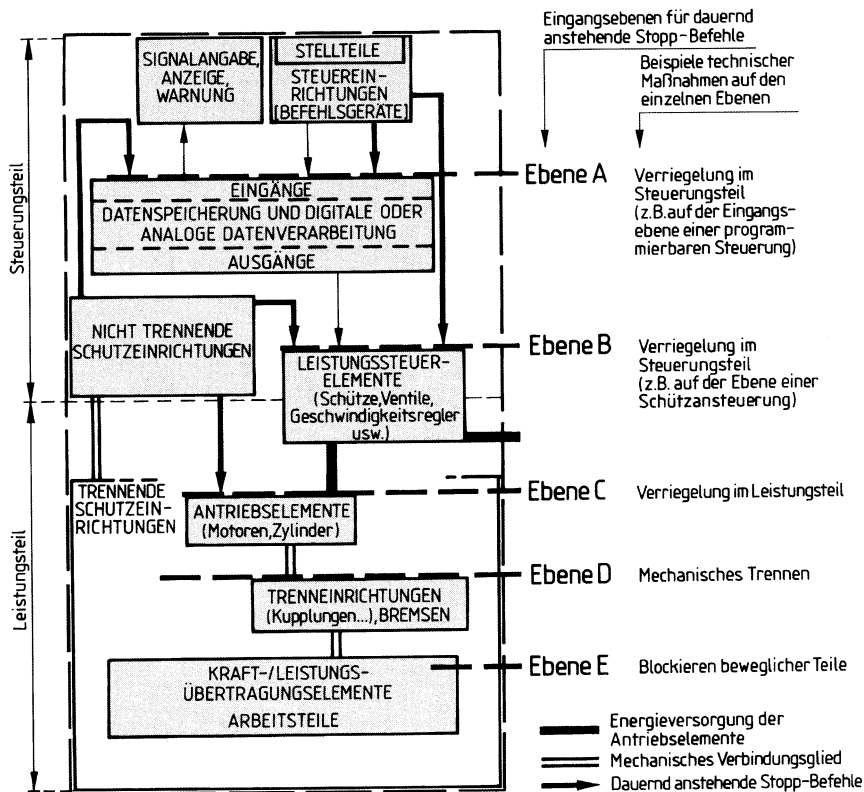


Bild 58.1 Anwendung von Maßnahmen – außer denen für Energietrennung und -ableitung – zur Vermeidung eines von zufällig erzeugten Startbefehlen verursachten unerwarteten Anlaufs

In der Vergangenheit waren die Zustände einer „Maschine in Betrieb“ und „Maschine nicht in Betrieb“ im Allgemeinen eindeutig; eine Maschine war:

- in Betrieb, wenn ihre beweglichen Teile oder einige davon sich bewegten;
- nicht in Betrieb, wenn sich ihre beweglichen Teile in Ruhe befanden.

Die Maschinenautomatisierung hat die Beziehungen zwischen den Definitionen der Zustände „in Betrieb“ und „sich bewegend“ einerseits, „nicht in Betrieb“ und „im Ruhezustand“ andererseits schwieriger gemacht. Die Automatisierung hat auch die Möglichkeiten von unerwartetem Anlauf vergrößert. Es gibt eine beachtliche Zahl von Unfällen, bei denen Maschinen für Fehlersuche oder Einrichten stillgesetzt wurden und dann unerwartet anliefen.

Andere als mechanische Gefährdungen, die durch bewegliche Teile hervorgerufen werden (z. B. Gefährdung durch Laserstrahlung) müssen oft in Betracht gezogen werden. Die Norm enthält Definitionen über

- Anlauf;
- unerwarteten Anlauf;
- Energietrennung und -ableitung und allgemeine Festlegungen zu den Komplexen;
- Energietrennung und -ableitung;
- Maßnahmen um unerwarteten Anlauf zu verhindern;
- Geräte zur Trennung von Energie;
- Einrichtungen zum Abschließen;
- Einrichtungen zur Ableitung gespeicherter Energie oder deren Rückhaltung;
- Feststellung der Wirksamkeit;
- Maßnahmen zur Vermeidung einer zufälligen Erzeugung von Startbefehlen;
- Automatische Überwachung eines Stillstandes.

### 6.3.7 Verriegelungen

#### **DIN EN 1088 Sicherheit von Maschinen – Verriegelungseinrichtungen in Verbindung mit trennenden Schutzeinrichtungen – Leitsätze für die Gestaltung und Auswahl (Feb 1996)**

In erster Linie gibt diese Norm Maschinenkonstruktoren und Verfassern von Typ C-Normen Anleitungen, wie Verriegelungseinrichtungen in Verbindung mit trennenden Schutzeinrichtungen zu gestalten oder auszuwählen sind, um Übereinstimmung mit den zutreffenden grundlegenden Sicherheitsanforderungen der EU-Richtlinie „Maschinen“ zu erzielen. Diese Norm kann ebenso als Anleitung verwendet werden, das Risiko zu kontrollieren, wenn keine Typ C-Norm für eine bestimmte Maschine vorhanden ist.

Zutreffende Abschnitte der Norm können – allein oder in Verbindung mit Festlegungen aus anderen Normen – als Basis für das Verifizierungsverfahren verwendet werden, das den Zweck hat, die Eignung einer Einrichtung für Verriegelungsaufgaben festzustellen. Die Norm enthält Definitionen z. B. über

- Verriegelungseinrichtung;
- verriegelte trennende Schutzeinrichtung;
- Zuhalteinrichtung;
- automatische Überwachung;

und allgemeine Festlegungen zu den Komplexen

- Prinzipien und typische Arten von Verriegelungseinrichtungen in Verbindung mit trennenden Schutzeinrichtungen;
- für die Gestaltung von Verriegelungseinrichtungen;
- zusätzliche technische Anforderungen an elektrische Verriegelungseinrichtungen;
- Auswahl einer Verriegelungseinrichtung;

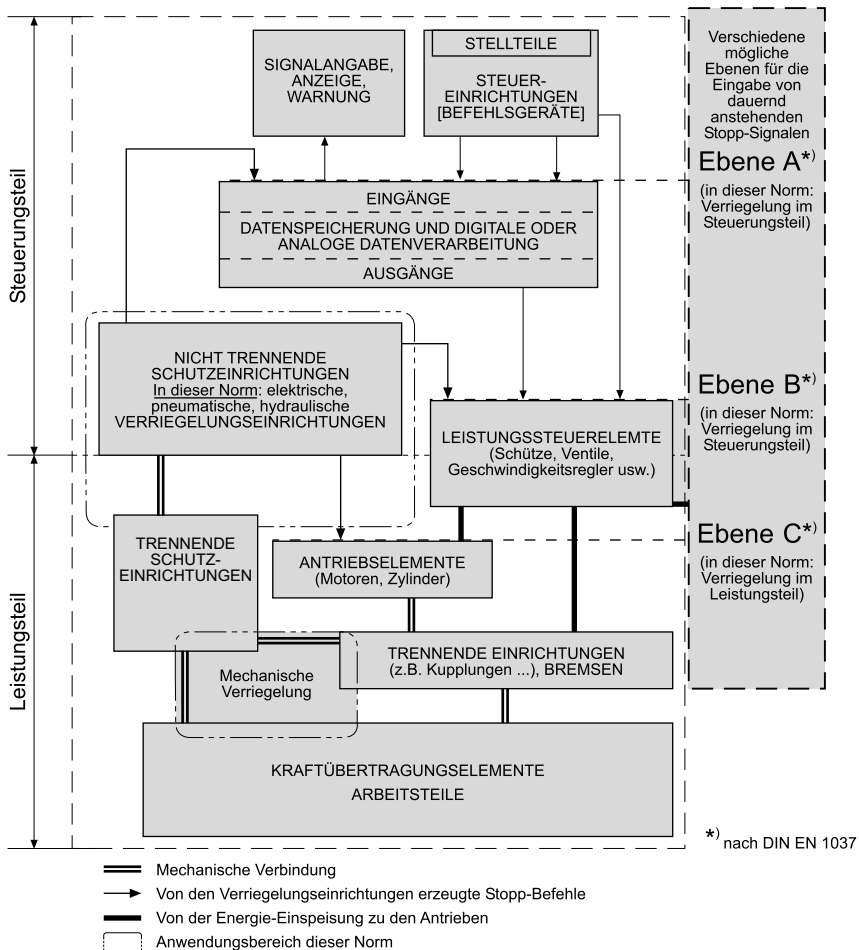


sowie in Anhängen (informativ) Beispiele über Verriegelungseinrichtungen z. B. mit

- fest verbundenem Schlüssel;
- Schlüsseltransfersystem;
- Steckvorrichtung;
- magnetisch betätigten Schaltern;
- zwei Näherungsschaltern.

Prinzipien und typische Arten von Verriegelungseinrichtungen in Verbindung mit trennenden Schutz-einrichtungen s. Bild 60.1.

**Anmerkung** Die Verbindung mit dem betreffenden informativen Anhang ist immer dann gegeben, wenn dies zum besseren Verständnis beiträgt.



**Bild 60.1** Anordnung von Verriegelungseinrichtungen in Maschinen

In einer Ergänzung zu DIN EN 1088, die z. Z. erarbeitet wird, werden genauere Anforderungen festgelegt, so dass Vorkehrungen zur Verringerung von Umgehungsmöglichkeiten verbessert werden können.

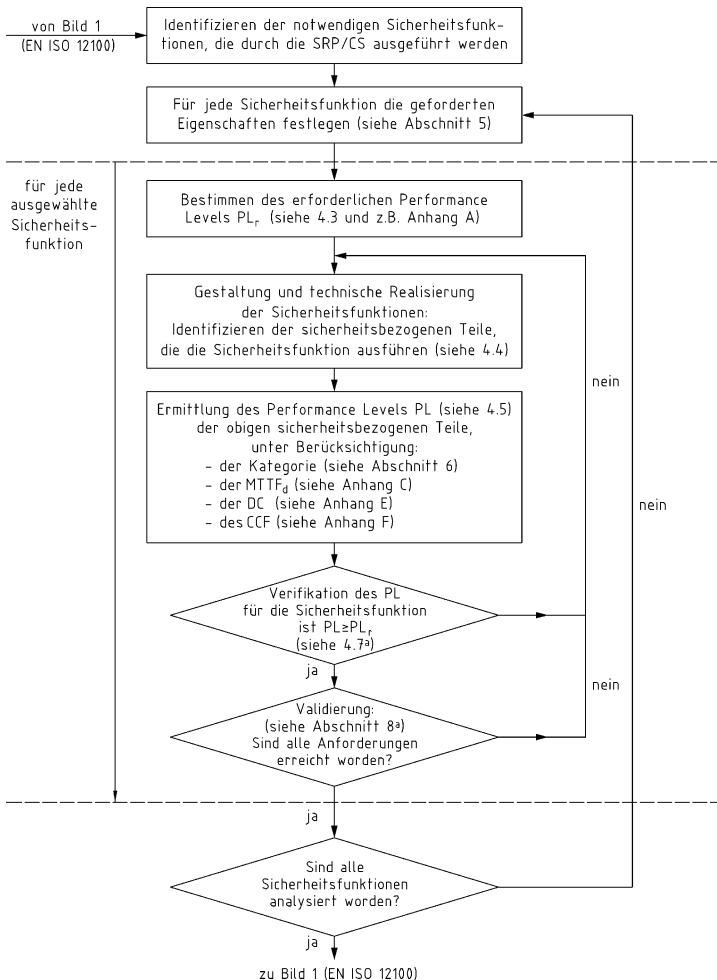
### 6.3.8 Steuerungen

#### DIN EN ISO 13849-1 Sicherheit von Maschinen – Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen – Teil 1: Allgemeine Gestaltungsleitsätze (Feb 2007)

DIN EN ISO 13849-1 ersetzt DIN 954-1 einschließlich Beiblatt 1. Die Norm enthält Festlegungen im Sinne des Gerätesicherheitsgesetzes und stellt einen Leitfaden für die Gestaltung und Beurteilung von Steuerungen dar. Als Teil einer Gesamtrisikominderung an einer Maschine wird ein Konstrukteur oft Maßnahmen durch die Anwendung von Schutzeinrichtungen zur Risikoreduzierung ergreifen, die eine oder mehrere Sicherheitsfunktionen verwenden. Teile einer Maschinensteuerung, die Sicherheitsfunktionen liefern sollen, werden sicherheitsbezogene Teile einer Steuerung (SRP/CS) genannt, und diese Teile können entweder aus Hardware und Software bestehen und separater oder integraler Bestandteil der Maschinensteuerung sein. Zusätzlich zur Bereitstellung von Sicherheitsfunktionen kann ein SRP/CS auch Betriebsfunktionen liefern (z. B. eine Zweihandsteuerung zum Start eines Prozesses).

Die Fähigkeit sicherheitsbezogener Teile von Steuerungen, eine Sicherheitsfunktion unter vorhersehbaren Bedingungen auszuführen, wird einer von fünf Stufen zugeordnet, den so genannten Performance Level (PL). Diese Performance Level werden definiert in Form der Wahrscheinlichkeit eines gefährbringenden Ausfalls je Stunde (s. Tab. 62.1).

Die Wahrscheinlichkeit eines gefährbringenden Ausfalls der Sicherheitsfunktion hängt von mehreren Faktoren ab, einschließlich der Hardware- und Softwarestruktur, dem Umfang der Fehler-Detektions-



**Bild 61.1**  
Iterativer Prozess zur Gestaltung der sicherheitsbezogenen Teile von Steuerungen (SRP/CS)

Tabelle 62.1 Performance Level (PL)

Performance Level (PL)	Durchschnittliche Wahrscheinlichkeit eines gefährlichen Ausfalls je Stunde 1/h
a	$\geq 10^{-5}$ bis $< 10^{-4}$
b	$\geq 3 \cdot 10^{-6}$ bis $< 10^{-5}$
c	$\geq 10^{-6}$ bis $< 3 \cdot 10^{-6}$
d	$\geq 10^{-7}$ bis $< 10^{-6}$
e	$\geq 10^{-8}$ bis $< 10^{-7}$

*Anmerkung:* Neben der durchschnittlichen Wahrscheinlichkeit eines gefährlichen Ausfalls je Stunde, sind weitere Maßnahmen notwendig, um den PL zu erreichen.

mechanismen [Diagnosedeckungsgrad (DC)], der Zuverlässigkeit von Bauteilen [mittlere Zeit bis zum gefahrbringenden Ausfall ( $MTTF_d$ )], den Ausfällen infolge gemeinsamer Ursache (CCF)], dem Gestaltungsprozess, der Belastung im Betrieb, den Umgebungsbedingungen und den betrieblichen Einsatzbedingungen.

Um den Konstrukteur zu unterstützen und als Hilfe zur Bestimmung des erreichten PL, stellt diese Norm eine Methode auf Basis einer Kategorisierung von Strukturen nach speziellen Entwurfskriterien und spezifiziertem Verhalten bei Fehlerbedingungen bereit. Diese Kategorien werden einer von fünf Stufen zugeordnet, genannt Kategorien B, 1, 2, 3 und 4 (s. Tab. 62.2).

Die Struktur eines SRP/CS ist ein Schlüsselmerkmal mit großem Einfluss auf den PL. Auch wenn die Vielfalt der möglichen Strukturen groß ist, sind die grundlegenden Konzepte oft ähnlich. So können

Tabelle 62.2 Zusammenfassung der Anforderungen für Kategorien

Kategorie	Zusammenfassung der Anforderungen	Systemverhalten	Prinzip zum Erreichen der Sicherheit	$MTTF_d$ jedes Kanals	$DC_{avg}$	CCF
B	SRP/CS(en) und/oder ihre Schutzeinrichtungen sowie ihre Bauteile müssen in Übereinstimmung mit den zutreffenden Normen so gestaltet, gebaut, ausgewählt, zusammengebaut und kombiniert werden, dass sie den zu erwartenden Einflüssen standhalten können. Grundlegende Sicherheitsprinzipien müssen verwendet werden.	Das Auftreten eines Fehlers kann zum Verlust der Sicherheitsfunktion führen.	Überwiegend durch die Auswahl von Bauteilen charakterisiert.	niedrig bis mittel	keine	nicht relevant
1	Die Anforderungen von B müssen erfüllt sein. Bewährte Bauteile und bewährte Sicherheitsprinzipien müssen angewendet werden.	Das Auftreten eines Fehlers kann zum Verlust der Sicherheitsfunktion führen, aber die Wahrscheinlichkeit des Auftretens ist geringer als in Kategorie B.	Überwiegend durch die Auswahl von Bauteilen charakterisiert.	hoch	keine	nicht relevant
2	Die Anforderungen von B und die Verwendung bewährter Sicherheitsprinzipien müssen erfüllt sein. Die Sicherheitsfunktion muss in geeigneten Zeitabständen durch die Maschinensteuerung getestet werden.	Das Auftreten eines Fehlers kann zum Verlust der Sicherheitsfunktion zwischen den Tests führen. Der Verlust der Sicherheitsfunktion wird durch den Test erkannt.	Überwiegend durch die Struktur charakterisiert.	niedrig bis hoch	niedrig bis mittel	s. Anhang F der Norm

Fortsetzung s. nächste Seite

Tabelle 62.2, Fortsetzung

Kategorie	Zusammenfassung der Anforderungen	Systemverhalten	Prinzip zum Erreichen der Sicherheit	MTTF <sub>d</sub> jedes Kanals	DC <sub>avg</sub>	CCF
3	Die Anforderungen von B und die Verwendung bewährter Sicherheitsprinzipien müssen erfüllt sein. Sicherheitsbezogene Teile müssen so gestaltet werden, dass: <ul style="list-style-type: none"> <li>– ein einzelner Fehler in jedem dieser Teile nicht zum Verlust der Sicherheitsfunktion führt, und</li> <li>– wenn immer in angemessener Weise durchführbar, der einzelne Fehler erkannt wird.</li> </ul>	Wenn ein einzelner Fehler auftritt, bleibt die Sicherheitsfunktion immer erhalten. Einige, aber nicht alle Fehler werden erkannt. Eine Anhäufung von unerkannten Fehlern kann zum Verlust der Sicherheitsfunktion führen.	Überwiegend durch die Struktur charakterisiert.	niedrig bis hoch	niedrig bis mittel	s. Anhang F der Norm
4	Die Anforderungen von B und die Verwendung bewährter Sicherheitsprinzipien müssen erfüllt sein. Sicherheitsbezogene Teile müssen so gestaltet werden, dass: <ul style="list-style-type: none"> <li>– ein einzelner Fehler in jedem dieser Teile nicht zum Verlust der Sicherheitsfunktion führt, und</li> <li>– der einzelne Fehler bei oder vor der nächsten Anforderung der Sicherheitsfunktion erkannt wird. Wenn diese Erkennung nicht möglich ist, darf eine Anhäufung von unerkannten Fehlern nicht zum Verlust der Sicherheitsfunktion führen.</li> </ul>	Wenn ein einzelner Fehler auftritt, bleibt die Sicherheitsfunktion immer erhalten. Die Erkennung von Fehleranhäufungen reduziert die Wahrscheinlichkeit des Verlustes der Sicherheitsfunktion (hohe DC). Die Fehler werden rechtzeitig erkannt, um einen Verlust der Sicherheitsfunktion zu verhindern.	Überwiegend durch die Struktur charakterisiert.	hoch	hoch, einschl. der Fehleranhäufung	s. Anhang F der Norm

die meisten Strukturen, die im Bereich der Maschinen existieren, auf einer der Kategorien abgebildet werden. Für jede Kategorie kann eine typische Darstellung in Form eines sicherheitsbezogenen Blockschaltbildes gemacht werden. Diese typischen Ausführungen werden vorgesehene Architektur genannt und jede im Zusammenhang mit den folgenden Kategorien aufgelistet.

Eine typische Sicherheitsfunktion zeigt Bild 64.1 als Blockschaltbild, welches eine Kombination sicherheitsbezogener Teile einer Steuerung (SRP/CS) ist, mit:

- Eingang (SRP/CS<sub>a</sub>),
- Logik/Bearbeitung (SRP/CS<sub>b</sub>),
- Ausgang/Energieübertragungselementen (SRP/CS<sub>c</sub>), und
- Verbindungen (*i<sub>abr</sub>*, *i<sub>bc</sub>*) (z. B. elektrisch, optisch).

Die Performance Level und Kategorien können angewendet werden für sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen, wie:

- nicht trennende Schutzeinrichtungen (z. B. Zweihandschaltungen, Verriegelungseinrichtungen), berührungslös wirkende Schutzeinrichtungen (z. B. Lichtschranken), druckempfindliche Schutzeinrichtungen,
- Steuerungsbaugruppen (z. B. die Logik für Steuerungsfunktionen, Datenverarbeitung, Überwachung usw.), und
- Leistungsschaltelemente (z. B. Relais, Ventile usw.)
- als auch Sicherheitsfunktionen ausführende Steuerungen in allen Arten von Maschinen – von einfachen (z. B. einer kleinen Küchenmaschine oder automatischen Türen und Toren) bis zu einer Fertigungsanlage (z. B. Verpackungsmaschinen, Druckmaschinen, Pressen).

DIN EN ISO 13849-1 liefert eine verständliche Basis, auf der die Gestaltung und Leistungsfähigkeit jeder Anwendung eines SRP/CS (und der Maschine) beurteilt werden kann, z. B. durch Dritte, inner-

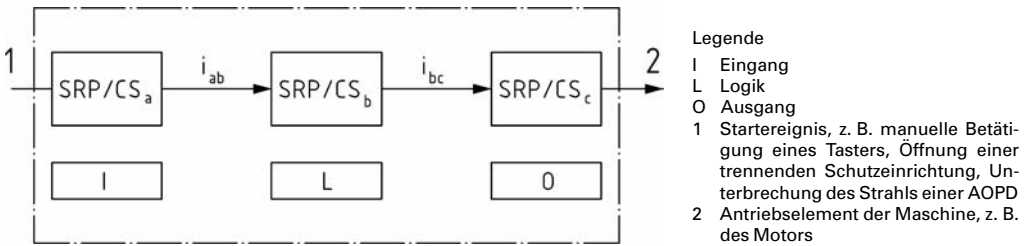


Bild 64.1 Schematische Darstellung einer Kombination sicherheitsbezogener Teile von Steuerungen zur Verarbeitung einer typischen Sicherheitsfunktion

halb einer Organisation oder durch eine unabhängige Prüfstelle. Die Norm stellt Sicherheitsanforderungen und einen Leitfaden für die Prinzipien der Gestaltung und Integration sicherheitsbezogener Teile von Steuerungen (SRP/CS) bereit, einschließlich der Entwicklung von Software. Für diese Teile der SRP/CS werden Eigenschaften, einschließlich des Performance Levels, festgelegt, die zur Ausführung der entsprechenden Sicherheitsfunktionen erforderlich sind. Die Norm ist anzuwenden auf SRP/CS aller Arten von Maschinen, ungeachtet der verwendeten Technologie und Energie (elektrisch, hydraulisch, pneumatisch, mechanisch usw.). Sie legt nicht fest, welche Sicherheitsfunktionen oder Performance Level für einen speziellen Fall verwendet werden.

Die Norm stellt spezielle Anforderungen für SRP/CS mit programmierbar elektronischen Systemen bereit. Spezielle Anforderungen an den Entwurf von Produkten, die Teile von SRP/CS sind, werden nicht gestellt. Trotzdem können die angegebenen Prinzipien, wie Kategorien oder Performance Level, verwendet werden.

Ein Teil des Prozesses der Risikominderung ist es, die Sicherheitsfunktionen der Maschine zu bestimmen. Dies beinhaltet die Sicherheitsfunktionen der Steuerung, z. B. Verhinderung des unerwarteten Anlaufs. Eine Sicherheitsfunktion kann durch ein oder mehrere SRP/CS realisiert sein, und mehrere Sicherheitsfunktionen können sich ein oder mehrere SRP/CS teilen [z. B. Logikbaugruppe, Energieübertragungselement(e)]. Es ist aber auch möglich, dass ein SRP/CS Sicherheitsfunktionen und normale Steuerungsfunktionen beinhaltet. Der Konstrukteur kann jede verfügbare Technologie, einzeln oder in Kombination verwenden. Ein SRP/CS kann auch eine Betriebsfunktion bereitstellen (z. B. eine AOPD als Möglichkeit eines zyklischen Starts).

### 6.3.9 Schutzeinrichtungen

#### DIN EN 953 Sicherheit von Maschinen – Trennende Schutzeinrichtungen – Allgemeine Anforderungen an Gestaltung und Bau von feststehenden und beweglichen trennenden Schutzeinrichtungen (Nov 1997)

Diese Norm legt Anforderungen an Gestaltung und Bau von trennenden Schutzeinrichtungen fest, die in erster Linie zum Schutz von Personen gegen mechanische Gefährdungen vorgesehen sind. Die Anforderungen gelten beim Einsatz von feststehenden und beweglichen trennenden Schutzeinrichtungen, jedoch nicht für solche Teile von trennenden Schutzeinrichtungen, die Verriegelungseinrichtungen (entsprechend DIN EN 1088) betätigen.

Die Norm enthält keine Anforderungen für besondere Schutzsysteme, die besonders für die Mobilität und die Fähigkeit zum Heben von Lasten wie Überrollschutzaufbau (ROPS) und Schutzaufbau gegen herabfallende Gegenstände (FOPS) vorgesehen sind.

Eine sorgfältige Berücksichtigung von vorhersehbaren Aspekten des Maschinenumfelds und der Arbeitsweise über die gesamte vorhersehbare Lebensdauer der Maschine ist bei Gestaltung und Einsatz von trennenden Schutzeinrichtungen erforderlich.

#### Zugang zu Gefahrenbereichen

Zur Minimierung des Zugangs zu Gefahrenbereichen in Fällen, in denen dies durchführbar ist, sind trennende Schutzeinrichtungen und Maschinen derart zu gestalten, dass routinemäßige Einstell-, Schmierungs- und Instandhaltungsarbeiten ohne Öffnen oder Entfernen der trennenden Schutzeinrichtungen durchgeführt werden können.

In Fällen, in denen Zugang in den geschützten Bereich erforderlich ist, muss dieser so frei und ungehindert wie möglich sein. Nachstehend sind Beispiele für Zugangsgründe angeführt:

- Beschickung und Entnahme;
- Werkzeugwechsel und -einstellung;
- Messen, Kalibrieren und Probenahme;
- Arbeitsprozessbeobachtung;
- Instandhaltung und Reparatur;
- Schmierung;
- Entfernen von Abfall (z. B. Schrott, Späne, Schmutz);
- Entfernen von Hindernissen (Störungsbeseitigung);
- Reinigung und Hygiene.

#### **Weitere zu berücksichtigende Aspekte**

Besteht ein vorhersehbares Risiko, dass Teile (z. B. zerbrochene Werkzeuge, Werkstücke) von der Maschine wegfiegen, muss die trennende Schutzeinrichtung soweit durchführbar aus geeignetem, ausgewähltem Material gestaltet und gebaut werden, dass diese zurückgehalten werden. Des Weiteren müssen trennende Schutzeinrichtungen derart gestaltet und gebaut werden, dass die erforderliche Lärminderung erfolgt, Personen vor gefährlicher Strahlung geschützt sind, bei einem vorhersehbaren Explosionsrisiko die frei werdende Energie auf sicherem Wege zurückgehalten oder in eine andere sichere Richtung abgeleitet wird. Darüber hinaus müssen Aspekte der Benutzer-Maschine-Interaktion mit der Maschine, die vorhersehbar sind (z. B. beim Beschicken oder Schmieren) sowie Aspekte des Betriebs der trennenden Schutzeinrichtung im Gestaltungsstadium sachgerecht berücksichtigt werden.

#### **Auswahl trennender Schutzeinrichtungen**

Wenn nach einer Risikobeurteilung die Notwendigkeit von trennenden Schutzeinrichtungen festgestellt worden ist, müssen diese in Übereinstimmung mit den in der Norm festgelegten Leitlinien ausgewählt werden.

Bei der Auswahl geeigneter trennender Schutzeinrichtungen müssen die entsprechenden Lebensphasen der Maschine berücksichtigt werden. Die wichtigsten Auswahlkriterien sind:

- die Wahrscheinlichkeit und das vorhersehbare Ausmaß jeder Verletzung, die die Risikobeurteilung ergibt;
- die bestimmungsgemäße Verwendung der Maschine;
- die Gefährdungen an der Maschine;
- Art und Häufigkeit des Zugangs.

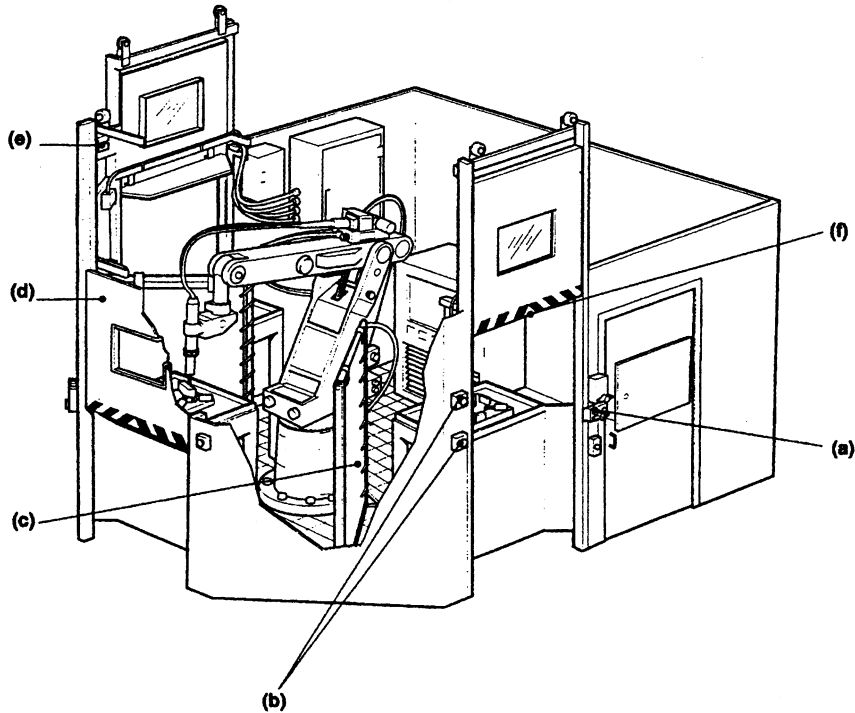
#### **Kombination von verschiedenen trennenden Schutzeinrichtungen oder von trennenden Schutzeinrichtungen mit anderen Schutzeinrichtungen**

Es kann angebracht sein, eine Kombination von verschiedenen Arten von trennenden Schutzeinrichtungen anzuwenden. Wenn beispielsweise eine Maschine mehrere Gefahrenbereiche aufweist und während des Betriebs Zugang zu einem erforderlich ist, können die trennenden Schutzeinrichtungen aus einer feststehenden trennenden Schutzeinrichtung kombiniert mit einer verriegelten beweglichen trennenden Schutzeinrichtung bestehen.

Ähnlich kann manchmal eine Kombination von Schutzeinrichtungen mit trennenden Schutzeinrichtungen erforderlich sein. Wenn beispielsweise in Verbindung mit einer feststehenden trennenden Schutzeinrichtung eine mechanische Beschickungseinrichtung zur Zufuhr von Werkstücken in eine Maschine verwendet wird (wodurch die Notwendigkeit des Zugangs zum Gefahrenbereich entfällt), kann eine Schutzeinrichtung mit Annäherungsreaktion zum Schutz gegen eine sekundäre Gefährdung durch Einziehen oder Abscheren zwischen der mechanischen Beschickungseinrichtung und der feststehenden trennenden Schutzeinrichtung erforderlich sein (s. Bild 66.1).

#### **DIN EN 999 Sicherheit von Maschinen – Anordnung von Schutzeinrichtungen im Hinblick auf Annäherungsgeschwindigkeiten von Körperteilen (Dez 1998)**

Diese Norm gibt Parameter, die auf Werten für Hand-/Arm- und Annäherungsgeschwindigkeiten basieren, und die Vorgehensweise an, wie die Mindestabstände von speziellen Sensor- oder Betätigungseinrichtungen von Schutzeinrichtungen zu einem Gefahrenbereich bestimmt werden.



- a) Schlüsselsystem
- b) Zweihandschalteneinrichtung
- c) Schirm zwischen Stationen
- d) Verriegelte trennende Schutzeinrichtung
- e) Einrichtung zur Zuhaltung von trennenden Schutzeinrichtungen
- f) Schaltleiste

Bild 66.1 Beispiel einer Kombination verschiedener trennender Schutzeinrichtungen und trennender Schutzeinrichtungen mit anderen Schutzeinrichtungen

Diese speziellen Einrichtungen sind:

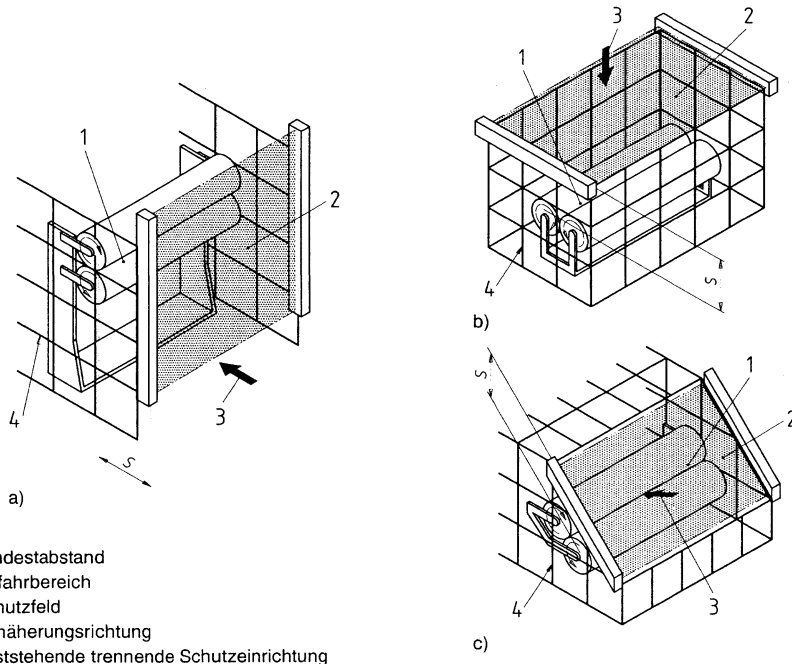
- Schutzeinrichtungen mit Annäherungsreaktion (insbesondere elektroempfindliche Schutzeinrichtungen, einschließlich solcher, die zusätzlich verwendet werden, um den Betrieb einzuleiten, und Schaltmatten);
- Zweihandschaltungen.

*Anmerkung* Für die Anwendung dieser Norm werden Tippschaltungen, die bestimmungsgemäß mit einer Hand betätigt werden, nicht als Schutzeinrichtungen betrachtet.

Diese Norm gilt ebenfalls nicht für Schutzeinrichtungen, z. B. mitführbare Zweihandschaltungen, die ohne Anwendung von Werkzeugen näher zum Gefahrenbereich bewegt werden können, als es der berechnete Abstand zulässt.

Die nach dieser Norm abgeleiteten Mindestabstände gelten darüber hinaus nicht für Schutzeinrichtungen, die die Anwesenheit von Personen in einem bereits durch eine trennende Schutzeinrichtung oder eine berührungslos wirkende Schutzeinrichtung abgesicherten Bereich erkennen. Die Norm gibt Anleitungen unter der Voraussetzung, dass die richtige Schutzeinrichtung entweder unter Bezugnahme auf die entsprechende Typ C-Norm oder entsprechend einer Risikobeurteilung ausgewählt worden ist.

Die berechneten Abstände bieten, wenn sie eingehalten werden, ausreichenden Personenschutz gegen Risiken bei Annäherung an einen Gefahrenbereich, wodurch eine der folgenden mechanischen Gefährdungen erzeugt wird, wie:



- S Mindestabstand  
 1 Gefahrbereich  
 2 Schutzfeld  
 3 Annäherungsrichtung  
 4 Feststehende trennende Schutzeinrichtung

Bild 67.1 Drei Beispiele für eine Annäherung normal zum Schutzfeld

– Quetschen, Scheren, Schneiden oder Abschneiden, Erfassen oder Aufwickeln, Einziehen oder Fangen, Reibung oder Abrieb, Durchstich oder Einstich und Stoß.

Schutz gegen die Risiken mechanischer Gefährdungen durch das Herausschleudern fester oder flüssiger Materialien sowie nicht-mechanischer Gefährdungen, wie toxische Emissionen, Elektrizität, Strahlung usw., wird in dieser Norm nicht behandelt.

Die Abstände sind aus Daten ermittelt, die die in den europäischen Ländern üblicherweise vorzufindenden Bevölkerungsgruppen berücksichtigen, und sie sind demzufolge auf diese Gruppen anwendbar.

Falls diese Norm in nicht-industriellen Bereichen angewendet wird, sollte der Konstrukteur berücksichtigen, dass die Daten auf industriellen Erfahrungen beruhen.

Bis spezielle Daten für die Annäherungsgeschwindigkeiten für Kinder vorliegen, werden, wo dies von Bedeutung ist, in dieser Norm Geschwindigkeiten von Erwachsenen und geringere Erkennungsfaktoren für die Berechnung der Abstände, die innerhalb der Reichweite von Kindern liegen könnten, zugrunde gelegt.

### Methodik

Bild 68.1 zeigt eine schematische Darstellung der Methodik zur Bestimmung der richtigen Anordnung der Sensor- oder Betätigungseinrichtungen einer Schutzeinrichtung bei Anwendung dieser Norm wie folgt:

- Erkennen der Gefährdung und Beurteilen der Risiken;
- Falls eine Typ C-Norm für eine Maschine vorhanden ist, Auswählen einer der festgelegten Arten von Schutzeinrichtungen aus dieser maschinenspezifischen Norm und Verwenden des in dieser Norm festgelegten Abstandes;
- Falls keine Typ C-Norm vorliegt oder die Typ C-Norm keine Mindestabstände festlegt, Anwenden der in dieser Norm enthaltenen Gleichung zur Berechnung des Mindestabstandes für die ausgewählten Schutzeinrichtungen. Die Auswahl der geeigneten Schutzeinrichtungen sollte in Übereinstimmung mit den entsprechenden Typ A- und Typ B-Normen erfolgen;
- Übernehmen des Abstandes in die Gestaltung der Maschine;



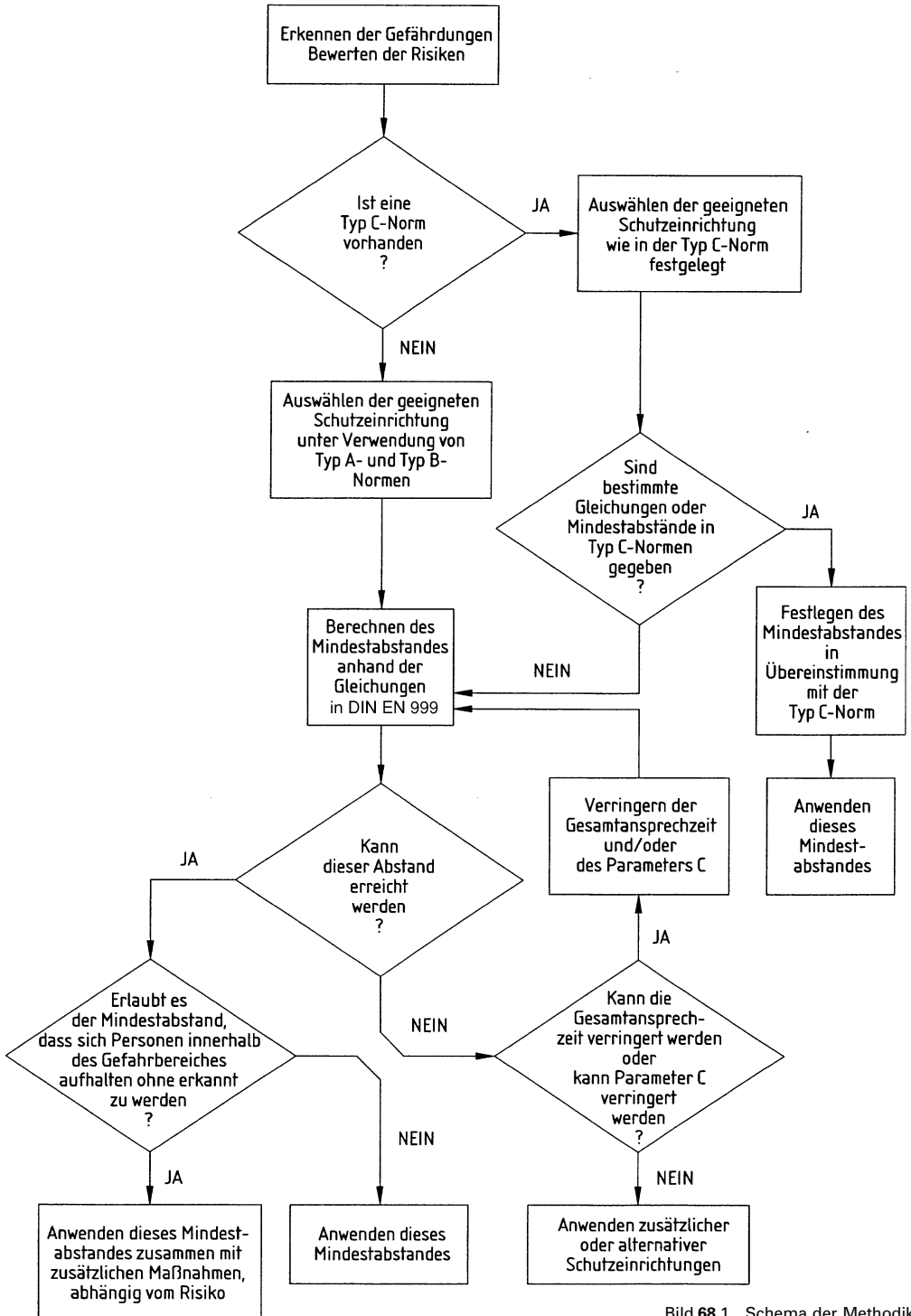


Bild 68.1 Schema der Methodik

- e) Sicherstellen, dass die Schutzeinrichtung so eingebaut wird, dass der Zugang zum Gefahrenbereich nicht ohne Erkennen durch die Schutzeinrichtung möglich ist;
- f) Prüfen, ob es die festgelegte Anordnung erlaubt, dass sich Personen zwischen den Sensoren der Schutzeinrichtung und dem Gefahrenbereich aufhalten können, ohne erkannt zu werden. In diesem Fall sind, abhängig vom Risiko, ergänzende Maßnahmen erforderlich.

### 6.3.10 Explosionsschutz

#### DIN EN 13463-1 Nicht-elektrische Geräte für den Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen – Teil 1: Grundlagen und Anforderungen (Apr 2002)

In der achteiligen Normenreihe DIN EN 13463, eine Typ-B-Normenreihe, werden neben grundlegenden Anforderungen für den Einsatz nicht-elektrischer Geräte in explosionsgefährdeten Bereichen (Teil 1), Festlegungen für spezifische Zündschutzarten getroffen: schwadenhemmende (Teil 2), druckfeste (Teil 3), Flüssigkeits- (Teil 8) und Überdruck-Kapselung (Teil 7) sowie Zündquellenüberwachung (Teil 6), Eigensicherheit (Teil 4) und konstruktive Sicherheit (Teil 5).

Teil 1 dieser Norm legt die grundsätzlichen Anforderungen an Konstruktion, Bau, Prüfung und Kennzeichnung von nicht-elektrischen Geräten fest, die für den Einsatz in Luft durch Gase, Dämpfe, Nebel und Stäube explosionsgefährdeten Bereichen bestimmt sind. Diese Norm gilt für Atmosphären mit Drücken von 0,8 bar bis 1,1 bar und Temperaturen von  $-20\text{ °C}$  bis  $+60\text{ °C}$ . Derartige Atmosphären können auch im Inneren der Geräte vorliegen. Als Folge der Schwankungen von Innenbetriebsdruck und/oder -temperatur der Geräte kann die Außenatmosphäre durch natürliche Lüftung in das Geräteinnere gelangen.

Diese Norm kann auch als Leitfaden für Konstruktion, Bau, Prüfung und Kennzeichnung von Geräten angewendet werden, die für den Einsatz in Atmosphären bestimmt sind, die nicht in den Gültigkeitsbereich dieser Norm fallen. Jedoch sollten in diesem Fall durch Bewertung des Zündrisikos, der vorgesehenen Zündschutzart, der zusätzlichen Prüfung (falls erforderlich), der technischen Dokumentation des Herstellers und den Bedienungsanweisungen, die Eignung der Geräte für mögliche Einsatzbedingungen eindeutig dargestellt und nachgewiesen werden. Die vorliegende Norm umfasst nicht die zusätzliche Kennzeichnung von Geräten, die für den Einsatz außerhalb des Geltungsbereiches vorgesehen sind, z. B. in mit Sauerstoff angereicherter Atmosphäre.

In der Norm werden die nachfolgenden Gerätekategorien definiert. Anhang A der Norm legt eine Methodik zur Festlegung der Kategorie fest.

#### Gerätekategorie M1, Gruppe I

Geräte, die konstruktiv so gestaltet sind und erforderlichenfalls zusätzlich mit besonderen Schutzmaßnahmen versehen sind, dass sie in Übereinstimmung mit den vom Hersteller angegebenen Kenngrößen betrieben werden können und ein sehr hohes Maß an Sicherheit bieten. Die Geräte dieser Kategorie sind zur Verwendung in untertägigen Bergwerken sowie deren Übertageanlagen bestimmt, die durch Grubengas und/oder brennbare Stäube gefährdet sind.

Geräte dieser Kategorie müssen selbst bei seltenen Gerätestörungen in vorhandener explosionsfähiger Atmosphäre weiterbetrieben werden und weisen deshalb Explosionsschutzmaßnahmen auf, so dass:

- entweder im Falle eines Ausfalls einer Schutzmaßnahme mindestens eine zweite unabhängige Schutzmaßnahme den erforderlichen Sicherheitsgrad sicherstellt,
- oder der geforderte Sicherheitsgrad noch bei zwei unabhängigen Ausfällen sichergestellt wird.

#### Gerätekategorie M2, Gruppe I

Geräte, die konstruktiv so gestaltet sind, dass sie in Übereinstimmung mit den vom Hersteller angegebenen Kenngrößen betrieben werden können und ein hohes Maß an Sicherheit bieten. Geräte dieser Kategorie sind zur Verwendung in untertägigen Bergwerken sowie deren Übertageanlagen bestimmt, die durch Grubengas und/oder brennbare Stäube gefährdet werden können.

Diese Geräte müssen beim Auftreten einer explosionsfähigen Atmosphäre abgeschaltet werden können.

Die gerätebezogenen Explosionsschutzmaßnahmen innerhalb dieser Kategorie stellen das erforderliche Maß an Sicherheit bei Normalbetrieb sicher, auch unter schweren Betriebsbedingungen und besonders bei rauer Behandlung und wechselnden Umgebungseinflüssen.

#### Gerätekategorie 1, Gruppe II

Geräte, die konstruktiv so gestaltet sind, dass sie in Übereinstimmung mit den vom Hersteller angegebenen Kenngrößen betrieben werden können und ein sehr hohes Maß an Sicherheit bieten. Geräte

dieser Kategorie sind zur Verwendung in Bereichen bestimmt, in denen ständig oder langfristig oder häufig eine explosionsfähige Atmosphäre vorhanden ist, die aus einem Gemisch von Luft und Gasen, Dämpfen oder Nebeln oder Staub/Luft-Gemischen besteht.

Geräte dieser Kategorie müssen selbst bei selten auftretenden Gerätestörungen das erforderliche Maß an Sicherheit sicherstellen und besitzen deshalb Explosionsschutzmaßnahmen, die

- entweder beim Ausfall einer Schutzmaßnahme mindestens mit einer zweiten unabhängigen Schutzmaßnahme die erforderliche Sicherheit bieten,
- oder das erforderliche Maß an Sicherheit für den Fall sicherstellen, wenn zwei voneinander unabhängige Ausfälle auftreten.

### **Geräteklasse 2, Gruppe II**

Geräte, die konstruktiv so gestaltet sind, dass sie in Übereinstimmung mit den vom Hersteller angegebenen Kenngrößen betrieben werden können und ein hohes Maß an Sicherheit bieten. Geräte dieser Kategorie sind zur Verwendung in Bereichen bestimmt, in denen damit zu rechnen ist, dass eine explosionsfähige Atmosphäre aus einem Gemisch von Luft und Gasen, Dämpfen oder Nebeln oder Staub/Luft-Gemischen gelegentlich auftritt.

Die gerätebezogenen Explosionsschutzmaßnahmen dieser Kategorie müssen selbst bei häufigen Gerätestörungen oder Fehlerzuständen, die üblicherweise zu berücksichtigen sind, das erforderliche Maß an Sicherheit bieten.

### **Geräteklasse 3, Gruppe II**

Geräte, die konstruktiv so gestaltet sind, dass sie in Übereinstimmung mit den vom Hersteller angegebenen Kenngrößen betrieben werden können und ein Normalmaß an Sicherheit bieten. Geräte dieser Kategorie sind zur Verwendung in Bereichen bestimmt, in denen nicht damit zu rechnen ist, dass eine explosionsfähige Atmosphäre durch Gemische aus Luft und Gasen, Dämpfen oder Nebeln oder Staub/Luft-Gemischen auftritt, jedoch wenn sie doch auftritt, dann wahrscheinlich nur selten oder kurzzeitig.

Geräte dieser Kategorie stellen bei Normalbetrieb das erforderliche Maß an Sicherheit.

Die Norm legt die Anforderungen an Konstruktion und Bau von Geräten für explosionsgefährdete Bereiche für sämtliche Kategorien der Gerätegruppen I und II fest. Die jeweiligen Zündgefahren werden für Geräte der einzelnen Gruppen bewertet. Anhang B der Norm listet hierzu zahlreiche Beispiele auf. Abschn. 13 der Norm befasst sich mit der Verifizierung und Prüfung. Anhang C und D enthalten Beispiele für Prüfungen. Außerdem legt die Norm Anforderungen zur Kennzeichnung und Benutzerinformationen fest.

## **DIN EN 1127-1 Explosionsfähige Atmosphären – Explosionsschutz – Teil 1: Grundlagen und Methodik (Okt 1997)**

Diese Norm wird z. Z. überarbeitet; es wird hier bereits der Inhalt der neuen Ausgabe berücksichtigt. Die Norm legt Methoden zum Erkennen und Beurteilen von gefährlichen Situationen, die zu Explosionen führen können, fest und beschreibt für den Hersteller geeignete Planungs- und Fertigungsmaßnahmen, um die erforderliche Sicherheit zu erreichen. Dies wird erreicht durch

- Erkennen von Gefährdungen;
- Beurteilen des Risikos;
- Beseitigen oder Verringern des Risikos;
- Benutzerinformation.

Die Sicherheit von Geräten, Schutzsystemen und Komponenten kann durch das Beseitigen von Gefährdungen und/oder die Begrenzung des Risikos erreicht werden

- a) durch konstruktive Maßnahmen ohne Verwendung von technischen Schutzmaßnahmen;
- b) durch technische Schutzmaßnahmen;
- c) durch Kommunikationselemente, soweit erforderlich, um Informationen an den Benutzer weiterzugeben;
- d) durch andere Vorsichtsmaßnahmen.

Explosionsschutzmaßnahmen nach a) (Vorbeugung), b) (Schutz) und c) werden in dieser Norm behandelt. Maßnahmen nach d) sind in dieser Norm nicht beschrieben; letztere werden in DIN EN ISO 12100-2 behandelt.

Die in dieser Norm beschriebenen Schutzmaßnahmen führen nur dann zu der erforderlichen Sicherheit, wenn die Geräte, Schutzsysteme und Komponenten bestimmungsgemäß betrieben und entsprechend den für sie geltenden Regeln oder Vorschriften installiert und gewartet werden.

Diese Norm gilt für alle Geräte, Schutzsysteme und Komponenten in allen Anwendungsstadien, die bestimmungsgemäß in explosionsgefährdeten Bereichen eingesetzt werden. Solche Bereiche können vorliegen, wenn brennbare Stoffe verarbeitet, verwendet oder von den Geräten, Schutzsystemen und Komponenten freigesetzt werden. Sie können auch auftreten in der Umgebung von Geräten, Schutzsystemen und Komponenten sowie durch die Konstruktionsmaterialien der Geräte, Schutzsysteme und Komponenten.

Diese Norm ist nur anwendbar auf die Gerätegruppe II für Geräte mit bestimmungsgemäßen Gebrauch außerhalb von untertägigen Bereichen von Bergwerken und außerhalb solcher übertägigen Einrichtungen von Bergwerken, die durch Schlagwetter und/oder brennbaren Staub gefährdet sind.

Diese Norm ist nicht anwendbar auf

- medizinische Geräte zur bestimmungsgemäßen Verwendung in medizinischen Bereichen;
- Geräte, Schutzsysteme und Komponenten, bei denen die Explosionsgefahr ausschließlich durch die Anwesenheit von Sprengstoffen oder chemisch instabilen Stoffen hervorgerufen wird;
- Geräte, Schutzsysteme und Komponenten, bei denen die Explosion durch Reaktion von Stoffen mit anderen Oxidationsmitteln als Luftsauerstoff oder durch andere gefährliche Reaktionen oder andere als atmosphärische Bedingungen erfolgen können;
- Geräte, die zur Verwendung in häuslicher und nichtkommerzieller Umgebung vorgesehen sind, in der eine explosionsfähige Atmosphäre nur selten und lediglich infolge eines unbeabsichtigten Brennstoffaustritts gebildet werden kann;
- persönliche Schutzausrüstungen im Sinne der Richtlinie 89/686/EWG;
- Seeschiffe und bewegliche Offshore-Anlagen sowie die Ausrüstungen an Bord dieser Schiffe oder Anlagen;
- Beförderungsmittel, d. h. Fahrzeuge und dazugehörige Anhänger, die ausschließlich für die Beförderung von Personen in der Luft, auf Straßen- und Schienennetzen oder auf dem Wasserweg bestimmt sind, und Beförderungsmittel, soweit sie für den Transport von Gütern in der Luft, auf öffentlichen Straßen- und Schienennetzen oder auf dem Wasserweg konzipiert sind. Nicht aufgenommen sind Fahrzeuge, die in explosionsgefährdeten Bereichen eingesetzt werden sollen;
- Planung und Ausführung von Systemen, die beabsichtigte, gesteuerte Verbrennungsvorgänge umfassen, falls sie nicht als Zündquellen in explosionsgefährdeten Bereichen wirken können.

Die Explosionsgefährdung hängt von den Stoffen ab, die von den Geräten, Schutzsystemen und Komponenten be- oder verarbeitet, verwendet oder freigesetzt werden, und den Werkstoffen, aus denen die Geräte, Schutzsysteme und Komponenten hergestellt sind. Einige dieser Stoffe und Werkstoffe können mit Luft Verbrennungsreaktionen eingehen. Bei diesen Verbrennungsreaktionen können beträchtliche Wärmemengen freigesetzt werden, die von einem Druckaufbau und Freisetzen gefährlicher Stoffe begleitet werden können. Im Gegensatz zu einem Brand ist eine Explosion im Wesentlichen eine sich selbstunterhaltende Ausbreitung der Reaktionszone (Flamme) durch die explosionsfähige Atmosphäre.

Brennbare Substanzen sind als Stoffe, die eine explosionsfähige Atmosphäre bilden können, einzustufen, es sei denn, die Prüfung ihrer Eigenschaften hat ergeben, dass sie in Mischungen mit Luft nicht in der Lage sind, eine Explosion selbsttätig fortzuleiten.

Dieses Gefährdungspotenzial kann durch eine wirksame Zündquelle freigesetzt werden. In der Norm sind sicherheitstechnische Kenngrößen von Stoffen angegeben. Sie können durch Laborversuche erhalten werden, in einigen Fällen auch durch Berechnung. Die sicherheitstechnischen Kenngrößen bilden die Grundlage der Gefährdungsanalyse.

Es muss bedacht werden, dass die sicherheitstechnischen Kenngrößen keine Naturkonstanten sind, sondern zum Beispiel von Untersuchungsverfahren abhängen. Bei Stäuben muss berücksichtigt werden, dass die in Tabellenwerken gesammelten sicherheitstechnischen Kenngrößen nur als Richtwerte gelten können, da ihr Zahlenwert von der Korngröße und -form, dem Feuchtigkeitsgehalt und der Anwesenheit von Zusätzen, selbst in Spuren, abhängt. Im Einzelfall müssen Proben der Stäube, wie sie in den Geräten, Schutzsystemen und Komponenten anfallen, untersucht werden.

### 6.3.11 Brandschutz

#### DIN EN 13478 Sicherheit von Maschinen – Brandschutz (Apr 2002)

In der Norm werden Methoden zum Erkennen der von Bränden an Maschinen ausgehenden Gefahren und ihre Zuordnung mittels einer entsprechenden Risikobeurteilung festgelegt. Sie beschreibt die grundlegenden Begriffe und Methoden technischer Brandschutzmaßnahmen, die für die Konstruktion und Fertigung von Maschinen erforderlich sind. Das Ziel dieser Norm ist es, das für die bestimmungsgemäße Verwendung der Maschine erforderliche Sicherheitsniveau durch Anwendung technischer Maßnahmen an der Maschine zu erreichen (s. Bild 72.1, Spalte 1). Bei technischen Brandschutzmaßnahmen handelt es sich vorwiegend um in die Maschine integrierte Maßnahmen in Form von Sicherheitsbauteilen, wie sie in der Maschinenrichtlinie (98/37/EG) definiert sind.



Bild 72.1 Risikoverminderung durch Brandschutzmaßnahmen

### 6.3.12 Messverfahren

#### DIN EN 482 Arbeitsplatzatmosphäre – Allgemeine Anforderungen an die Leistungsfähigkeit von Verfahren zur Messung chemischer Arbeitsstoffe (Okt 2006)

Diese Norm legt allgemeine Anforderungen an die Leistungsfähigkeit von Messverfahren zur Bestimmung der Konzentration chemischer Arbeitsstoffe in der Luft am Arbeitsplatz fest. Diese Anforderungen gelten für alle Messverfahren, unabhängig vom physikalischen Zustand des chemischen Arbeitsstoffes (Gas, Dampf, Schwebstoff) sowie von der Art der Probenahme oder vom eingesetzten Analysenverfahren. Die Begriffe Messunsicherheit bei der Analyse, Mittlungsdauer, systematische Messabweichung, Erfassungsfaktor, kombinierte Standard-Messunsicherheit, erweiterte Messunsicherheit, Grenzwert, Messgröße, Wiederholbedingungen, Vergleichsbedingungen, Messunsicherheit bei Probenahme, Standard-Messunsicherheit, Messunsicherheit werden definiert.

#### DIN CEN/TS 15279 Belastung am Arbeitsplatz – Messung der Hautbelastung – Grundsätze und Verfahren (Jun 2006)

In dieser Technischen Spezifikation werden Grundsätze aufgestellt und Verfahren für die Messung der Hautbelastung (sog. dermale Exposition) am Arbeitsplatz beschrieben. Sie gibt eine Anleitung zu den

üblicherweise angewendeten Vorgehensweisen für die Messung der Hautbelastung, deren Vorteilen und Einschränkungen und wie diese Verfahren unter spezifischen Bedingungen für spezifische Verbindungen beurteilt werden könnten. Diese Technische Spezifikation soll die Anwender von Verfahren zur Probenahme an der Haut(oberfläche) in die Lage versetzen, einen einheitlichen Ansatz zur Verfahrenvalidierung zu übernehmen und einen Rahmen für die Beurteilung der Leistungsfähigkeit von Verfahren liefern. Diese Technische Spezifikation beschreibt die Anforderungen, denen gegenüber Probe-nahmeverfahren beurteilt werden müssen und zeigt Verfahren zur Übereinstimmung mit diesen Anforderungen auf. Zu den Anforderungen gehören Festlegungen zu folgenden Punkten: Wirksamkeit der Probenahme, Wirksamkeit der Wiederfindung von Substanzen, Stabilität der Proben, Höchstkapazität des Messgeräts, systematische Abweichung, Präzision, Messunsicherheit, Kerninformationen und zugehörige Informationen.

## 6.4 Ergonomie

### 6.4.1 Arbeitssysteme, Begriffe und allgemeine Leitsätze

#### DIN EN ISO 6385 Grundsätze der Ergonomie für die Gestaltung von Arbeitssystemen (Mai 2004)

Diese Norm legt Grundsätze der Ergonomie in Form von grundlegenden Leitlinien zur Gestaltung von Arbeitssystemen fest und definiert die relevanten grundsätzlichen Begriffe: beispielsweise Funktionszuordnung, Zielpopulation, Ergonomie, Arbeitsumgebung, Arbeitsmittel, Arbeitsermüdung, Arbeitsablauf, Arbeitsplatz, Arbeitsbeanspruchung, Arbeitsbelastung, Arbeitssystem, Arbeitsaufgabe.

Die festgelegten Begriffe und ergonomischen Grundsätze gelten für die Gestaltung optimaler Arbeitsbedingungen hinsichtlich des Wohlbefindens und der Sicherheit und Gesundheit von Menschen einschließlich der Weiterentwicklung bestehender und dem Erwerb neuer Fertigkeiten, während gleichzeitig die technische und ökonomische Effektivität und Effizienz berücksichtigt werden.

Die Norm beschreibt einen integrierten Ansatz für die Gestaltung von Arbeitssystemen, bei dem Arbeitswissenschaftler mit anderen, die an der Gestaltung beteiligt sind, zusammenarbeiten und während des Gestaltungsprozesses die menschlichen, sozialen und technischen Anforderungen ausgewogen beachten.

Zu den Anwendern dieser Norm gehören Führungskräfte, Arbeitende (oder deren Repräsentanten) und Fachleute wie Arbeitswissenschaftler, Projektleiter und Designer, die an der Gestaltung oder Umgestaltung von Arbeitssystemen mitarbeiten. Für die Anwender der Norm sind allgemeine Kenntnisse der Ergonomie (der Arbeitswissenschaft), der Technik und der Gestaltung sowie des Qualitäts- und Projektmanagements hilfreich. Die Grundsätze dieser Norm beziehen sich auf die Gestaltung von Arbeitssystemen, sie sind jedoch auch auf alle anderen Bereiche menschlicher Tätigkeit, z. B. die Gestaltung von Produkten für Haushalts- und Freizeittätigkeiten anwendbar. Sie ist als ergonomische Grundnorm anzusehen, von der viele andere Normen zu spezifischen Themen abgeleitet werden können.

DIN EN ISO 6385 ersetzt DIN V ENV 26385.

#### Definitionen (Auszug)

**Arbeitssystem.** System, welches das Zusammenwirken eines einzelnen oder mehrerer Arbeitender/Benutzer mit den Arbeitsmitteln erfasst, um die Funktion innerhalb des Arbeitsraumes und der Arbeitsumgebung unter den durch die Arbeitsaufgabe vorgegebenen Bedingungen zu erfüllen.

**Arbeitsaufgabe.** Eine zur Erfüllung eines vorgesehenen Arbeitsergebnisses erforderliche Aktivität oder Anzahl von Aktivitäten des Arbeitenden/Benutzers.

**Arbeitsmittel.** Arbeitsmittel im Arbeitssystem sind Werkzeuge, Maschinen, Fahrzeuge, Geräte, Möbel, Einrichtungen und andere im Arbeitssystem benutzte (System-)Komponenten.

**Arbeitsablauf.** Die räumliche und zeitliche Abfolge des Zusammenwirkens von Arbeitenden/Benutzer, Arbeitsmittel, Materialien, Energie und Information innerhalb des Arbeitssystems.

**Arbeitsplatz.** Die Kombination und räumliche Anordnung der Arbeitsmittel innerhalb der Arbeitsumgebung unter den durch die Arbeitsaufgaben erforderlichen Bedingungen.

**Arbeitsumgebung.** Physikalische, chemische, biologische, soziale und kulturelle Faktoren, die einen Arbeitenden/Benutzer umgeben.

**Arbeitsbelastung (oder äußere Einflüsse).** Die Gesamtheit der äußeren Bedingungen und Anforderungen im Arbeitssystem, die auf den physischen und/oder psychischen Zustand einer Person einwirken.

**Arbeitsbeanspruchung (oder interne Reaktion).** Innere Reaktion des Arbeitenden/Benutzers auf die Arbeitsbelastung, der er ausgesetzt ist und die von seinem individuellen Merkmalen (z. B. Größe, Alter, Fähigkeiten, Begabungen, Festigkeiten usw.) abhängig ist.

**Arbeitsermüdung.** Die psychische oder physische, örtliche oder allgemeine nicht-pathologische Auswirkung übermäßiger Beanspruchung, die durch Erholung vollständig reversibel ist.

Zu den allgemeinen Grundsätzen gehört, dass im Gestaltungsprozess die hauptsächlichsten Wechselwirkungen zwischen einer oder mehreren Personen und den Bestandteilen des Arbeitssystems, wie den Arbeitsaufgaben, den Arbeitsmitteln, dem Arbeitsraum und der Arbeitsumgebung, berücksichtigt werden müssen. Die Gesamtheit der aus diesen Wechselwirkungen entstehenden Anforderungen an den Arbeitenden ist die Arbeitsbelastung. Die Arbeitsbelastung führt zu Reaktionen beim Arbeitenden, die von seinen individuellen Merkmalen (z. B. Größe, Alter, Fähigkeiten, Begabungen, Fertigkeiten usw.) abhängig sind und als Arbeitsbeanspruchung bezeichnet werden. Die Arbeitsbeanspruchung hat beeinträchtigende (z. B. Arbeitsermüdung) oder unterstützende (z. B. Entwicklung von Fertigkeiten) Auswirkungen, die wiederum in einer Rückkopplungsschleife die individuellen Merkmale des Arbeitenden beeinflussen. Dabei werden Arbeitsbelastung und Arbeitsbeanspruchung in der Arbeitswissenschaft neutral interpretiert und haben keine negative Bedeutung.

Ziel einer ergonomischen Gestaltung von Arbeitssystemen ist die Optimierung der Arbeitsbeanspruchung, die Vermeidung beeinträchtigender Auswirkungen und die Förderung erleichternder Auswirkungen. Eine nicht beeinträchtigte menschliche Leistung wird gleichzeitig oft die Effektivität und Effizienz des Systems verbessern und so zur Erreichung eines weiteren wichtigen Ziels der ergonomischen Gestaltung von Arbeitssystemen beitragen.

Bei der Gestaltung von Arbeitssystemen sollte der Mensch als Hauptfaktor und integraler Bestandteil des zu gestaltenden Systems, einschließlich des Arbeitsablaufs und der Arbeitsumgebung, gelten. Die Ergonomie muss eine präventive Rolle spielen, indem sie von Anfang an angewendet wird, anstatt sie nachträglich für die Lösung von Problemen einzusetzen, wenn die Gestaltung des Arbeitssystems bereits abgeschlossen ist. Bei der Umgestaltung eines bestehenden unzulänglichen Arbeitssystems kann sie jedoch erfolgreich eingesetzt werden.

Die wichtigsten Entscheidungen, die sich auf die Gestaltung auswirken, werden am Anfang des Gestaltungsprozesses getroffen. Deshalb sollten die ergonomischen Bemühungen in diesem Stadium am größten sein. Der Beitrag der Ergonomie zur Gestaltung des Arbeitssystems muss während des gesamten Gestaltungsprozesses fortgesetzt werden. Das Ausmaß des Beitrags kann von einer sehr grundsätzlichen und ausführlichen Einbeziehung während der Analyse der Systemanforderungen („Formulierung der Ziele“) bis zur Feinabstimmung bei der Einführung des vollständigen Systems („Realisierung, Einführung und Validierung“) reichen. Arbeitswissenschaftliche Grundsätze müssen bis zu einem späten Stadium des Gestaltungsprozesses ausreichend beachtet werden, um negative Auswirkungen wie Verzug bei Projekten, zusätzliche Anpassungskosten, eine niedrigere Qualität der Gestaltung und eine schlechtere Nutzbarkeit zu verhindern. Die Arbeitenden müssen bei der Gestaltung von Arbeitssystemen einbezogen werden und sollten auf wirksame und effiziente Weise am Gestaltungsprozess teilnehmen. Es empfiehlt sich, ein Arbeitssystem für eine breite Zielpopulation zu gestalten, um den Erfordernissen von Arbeitenden mit unterschiedlichen Merkmalen, einschließlich z. B. Personen mit speziellen Bedürfnissen, so weit wie möglich gerecht zu werden. So kann die Entwicklung besonderer Lösungen für einzelne Personen auf ein Mindestmaß herabgesetzt werden.

Der Prozess der Gestaltung eines Arbeitssystems kann in folgende Phasen eingeteilt werden:

- Formulierung von Zielen (Anforderungsanalyse);
- Analyse und Zuordnung der Funktionen;
- Konzeption der Gestaltung;
- Gestaltung der einzelnen Elemente;
- Realisierung, Einführung und Validierung;
- Bewertung.

Die Phasen werden in der Norm ausführlich erklärt.

Von der Kommission Arbeitsschutz und Normung (KAN) und der DIN Software GmbH wird kostenlos das Normen-Recherche-Tool **NoRA** ([www.kan.de/nora](http://www.kan.de/nora)) zur Verfügung gestellt. Diese Recherche er-

laubt die Online-Suche von Normen mit arbeitsschutzrelevanten Inhalten sowie die Suche nach Normen zu ergonomischen Fragestellungen. Ein monatliches Update der Datenbank, die zurzeit etwa 220 Normen umfasst, stellt deren Aktualität sicher.

## 6.4.2 Gestaltungsgrundsätze für Maschinen

### **DIN EN 13861 Sicherheit von Maschinen – Leitfaden für die Anwendung von Ergonomie-Normen bei der Gestaltung von Maschinen (Apr 2003)**

Diese Norm beschreibt eine Methodologie, mit der eine einheitliche Anwendung verschiedener Ergonomie-Normen bei der Gestaltung von Maschinen erreicht werden kann. Als Leitfaden konzipiert, zeigt das Dokument an, wie praxisrelevante Ergonomie-Normen unter Berücksichtigung wichtiger Sicherheitsaspekte in den Gestaltungsprozess einer Maschine einzubinden sind. Diese Norm erläutert hierzu ein schrittweises Modell, das auf spezielle Normen verweist. Sie kann nur in Verbindung mit anderen relevanten Ergonomie-Normen Anwendung finden.

Folgende Stufen werden beschrieben, s. Bild 76.1.

Schritt 1: Gefährdungsanalyse und Risikoeinschätzung

Schritt 2: Untersuchung der Anwendbarkeit von Normen

Schritt 3: Bewertung von Risiken unter Anwendung relevanter Ergonomie-Normen

Schritt 4: Risikominderung unter Anwendung der verschiedenen Normen

Schritt 5: Verifizierung

DIN EN 13861 sowie eine Auswahl relevanter Ergonomie-Normen ist im Beuth-Verlag als DIN-Taschenbuch 352 erschienen. Außerdem liefert die CD Sicherheitsfachgrundnormen, auf die DIN EN 13861 verweist, sowie ergänzende Normen und Norm-Entwürfe. Folgende Bereiche werden behandelt:

- ergonomische Grundlagen, Leitlinien und Gestaltungsgrundsätze;
- Anzeigen und Stellteile;
- Körpermaße und menschliche körperliche Leistung; berührbare Oberflächen;
- Strahlungsemission und Lärminderung sowie Warn- und Gefahrensignale.

### **DIN EN 614-1 Sicherheit von Maschinen – Ergonomische Gestaltungsgrundsätze – Teil 1: Begriffe und allgemeine Leitsätze (Jul 2006)**

Ergonomisch gestaltete Arbeitssysteme erhöhen die Sicherheit, verbessern die Arbeits- und Lebensbedingungen des Menschen und wirken nachteiligen Auswirkungen auf die Gesundheit des Menschen entgegen. Außerdem können sie die Leistung und Zuverlässigkeit des Systems Bedienperson-Maschine verbessern. Bei der Anwendung ergonomischer Grundsätze bei der Gestaltung von Arbeitssystemen, besonders für die Konstruktion von Maschinen, wird sichergestellt, dass die menschlichen Fähigkeiten, Fertigkeiten, Grenzen und Bedürfnisse berücksichtigt werden.

Ein Arbeitssystem umfasst Bedienpersonen, Arbeitsaufgabe, Arbeitsmittel (z. B. Maschinen), Arbeitsplatz, Arbeitsumgebung, Arbeitsablauf, und die Wirkungszusammenhänge zwischen ihnen. Die Komplexität eines Arbeitssystems reicht von einer Werkstatt mit einer einzigen Bedienperson, die handgeführtes Arbeitsgerät verwendet, bis zu einer Fertigungsanlage und ihren Bedienpersonen. Eine gute Gestaltung berücksichtigt das Zusammenwirken der Bedienperson mit dem Arbeitsmittel und wie sich das Arbeitsmittel in das Gesamtsystem einfügt. Dies ist besonders wichtig, je größer die gegenseitige Abhängigkeit von Arbeitsmitteln und anderen Komponenten des Systems ist.

Die in DIN EN 614-1 und DIN EN 614-2 enthaltenen Begriffe und allgemeinen Grundsätze geben Konstrukteuren eine Anleitung wie sie die Sicherheit von Maschinen sicherstellen können, die für gewerbliche und private Zwecke genutzt werden. Unter Beachtung dieser Norm sollen ergonomische Grundsätze zusätzlich in den Gestaltungsprozess einbezogen werden. Auf diese Weise werden technische Gestaltung und ergonomische Grundsätze zusammenhängend berücksichtigt. Durch die systematische Minimierung von Risikofaktoren nach DIN EN ISO 14121-1 wird das Ziel erreicht, die Gesundheit, Sicherheit und das Wohlbefinden der Bedienperson zu verbessern.



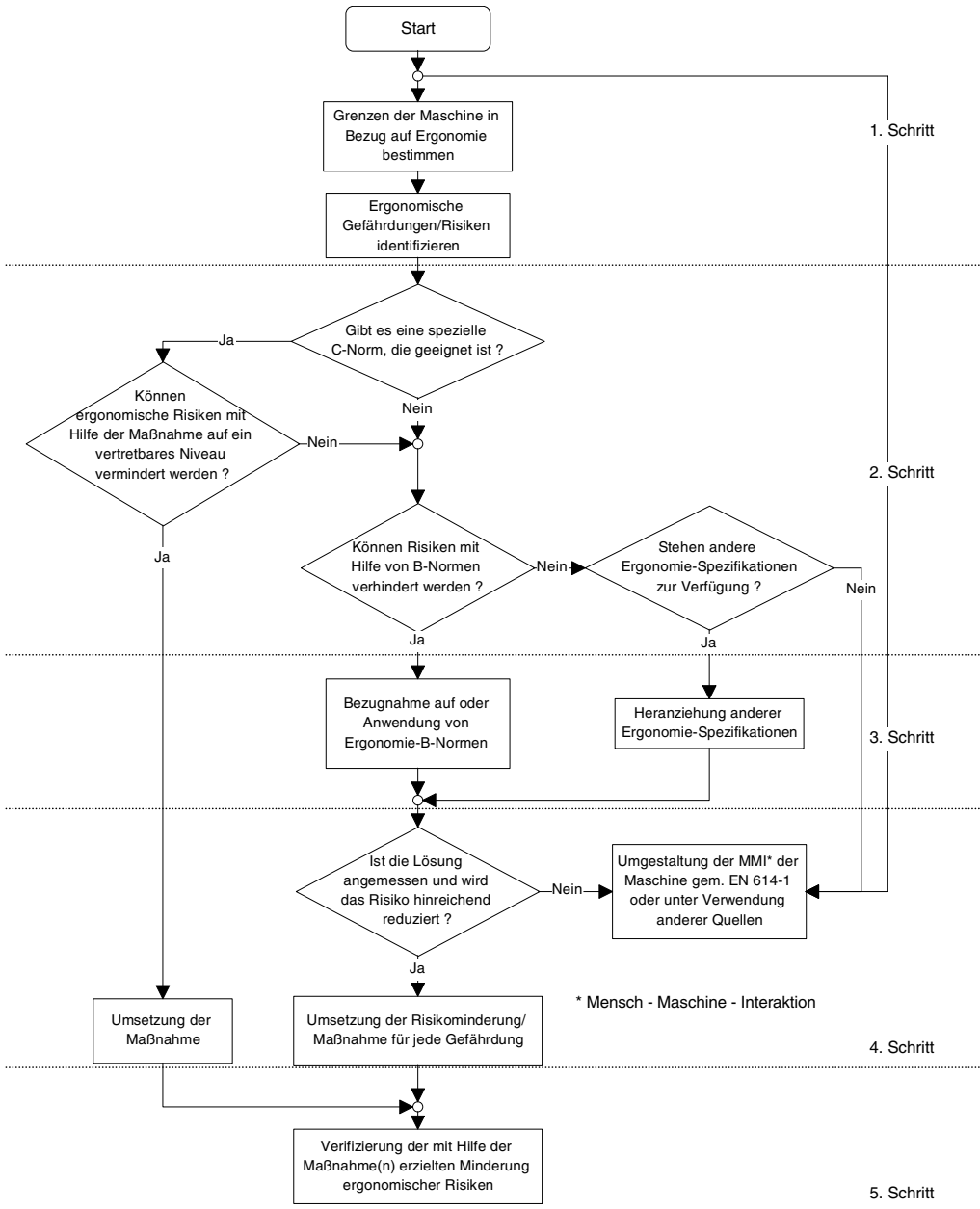


Bild 76.1 Ablaufdiagramm für das schrittweise Vorgehen

### Einbeziehung ergonomischer Grundsätze in den Gestaltungsprozess

Entscheidungen, die während des Gestaltungsprozesses getroffen werden, haben entscheidende Einflüsse auf die Arbeitsaufgaben und die Arbeitsbedingungen der Bedienerperson. Deshalb muss den ergonomischen Anforderungen in allen wesentlichen Stufen des Gestaltungsprozesses nachgekommen werden. Der Gestaltungsprozess kann als iterativer Entwicklungsprozess beschrieben werden, der er-

gonomische Anforderungen mit einbezieht (s. Tab. 78.1).

Der Entwicklungsprozess erfolgt in der Regel in vier Hauptstufen:

- Ausarbeitung der Gestaltungsspezifikationen;
- Erstellung eines Gestaltungsentwurfs (oder mehrerer Entwürfe);
- Erstellung des detaillierten Gestaltungsentwurfs;
- Ausführung.

In der ersten Stufe werden die Systemspezifikationen ausgearbeitet und die zu erfüllenden Anforderungen beschrieben. In der zweiten Stufe entwickelt der Konstrukteur die ursprünglichen Ideen bis zu dem Punkt weiter, an dem entschieden wird, welcher Entwurf (oder Entwürfe) für die weitere Bearbeitung geeignet ist (sind). In der dritten Stufe führt der Konstrukteur die Ausarbeitung im Detail fort und stellt die benötigte Dokumentation zusammen. In der letzten Stufe begleitet der Konstrukteur die Ausführung, bis die Maschine im Gebrauch bewertet wurde.

### Durchführung

Die Durchführung von praktischen Versuchen unter Mitwirkung der Operatoren wird empfohlen, um festzustellen, ob die Gestaltung durch weitere Bearbeitung noch verbessert werden kann (s. Tab. 78.1). Praktische Versuche unter Verwendung von maßstäblichen Modellen oder Modellen im Maßstab **1 : 1** der Arbeitsmittel können Hinweise auf mögliche Gestaltungsfehler geben und dem Konstrukteur die Möglichkeit geben, Verbesserungen auf der Grundlage von Erfahrungen der Operatoren durchzuführen.

### DIN EN 614-2 Sicherheit von Maschinen – Ergonomische Gestaltungsgrundsätze – Teil 2: Wechselwirkungen zwischen der Gestaltung von Maschinen und den Arbeitsaufgaben (Okt 2000)

In dieser Norm sind ergonomische Grundsätze und Verfahren festgelegt, die bei der Gestaltung von Maschinen und den Arbeitsaufgaben der Operatoren zu befolgen sind.

Die Norm befasst sich speziell mit der Gestaltung der Arbeitsaufgabe in Zusammenhang mit der Gestaltung von Maschinen, aber die darin enthaltenen Grundsätze und Methoden können auch auf die Gestaltung von Tätigkeiten (job design) angewandt werden.

Sie richtet sich an Konstrukteure und Hersteller von Maschinen und anderen Arbeitsmitteln und wird auch denjenigen von Nutzen sein, die sich mit der Anwendung von Maschinen und Arbeitsmitteln befassen, z. B. Führungskräften, Organisatoren, Operatoren und deren Vorgesetzten.

Die Gestaltung von Arbeitsaufgaben beinhaltet die Analyse und Spezifikation von Funktionen sowie deren Zuordnung zur Maschine oder zum Operator als Teil des Gestaltungsprozesses und hat zum Ziel, zum optimalen Funktionieren des Arbeitssystems beizutragen. Daher folgt eine gute Gestaltung ergonomischen Grundsätzen und berücksichtigt insbesondere den Kontext der Benutzung und die Population der vorgesehenen Operatoren. Grundsätze guter ergonomischer Gestaltung sind in DIN EN 614-1 festgelegt. Das Ziel muss durch weitestgehende Realisierung der aufgeführten Merkmale gut gestalteter Arbeitsaufgaben der Operatoren, Befolgung der angegebenen Methodik und durch eine Bewertung der Arbeitsaufgaben erreicht werden.

Bei der Gestaltung von Maschinen und Arbeitsaufgaben muss der Konstrukteur sicherstellen, dass die folgenden ergonomischen Merkmale gut gestalteter Arbeitsaufgaben erfüllt werden. Diese Merkmale berücksichtigen die Unterschiede sowie die zeitliche Veränderung von Merkmalen innerhalb der vorgesehenen Operatorenpopulation und werden durch eine aufeinander bezogene Gestaltung von Maschinen und Arbeitsaufgaben erreicht.

Im Gestaltungsprozess muss der Konstrukteur daher

- a) **die Erfahrung, Fähigkeiten und Fertigkeiten der bestehenden oder zu erwartenden Operatorenpopulation berücksichtigen.** Dazu gehören der Stand der Schulbildung und der beruflichen Ausbildung sowie die bei anderen, ähnlichen Arbeitssituationen erworbene Erfahrung. Hierbei sollte bedacht werden, dass Ausbildungs- und Wissensstand innerhalb der Operatorenpopulation unterschiedlich sind und sich mit der Zeit verändern. Daher sollten beispielsweise Anforderungen an Geschwindigkeit und Komplexität sowie Informationen zur Aufgabendurchführung an alle vorgesehenen Benutzer anpassbar sein.

Tabelle 78.1 Ergonomische Aufgabenstellungen, die im Gestaltungsprozess von Maschinen durchzuführen sind

Unterabschnitt (s. Norm)	Stufen des Gestaltungsprozesses	Ergonomische Aufgabenstellungen	Beschreibung der Aufgaben (in schrittweiser Unterteilung)
5.2.2	Ausarbeitung der Gestaltungsanforderungen	Festlegung der ergonomischen Anforderungen für die Gestaltung der Maschine	a) Festlegung relevanter ergonomischer Bewertungskriterien auf der Grundlage allgemeiner ergonomischer Grundsätze; b) Sammeln von Erfahrungen bei bestehenden Maschinen; c) Beschreibung der Eigenschaften des erwarteten Bedienungspersonals; d) Risikobeurteilung.
5.2.3	Erstellung von Gestaltungsentwürfen	Ausarbeitung des Vorentwurfs zu den Arbeitsaufgaben und Schnittstellen der Maschine	a) Zuweisung der Funktionen und Aufgaben an das Bedienungspersonal und die Maschine; b) Beschreibung der Aufgaben und Tätigkeiten des Bedienungspersonals; c) Erstellung eines Entwurfs (Entwürfe) der Schnittstelle; d) Bewertung der Schnittstellen des Systems Bedienperson-Maschine anhand der festgelegten Kriterien
5.2.4	Erstellung des detaillierten Gestaltungsentwurfs	Spezifizierung der Arbeitsaufgaben und der Schnittstellen der Maschine	a) Bewertung der Schnittstelle des Systems Bedienperson-Maschine im Detail unter Verwendung der relevanten ergonomischen Normen und, falls erforderlich, Aufgabensimulationen; b) Ermittlung und Umsetzung notwendiger Korrekturen an der Schnittstelle; c) Erstellung der Entwurfsdokumentation.
5.2.5	Ausführung des Entwurfs	Bewertung der Maschine im Gebrauch	a) Durchführung von Prüfverfahren mit Bedienungspersonal (Prüfpersonal); b) Ermittlung und Durchführung notwendiger Modifikationen; c) Sammeln von Rückmeldungen über den tatsächlichen Gebrauch der Maschine; d) Festlegung der Gebrauchsanweisungen und des Ausbildungsgrades der Bedienperson.

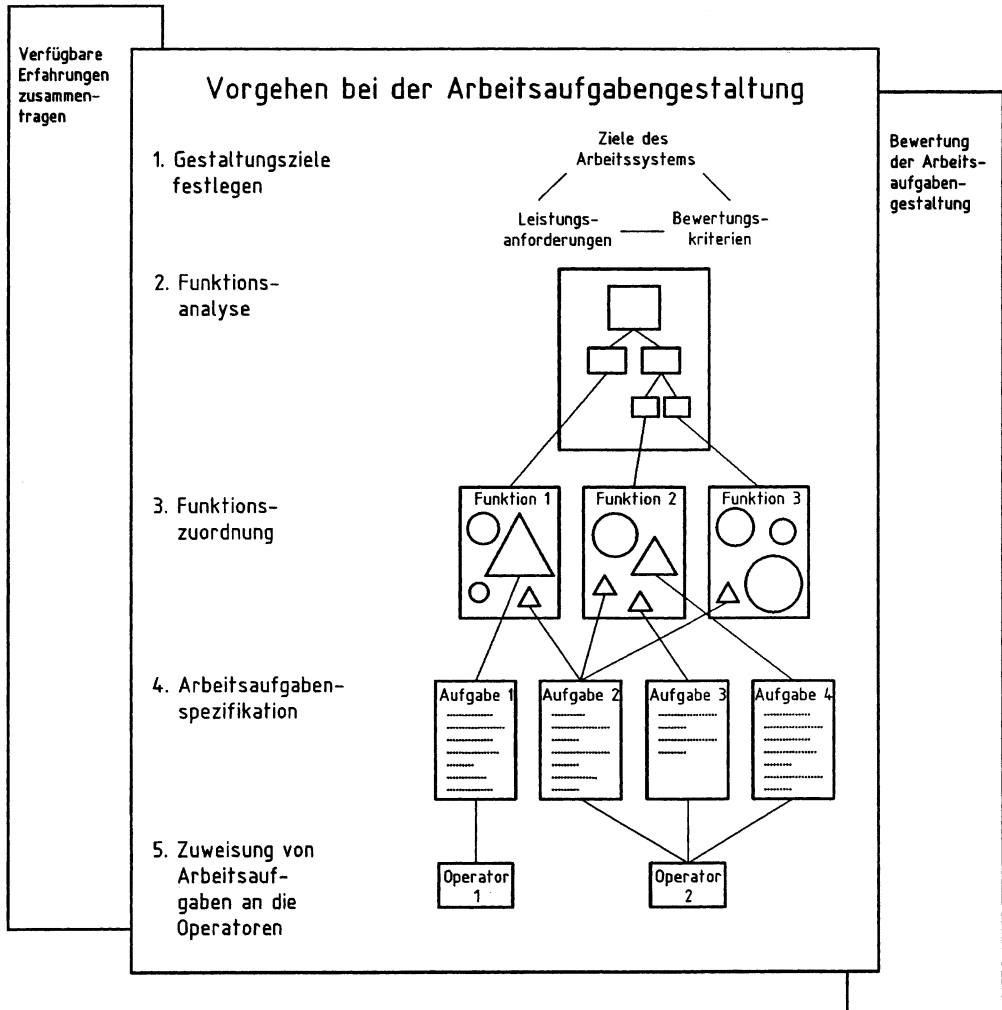
Allgemein gilt, dass alle Gefährdungen, die in Verbindung mit der Maschine innerhalb ihrer vorhersehbaren Einsatzzeit auftreten können, identifiziert und weitestgehend eliminiert oder minimiert werden müssen.

- b) **sicherstellen, dass die durchzuführenden Arbeitsaufgaben als vollständige und sinnvolle Arbeitseinheiten mit deutlich identifizierbarem Anfang und Ende erkennbar sind und nicht einzelne Fragmente solcher Aufgaben darstellen.** Daher sollte jede Arbeitsaufgabe nicht nur aus Durchführungskomponenten bestehen, sondern auch Vorbereitungs- (z. B. Planung) und Bewertungskomponenten (z. B. Inspektion, Prüfung) beinhalten.
- c) **sicherstellen, dass durchgeführte Arbeitsaufgaben als bedeutsamer Beitrag zum Gesamtergebnis des Arbeitssystems erkennbar sind.** Für den Operator sollte erkennbar sein, wie und in welchem Ausmaß die Durchführung der Arbeitsaufgabe und deren Ergebnis das gesamte Arbeitssystem und dessen Ergebnisse beeinflusst. Daher muss eine unnötige Fragmentierung des Arbeitsprozesses, die zu eng begrenzten Arbeitsaufgaben der Operatoren führt, vermieden werden.

- d) **die Anwendung einer angemessenen Vielfalt von Fertigkeiten, Fähigkeiten und Tätigkeiten ermöglichen, insbesondere für eine angemessene Kombination folgender Arten des Verhaltens sorgen:**
- **Fertigkeitsbasiertes Verhalten**, das aus einer unmittelbaren, einfachen, bewussten oder unbewussten Reaktion auf Signale aus dem Arbeitsprozess besteht;
  - **Regelbasiertes Verhalten**, das dem Operator durch die Anwendung grundlegender algorithmischer Regeln (z. B. durch das Treffen einfacher Wenn-Dann-Entscheidungen) erlaubt, den Arbeitsprozess zu steuern;
  - **Wissensbasiertes Verhalten**, das von dem Operator verlangt, komplexe Kenntnisse über die Zusammenhänge innerhalb des Prozesses zu entwickeln und aufrechtzuerhalten, damit er/sie Systemzustände und Fehler feststellen, Lösungen entwickeln und angemessene Tätigkeiten durchführen kann.
- e) **für ein angemessenes Maß an Freiheit und Selbstständigkeit des Operators sorgen.** Der Operator sollte bei der Aufgabendurchführung zwischen Alternativen wählen sowie Prioritäten, Arbeitstempo und Arbeitsablauf bei der Erledigung der Arbeitsaufgabe bestimmen können. Streng festgelegte Abfolgen von Arbeitsschritten, Taktzeiten und Arbeitsmethoden müssen vermieden werden.
- f) **für ausreichende, für den Operator sinnvolle Rückmeldungen in Bezug auf die Aufgabendurchführung sorgen.** Dem Operator müssen Informationen über die Aufgabendurchführung zur Verfügung gestellt werden, die es ihm/ihr ermöglichen zu überprüfen, ob das Ziel erreicht wurde und die Durchführung angemessen erfolgt ist. Dies beinhaltet auch Informationen über Fehlhandlungen und richtige Alternativen.
- Bei Arbeitsaufgaben, die mit häufigen Unterbrechungen verbunden sind, müssen bei der Gestaltung von Maschinen Hilfsmittel zur Unterstützung des Gedächtnisses vorgesehen werden, die es dem Operator erleichtern, sich daran zu erinnern, wo er/sie die Arbeitsaufgabe unterbrochen hat.
- g) **ermöglichen, vorhandene Fertigkeiten und Fähigkeiten auszuüben und weiterzuentwickeln sowie neue zu erwerben.** Dies sollte erreicht werden, indem verschiedene Wege der Aufgabendurchführung, ein ausreichendes Maß an Selbstständigkeit und Abwechslung in Verbindung mit angemessenen Rückmeldungen in Bezug auf die Aufgabendurchführung ermöglicht werden. Dadurch kann der Operator den Betriebsmodus wählen, der dem jeweiligen Stand seiner/ihrer Fachkenntnisse am besten entspricht, sowie versuchen, neue Erfahrungen in Bezug auf verschiedene Wege der Aufgabendurchführung zu erlangen, vorzugsweise durch Kombination verschiedener Arten des Verhaltens.
- Bei Überwachungs- und Steuerungstätigkeiten, insbesondere in hochautomatisierten Systemen, muss der Operator in die Lage versetzt werden, die Fähigkeit zu erwerben, den Prozess zu steuern und sich ein klares Bild der Struktur und der Zusammenhänge innerhalb des Prozesses anzueignen. Dies ist besonders wichtig in Notfallsituationen.
- h) **Über- und Unterforderung des Operators vermeiden, die zu unnötiger oder übermäßiger Beanspruchung, Ermüdung oder zu Fehlern führen kann.** Häufigkeit, Dauer und Intensität von Wahrnehmungs-, kognitiven und motorischen Aktivitäten müssen so gestaltet werden, dass diese Folgen vermieden werden. Über- und Unterforderungen müssen nicht nur unter normalen Bedingungen, sondern auch unter anormalen Bedingungen (z. B. Worst-Case-Situationen) berücksichtigt werden. Dies ist besonders wichtig bei Überwachungs- und Steuerungstätigkeiten, insbesondere in hochautomatisierten Systemen.
- Ob es zu Über- und Unterforderung kommt, variiert innerhalb einer Population und verändert sich mit der Zeit. Daher ist es notwendig, Möglichkeiten zur Anpassung an individuelle Unterschiede, an Entwicklungsphasen und an den Stand der Ausbildung vorzusehen.
- i) **repetitive Aufgaben vermeiden, die zu einseitiger Arbeitsbelastung und somit zu körperlichen Beeinträchtigungen sowie zu Monotonie- und Sättigungsempfindungen, Langeweile oder Unzufriedenheit führen können.** Kurze Taktzeiten sollten daher vermieden werden. Eine angemessene Vielfalt von Aufgaben oder Tätigkeiten muss für den Operator vorgesehen werden. Falls repetitive Aufgaben nicht vermieden werden können,
- darf die zur Aufgabendurchführung verfügbare Zeit nicht allein auf der Grundlage der unter normalen Bedingungen gemessenen oder geschätzten Zeiten festgelegt werden;
  - muss Spielraum für Abweichungen von Normalbedingungen vorgesehen werden;
  - müssen sehr kurze Taktzeiten vermieden werden;
  - muss dem Operator Gelegenheit gegeben werden, nach seinem/ihrer eigenen Arbeitstempo, statt nach einer vorgegebenen Taktzeit zu arbeiten;
  - muss die Arbeit an sich bewegenden Arbeitsgegenständen vermieden werden.

j) vermeiden, dass der Operator alleine, ohne Gelegenheit zu sozialen und funktionalen Kontakten arbeitet. Sichtkontakt, Lärmpegel, Entfernungen zwischen Arbeitsplätzen sowie Selbstbestimmungsmöglichkeiten am Arbeitsplatz müssen bei der Festlegung von Raum, Lage und Funktionen der Maschinen und anderer Arbeitsmittel in Betracht gezogen werden.

Diese Merkmale gut gestalteter Arbeitsaufgaben der Operatoren dürfen bei der Gestaltung von Maschinen nicht verletzt werden. Unter Berücksichtigung der Anwendbarkeit und des Standes der Technik ist es jedoch unter Umständen nicht möglich, all diese Ziele vollständig zu erreichen. In diesem Fall müssen Maschinen und Arbeitsaufgaben der Operatoren so weit wie möglich in Übereinstimmung mit diesen Zielen gestaltet und ausgeführt werden.



- = der Maschine zugeordnete Funktion oder Unterfunktion
- △ = dem Operator zugeordnete Funktion oder Unterfunktion

Bild 80.1 Überblick über den Prozess der Arbeitsaufgabengestaltung

Die Gestaltung von Arbeitsaufgaben in Bezug auf die Gestaltung von Maschinen kann als Verfahren beschrieben werden, das folgende Stufen beinhaltet:

- Festlegung von Gestaltungszielen;
- Funktionsanalyse;
- Funktionszuordnung;
- Spezifikation der Arbeitsaufgabe und
- Zuweisung von Arbeitsaufgaben an die Operatoren.

Bild 80.1 gibt einen Überblick über dieses Verfahren.

Gestaltung ist normalerweise ein iteratives Verfahren, bei dem der Übergang zwischen den einzelnen Stufen nicht eindeutig sein muss. Die Gestaltungslösung für eine Funktion steht häufig in einem Wirkungszusammenhang mit den Lösungen für andere Funktionen innerhalb des Systems. Daher muss der Konstrukteur innerhalb des Gestaltungsprozesses möglicherweise vor- und zurückgehen. Zum Beispiel muss er/sie versuchsweise Lösungen entwickeln und dann zurückgehen, um die Situation erneut zu analysieren oder die Gestaltungsspezifikationen zu überarbeiten.

Durch Befolgung des in dieser Norm beschriebenen schrittweisen Verfahrens kann der Konstrukteur:

- Entscheidungen bezüglich der Gestaltung auf der Grundlage der relevanten Informationen treffen;
- die Entscheidungen allen am Gestaltungsprozess beteiligten Personen verständlich machen;
- die Folgen der bei der Gestaltung getroffenen Entscheidung für die von Menschen ausgeübten Tätigkeiten voraussagen und
- so früh wie möglich prüfen, ob die Entscheidungen angemessen sind.

Als allgemeine Regel muss der Konstrukteur während des Gestaltungsprozesses

- in jeder Stufe des Verfahrens die bestehenden Erfahrungen nutzen, z. B. durch Analyse bestehender Gestaltungslösungen und deren Einfluss auf die Tätigkeiten des Operators;
- menschliche und grundlegende technische Faktoren gleichzeitig berücksichtigen;
- Methoden anwenden, bei denen die Wechselwirkungen zwischen dem Operator und den Maschinen und anderen Arbeitsmitteln in Betracht gezogen werden können;
- die Gestaltungsentwürfe in jedem Verfahrensschritt im Hinblick auf die Zielsetzung, die Anforderungen und die in früheren Phasen des Gestaltungsprozesses festgelegten Bewertungskriterien bewerten und
- den Gestaltungsprozess der Arbeitsaufgabe dokumentieren, um nachweisen zu können, dass Übereinstimmung mit den Anforderungen dieser Norm und die festgelegten Ziele erreicht wurden.

Die in dieser Norm aufgeführten Grundsätze und Anforderungen müssen in den in DIN EN 614-1 beschriebenen Gestaltungsprozess integriert werden.

### 6.4.3 Körpermaße und Körperkräfte

Vom Beuth-Verlag wurde das DIN-Taschenbuch 390 Körpermaße und Körperkräfte herausgegeben, das die Normen zusammenstellt, die beim Aufstellen anthropometrischer Datenbanken zu beachten sind. Diese Normen behandeln sowohl die konventionellen Verfahren mit dem Anthropometer, Messband und Tasterzirkel als auch rechnergestützte berührungslose 3D-Messverfahren.

Entscheidende Überlegungen für ergonomische Lösungen im Arbeitsschutz beruhen auf der Kenntnis von der Größe und den Kräften der Menschen, für die die entsprechenden Maßnahmen durchgeführt werden. Weitere Themen sind die aktuellen Maße der in Deutschland wohnenden Bevölkerung (DIN 33401-2, s. Norm) und Sicherheitsabstände.

#### **DIN EN ISO 7250 Wesentliche Maße des menschlichen Körpers für die technische Gestaltung (Okt 1997)**

Das Wohlbefinden des Menschen hängt wesentlich von der anthropometrischen Gestaltung von Kleidung, Arbeitsplatz, Transportmitteln, Wohnumwelt und Freizeitaktivitäten ab. Um Übereinstimmung

zwischen Menschen und Umwelt sicherzustellen, ist es notwendig, Größe und Gestalt der Menschen zu messen als Grundlage für die technische Gestaltung von Arbeitsplatz und häuslicher Umgebung. Die in dieser Norm zusammengestellten anthropometrischen Maße sollen eine Hilfe für Ergonomen sein bei der Definition von Nutzer-Bevölkerungen und bei der Umsetzung der metrischen Daten für die Gestaltung der Arbeits- und Lebenswelt. Diese Auflistung hat nicht das Ziel, als Messanleitung zu dienen, sondern sie soll dem Ergonomen und Designer das anatomische und anthropometrische Basiswissen vermitteln und gleichzeitig die Prinzipien der Messmethoden deutlich machen. Diese Norm kann in Zusammenhang mit nationalen oder internationalen Vorschriften oder Abkommen zur Vereinheitlichung in der Beschreibung von Bevölkerungsgruppen dienen. Es wird dabei davon ausgegangen, dass die in dieser Norm aufgenommenen anthropometrischen Maße bei den jeweiligen Anwendungsmöglichkeiten durch spezifische weitere Messungen ergänzt werden.

### **Messbedingungen**

Es ist notwendig, dass die nachfolgenden Untersuchungsbedingungen zusammen mit den Zahlenwerten jeder Untersuchung dokumentiert werden. Es wird empfohlen, Maße und Messmethoden auch fotografisch oder in Detailzeichnungen zu dokumentieren.

### **Bekleidung des Probanden**

Der zu Untersuchende (Proband) muss unbedeckt sein oder darf nur ein Minimum an Bekleidung tragen; er muss ohne Kopfbedeckung und Schuhe sein.

### **Unterstützungsflächen**

Die Standfläche (Fußboden), Messplattform oder Sitzfläche muss flach, horizontal und nicht verformbar sein.

### **Körpersymmetrie**

Maße, die an irgendeiner Seite des Körpers gemessen werden können, nimmt man zweckmäßigerweise an beiden Körperseiten. Wenn dies nicht möglich ist, sollte angegeben werden, an welcher Körperseite das Maß genommen wurde.

### **Messgeräte**

Die üblichen empfohlenen Messgeräte sind das Anthropometer, Gleitzirkel, Tasterzirkel, Waage und Messband.

Das Anthropometer ist ein Spezialgerät zur Messung linearer Abstände zwischen Körperpunkten und Standardbezugsebenen wie Standfläche oder Sitzfläche.

Gleit- und Tasterzirkel werden benutzt, um Breiten- und Tiefenmaße am Körper zu erheben, sowie auch die Entfernungen zwischen Körperpunkten.

Das Messband wird für die Messung von Körperumfängen benutzt. Um die am stärksten nach hinten vortretenden Weichteile eines sitzenden Menschen zu erfassen, wird ein kubischer Messblock mit 200 mm Kantenlänge benutzt. Um Griff-Maße zu erfassen, wird ein Messstab mit einem Durchmesser von 20 mm verwendet.

### **Weitere Messbedingungen**

Es wird empfohlen, Brustkorb- und andere Maße, die durch die Atmung beeinflusst werden, bei flacher Atmung der Probanden zu nehmen.

### **Wesentliche anthropometrische Maße (Beispiele, Auszug)**

#### **Maße am stehenden Menschen**

**Benennung:** Körpermasse (Körpergewicht).

**Erklärung:** Die Gesamtmasse (Körpergewicht) des Körpers.

**Messmethode:** Die Person steht auf einer Waage.

**Messinstrument:** Personenwaage



**Benennung:** Körperhöhe, (s. Bild 83.1)  
**Erklärung:** Vertikaler Abstand von der Standfläche zum höchsten Punkt des Kopfes (Vertex).  
**Messmethode:** Die Person steht mit geschlossenen Füßen maximal aufrecht. Der Kopf wird in der Frankfurter Horizontalen gehalten.  
**Messinstrument:** Anthropometer

Bild 83.1 Körperhöhe



**Benennung:** Augenhöhe, (s. Bild 83.2)  
**Erklärung:** Vertikaler Abstand von der Standfläche zum äußeren Augenwinkel.  
**Messmethode:** Die Person steht mit geschlossenen Füßen maximal aufrecht. Der Kopf wird in der Frankfurter Horizontalen gehalten.  
**Messinstrument:** Anthropometer

Bild 83.2 Augenhöhe

### Maße am sitzenden Menschen

**Benennung:** Sitzhöhe, aufrecht (Körpersitzhöhe, Stammlänge) (s. Bild 83.3).

**Erklärung:** Vertikaler Abstand von einer horizontalen Sitzfläche zum höchsten Punkt des Kopfes (Vertex).

**Messmethode:** Die Person sitzt mit ganz unterstützten Oberschenkeln, während die Unterschenkel frei hängen. Die Person sitzt maximal aufrecht. Der Kopf wird in der Frankfurter Horizontalen gehalten.

**Messinstrument:** Anthropometer.

**Benennung:** Augenhöhe, sitzend (s. Bild 83.4).

**Erklärung:** Vertikaler Abstand von einer horizontalen Sitzfläche zum äußeren Augenwinkel.

**Messmethode:** Die Person sitzt mit ganz unterstützten Oberschenkeln, während die Unterschenkel frei hängen. Die Person sitzt maximal aufrecht. Der Kopf wird in der Frankfurter Horizontalen gehalten.

**Messinstrument:** Anthropometer.

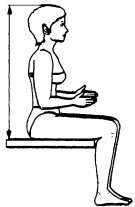


Bild 83.3 Sitzhöhe aufrecht



Bild 83.4 Augenhöhe sitzend



Bild 83.5 Cervicalhöhe sitzend

**Benennung:** Cervicalhöhe, sitzend, (s. Bild 83.5).

**Erklärung:** Vertikaler Abstand von einer horizontalen Sitzfläche bis zum Cervicale (Spitze des Dornfortsatzes des siebten Halswirbels).

**Messmethode:** Die Person sitzt mit ganz unterstützten Oberschenkeln, während die Unterschenkel frei hängen. Die Person sitzt maximal aufrecht. Der Kopf wird in der Frankfurter Horizontalen gehalten.

**Messinstrument:** Anthropometer.

Derzeit wird DIN EN ISO 7250 überarbeitet und um statistische Zusammenfassungen von Messungen zur Errichtung anthropometrischer Datenbanken ergänzt. In einem weiteren Schritt sollen Werte für die Körpermaße der nationalen Bevölkerungen ermittelt und als getrennter Normteil veröffentlicht werden.

### DIN 33419 Allgemeine Grundlagen der ergonomischen Prüfung von Produktentwürfen und Industrieerzeugnissen (Feb 1993)

Die Überprüfung der Frage, inwieweit bei Produktentwürfen und Industrieerzeugnissen ergonomische Anforderungen berücksichtigt worden sind, erfolgt im Regelfall durch Prüfmittel, die jeweils nur einen oder wenige Parameter erfassen. Für eine multifunktionelle gleichzeitige Prüfung und/oder zur Ermittlung von Produkteigenschaften, für die noch keine technischen Prüfverfahren festgelegt sind, werden oft einzelne oder mehrere Menschen als Prüfpersonen eingesetzt und beobachtet bzw. befragt.



Die Aussagekraft der auf diese Weise gewonnenen Befunde hängt entscheidend davon ab, inwieweit die Prüfpersonen die Benutzergruppe repräsentieren.

Je nach Fragestellung werden die Produkteigenschaften durch Prüfpersonen ermittelt. Als Verfahren werden angewendet:

- Messung des Anpassungsgrades des zu prüfenden Gegenstandes an die körperlichen Eigenschaften und die Körperfunktionen;
- Beobachten des Verhaltens der Prüfpersonen;
- Befragung der Prüfperson.

### Arten der Prüfung

Je nach Anforderungen an die Genauigkeit der Prüfergebnisse und die Möglichkeit zur Auswahl von Prüfpersonen ist zwischen der orientierenden Prüfung und der speziellen (bewertenden) Prüfung zu unterscheiden.

**Orientierende Prüfung.** Die orientierende Prüfung dient vorzugsweise zur Beurteilung von Produktentwürfen und berücksichtigt als Auswahlkriterien für das Prüfkollektiv nur die Basiskriterien ethnische Herkunft, Geschlecht, Alter und Körperhöhe (s. Tab. 85.1).

**Spezielle (bewertende) Prüfung.** Die spezielle (bewertende) Prüfung erfasst alle für die Beurteilung der zu prüfenden Gebrauchsgüter, Arbeitsplätze, Architekturdetails, Verkehrsmittel usw. relevanten Parameter und setzt zu ihrer Erfassung in der Regel mehr als eine Methode ein (spezielle Kriterien und Nebenkriterien s. Norm).

### Prüfpersonen

Die Auswahl der Prüfpersonengruppe muss sich am repräsentativen Querschnitt möglicher zukünftiger Benutzergruppen orientieren. Weicht ein Teil der Benutzergruppe von diesem repräsentativen Querschnitt ab (z. B. Behinderte), so ist diesen Besonderheiten durch eine Erweiterung der Prüfpersonengruppe Rechnung zu tragen.

**Laie.** Als Laie wird eine Prüfperson bezeichnet, die ohne vorangegangene Einführung in die Prüfaufgabe und ohne Nachweis ihrer Eignung aufgrund der wahrgenommenen Sinneseindrücke eine Aussage abgibt. Erfolgt eine kurze Einführung in die Prüfaufgabe, kann die Prüfperson als unterwiesener Laie bezeichnet werden.

**Prüfer.** Als Prüfer wird eine Prüfperson bezeichnet, die in der Prüfaufgabe geschult ist.

**Sachverständiger.** Als Sachverständiger wird eine hoch qualifizierte Prüfperson mit intensiver Schulung in der Prüfaufgabe, längerer Erfahrung und ständigem Einsatz bei Prüfungen bezeichnet.

### Auswahlkriterien für Prüfpersonengruppen

Als Beispiel für die Auswahlkriterien zeigt Tab. 85.1 die Basiskriterien auf. Spezielle Kriterien (z. B. Körperumfang und -gewicht) sowie Nebenkriterien (z. B. Zuschläge für Kleidung) s. Norm.

### Anzahl der Prüfpersonen

Um die bei den vorgesehenen Auswahlkriterien mögliche Variabilität zu erfassen, sind für jedes entsprechend der jeweiligen Prüfaufgabe zugrunde zu legende Auswahlkriterium bei der orientierenden Prüfung wie bei der speziellen Prüfung jeweils mindestens drei Prüfpersonen erforderlich. Es ist dabei zulässig, dass eine Prüfperson mehrere Auswahlkriterien abdeckt.

### Prüfdauer

Die Dauer der Prüfung soll mindestens einen für den zu prüfenden Gegenstand typischen Benutzungszyklus umfassen.

### Auswertung und Prüfbericht

Mithilfe der Prüfpersonen gewonnenen Bewertungen werden für jede Person, jedes Merkmal und jedes Erfassungsverfahren einzeln protokolliert. Aus den Einzelbewertungen werden für jedes Merkmal Durchschnittswerte von allen Versuchspersonen berechnet, die demselben Auswahlkriterium entsprechen.

Tabelle 85.1 Basiskriterien

Basiskriterien	Zusammensetzung
Bevölkerung Nur einheimische Bevölkerung	Nach DIN 33402-1 und DIN 33402-2
„Großer Mensch“ und/oder „Kleiner Mensch“	Nach Anhang A, s. Tab. 85.2
Weltbevölkerung	Nach Anhang A, s. Tab. 85.2
Geschlecht Weiblich und/oder männlich	Anteil der weiblichen und männlichen Prüfpersonen nach dem zu erwartenden Benutzerkollektiv. Bei neutralen Prüfgebieten je 50 % weiblich bzw. männlich
Alter Kinder und Jugendliche und/oder Erwachsene bis 60 Jahre und/oder Erwachsene ab 60 Jahre	Anteil der weiblichen und männlichen Prüfpersonen nach dem zu erwartenden Benutzerkollektiv. Bei neutralen Prüfgebieten entsprechend der Bevölkerungsstatistik z. B. ein Kind/Jugendlicher, zwei Erwachsene bis 60 Jahre, ein Erwachsener ab 60 Jahre
Körperhöhe Nur 5. Perzentil und/oder nur 95. Perzentil	Anteil kleiner und/oder großer Prüfpersonen eines oder beider Geschlechter nach dem zu erwartenden Benutzerkollektiv. Bei neutralen Prüfgebieten in der Regel 5. Perzentil weiblich, bis 95. Perzentil männlich

Wenn Prüfpersonen von unterschiedlichem Kenntnisgrad und Eignung zu einer Prüfpersonengruppe zusammengefasst werden, sind die Einzelbewertungen bei der Bildung des Durchschnittwertes zu gewichten.

Wichtung der Bewertung bei:

- Laien: Faktor 0,7
- Unterwiesenen Laien: Faktor 0,8
- Prüfern: Faktor 0,9
- Sachverständigen: Faktor 1,0

Tabelle 85.2 Anthropometrische Gliederung der Weltbevölkerung in zwei Stufen: „kleiner Typ“ und „großer Typ“, Maße in mm

Körpermaß	Kleiner Typ			Großer Typ	
	P5 <sup>1)</sup>	P50 <sup>1)</sup>	P95/P5 <sup>1)</sup>	P50 <sup>1)</sup>	P95 <sup>1)</sup>
Körperhöhe	1390	1520	1650	1780	1910
Körpersitzhöhe	740	800	870	935	1000
Augenhöhe im Sitzen	620	690	750	815	880
Reichweite (Fingerspitze)	670	740	810	880	950
Schulterbreite (bideltoid)	320	365	410	455	500
Schulterbreite (Akromien)	285	325	360	395	430
Hüftbreite (stehend)	260	300	335	375	410
Kniehöhe	405	455	505	550	600
Länge des Unterschenkels mit Fuß	320	365	410	460	505
Ellenbogen-Griffachsen-Abstand	270	305	340	375	410
Gesäß-Knielänge	450	505	550	615	670
Gesäß-Beinlänge	830	920	1010	1100	1190
Körpersitzbreite (Sitzbreite)	260	305	350	395	440
Handlänge	140	155	170	185	200
Handbreite	65	75	90	100	110
Fußlänge	200	225	250	275	300
Kopfumfang	475	505	540	570	600
Kopflänge (Kopftiefe)	160	175	185	195	205
Kopfbreite	120	135	145	160	170

<sup>1)</sup> P5 = 5. Perzentil (repräsentiert die Körpergröße „klein“, d. h. nur 5 % der Werte liegen unter diesem unteren Grenzwert)

P50 = 50. Perzentil (repräsentiert die Körpergröße „mittelgroß“, d. h. nur 50 % der Werte liegen über und unter diesem Median)

P95 = 95. Perzentil (repräsentiert die Körpergröße „groß“, d. h. nur 5 % der Werte liegen über diesem oberen Grenzwert)

## 6.4.4 Gefahrensignale

### DIN EN ISO 7731 Ergonomie – Gefahrensignale für öffentliche Bereiche und Arbeitsstätten – Akustische Gefahrensignale (Dez 2005)

Diese Norm ersetzt DIN EN 457:1992; sie legt Kriterien für die Erkennbarkeit von akustischen Gefahrensignalen fest, insbesondere für Fälle, bei denen ein starker Störschall besteht. Sie behandelt akustische Gefahrensignale, die im Text dieser Norm als „Gefahrensignale“ bezeichnet werden und zu denen Notsignale und Warnsignale gehören (s. Tab. 86.1).

Tabelle 86.1 Unterschiedliche Arten von Gefahrensignalen

Art des Gefahrensignals	Erforderliche Reaktion
Akustisches Notsignal für Räumung	Sofortiges Verlassen des Gefahrenbereichs
Akustisches Notsignal	Dringliche Rettungs- oder Schutzmaßnahmen
Akustisches Warnsignal	Vorbeugende oder vorbereitende Handlungen

#### Begriffe

**Akustisches Notsignal:** Signal, das den Beginn und, falls erforderlich, die Dauer und das Ende der gefährlichen Situation anzeigt

**Akustisches Notsignal für Räumung:** Signal, das den Beginn oder das tatsächliche Vorhandensein eines Notzustandes mit unmittelbarer Schädigungsmöglichkeit anzeigt und die Person(en) auffordert, den Gefahrenbereich in der festgelegten Weise zu verlassen.

*Anmerkung* Das akustische Notsignal für Räumung wird in der DIN 33404-3 Gefahrensignale für Arbeitsstätten behandelt.

**Störschall:** Jeder Schall im Signalempfangsbereich, der nicht vom Gefahrensignalgeber erzeugt wird.

**Effektive Mithörschwelle:** Intensität des neben vorhandenem Störschall gerade noch hörbaren akustischen Gefahrensignals unter Berücksichtigung der akustischen Parameter sowohl des im Signalempfangsbereich vorhandenen Störschalls als auch der eingeschränkten Hörfähigkeit Betroffener (Gehörschutz, Hörverlust und sonstige verdeckende Wirkungen).

Das Gefahrensignal muss so beschaffen sein, dass jede Person im Empfangsbereich das Signal hören und auf dieses in der vorgesehenen Weise reagieren kann. Die zuverlässige Erkennbarkeit eines Gefahrensignals erfordert, dass das Signal deutlich hörbar ist, sich von anderen Geräuschen der Umgebung ausreichend unterscheidet und eindeutig ist. Hinsichtlich der Priorität muss jedes akustische Notsignal für Räumung Vorrang vor allen anderen Gefahrensignalen haben, und Gefahrensignale müssen Vorrang vor allen anderen akustischen Signalen haben. Akustische Gefahrensignale müssen bezüglich der Erkennbarkeit gegenüber allen anderen akustischen Signalen Vorrang haben.

Die Wirksamkeit des Gefahrensignals muss sowohl in regelmäßigen Abständen als auch bei Einführung eines neuen Signals (unabhängig davon, ob dies ein Gefahrensignal ist) oder bei einer Änderung des Störschalls oder sonstigen relevanten Veränderungen überprüft werden.

Das Gefahrensignal muss deutlich hörbar sein. Die effektive Mithörschwelle muss deutlich überschritten werden. Um die Hörbarkeit sicherzustellen, darf der A-bewertete Schalldruckpegel des Gefahrensignals an jedem Ort innerhalb des Signalempfangsbereichs nicht niedriger als 65 dB sein.

Genauere Vorhersagen lassen sich durch Verwendung der Oktavbandanalyse oder der Terzbandanalyse erreichen.

#### Beispiel 1 Akustische Gefahrensignale zur Warnung vor herankommendem Pendelförderer

Störschall im Signalempfangsbereich: schallgedämpfter Axiallüfter

Merkmale des Störschalls: zeitlich konstant

Störschallpegel:  $L_{N,A} = 78$  dB

Gewähltes akustisches Gefahrensignal:  $I_{s,A} = 84$  dB

Merkmale des akustischen Gefahrensignals: elektroakustisch erzeugtes, intermittierendes Signal mit der Signaldauer: EIN = 1 s AUS = 1 s

Die Frequenzverteilung und der Zeitverlauf des Gefahrensignals und des Störschalls unterscheiden sich deutlich voneinander. Die effektive Mithörschwelle wird über zwei Oktaven (1000 Hz und 2000 Hz) um mehr als 10 dB überschritten. Das Gefahrensignal kann somit leicht erkannt werden.

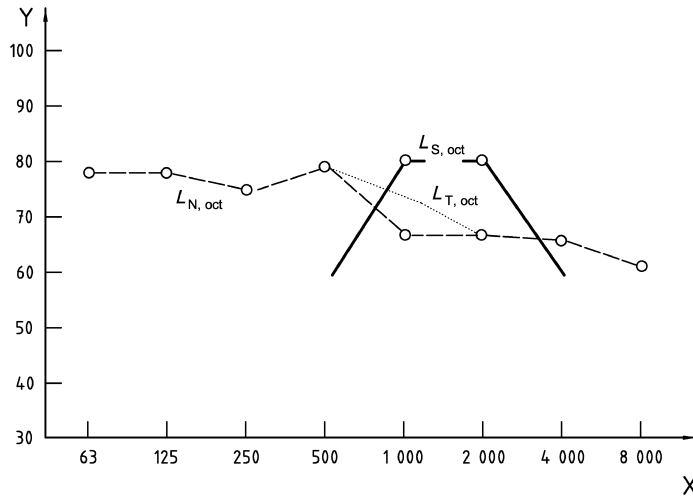


Bild 87.1 Grafische Darstellung der Oktavbandanalyse des Störschalls, der effektiven Mithörschwelle und des akustischen Gefahrensignals während des Zeitraums „EIN“

### DIN EN 842 Sicherheit von Maschinen – Optische Gefahrensignale – Allgemeine Anforderungen, Gestaltung und Prüfung (Aug 1996)

Für die Anwendung dieser Norm gelten die folgenden Definitionen:

#### Optisches Gefahrensignal

Optisches Signal, das den nahe bevorstehenden Beginn oder das tatsächliche Vorhandensein einer Gefahrenlage anzeigt, das Risiko des Personenschadens oder des Sachschadens einschließt und gewisse menschliche Reaktionen zur Gefahrbeseitigung, Kontrolle oder andere Sofortmaßnahmen erfordert.

Es wird zwischen zwei Arten von optischen Gefahrensignalen unterschieden: optisches Warnsignal und optisches Notsignal.

**Optisches Warnsignal:** Optisches Signal, das den nahe bevorstehenden Beginn einer Gefahrenlage anzeigt, die geeignete Maßnahmen zur Beseitigung oder Kontrolle der Gefahr erfordern.

**Optisches Notsignal:** Optisches Signal, das den Beginn oder das tatsächliche Vorhandensein einer Gefahrenlage anzeigt, die ein sofortiges Handeln erfordert.

Die Merkmale des optischen Gefahrensignals müssen sicherstellen, dass jede Person im Signalempfangsbereich das Signal erkennen, unterscheiden und darauf wie festgelegt reagieren kann. Optische Gefahrensignale müssen:

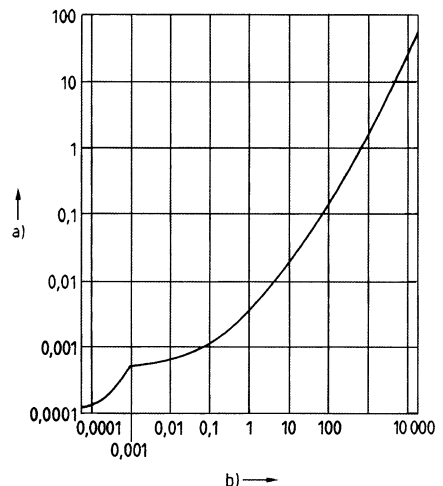
- unter allen möglichen Lichtbedingungen deutlich gesehen werden können;
- deutlich von anderen Lichtern oder Lichtsignalen zu unterscheiden sein;
- eine bestimmte Bedeutung innerhalb des Signalempfangsbereiches haben.

Optische Gefahrensignale müssen Vorrang vor allen optischen Signalen haben.

Optische Notsignale müssen Vorrang vor allen optischen Warnsignalen haben.

Bild 87.2 Zusammenhang zwischen der erforderlichen Beleuchtungsstärke auf der Pupille und der Leuchtdichte des Hintergrundes

- a) Erforderliche Beleuchtungsstärke auf der Pupille in Lux  
b) Leuchtdichte des Hintergrundes in  $\text{cd/m}^2$



Es muss Vorsorge getroffen werden, die Wirksamkeit des optischen Gefahrensignals in regelmäßigen Abständen zu prüfen und ob ein neues Signal (Gefahrensignal oder nicht) im Signalempfangsbereich eingeführt werden soll.

*Anmerkung 1* Ein optisches Gefahrensignal sollte, falls nicht besondere Gründe entgegenstehen, durch ein akustisches Gefahrensignal ergänzt werden. Wenn das Gefahrensignal ein Notsignal ist, sollten akustisches und optisches Signal zusammen dargeboten werden (s. DIN EN 981).

*Anmerkung 2* Es könnte für optische Gefahrensignale vorteilhaft sein, eine relativ niedrige Helligkeitsprüffunktion zu haben, die unabhängig von der Warnfunktion anzeigt, dass sie funktionsfähig sind.

Für punktförmige Lichtquellen ist das Maß für die Erkennbarkeit die durch den Lichtstrom auf der Pupille des Auges des Beobachters erzeugte Beleuchtungsstärke verglichen mit der Leuchtdichte des Hintergrundes. Der Zusammenhang zwischen der für die Erkennbarkeit erforderlichen Beleuchtungsstärke auf der Pupille und der Leuchtdichte des Hintergrundes ist in Bild 87.2 dargestellt.

## DIN EN 981 Sicherheit von Maschinen – System akustischer und optischer Gefahrensignale und anderer Signale (Jan 1997)

**Schema der Anwendungen und Merkmale.** Die grundlegenden Anforderungen für ein System von Signalen sind in den Tab. 88.1 und 89.1 zusammengefasst. Eingehendere Gestaltungsparameter und Bemerkungen sind in Tab. 89.2 für die Schallkodierung und in Tab. 89.3 für die Farbkodierung zusammengestellt.

Entsprechend dem Dringlichkeitsgrad müssen sowohl die Mitteilungskategorie als auch die entsprechenden Signalmerkmale nach Tab. 88.1 ausgewählt werden.

Für Not-Evakuierung und öffentlichen Alarm muss Tab. 89.1 angewendet werden.

**Schema der Merkmale von akustischen Signalen.** Zusätzliche Merkmale für akustische Signale sind in Tab. 89.2 enthalten.

**Schema der Farben von optischen Signalen.** Zusätzliche Merkmale für optische Signale sind in Tab. 89.3 enthalten.

Tabelle 88.1 Signale für allgemeine Zwecke, nach dem Grad der Dringlichkeit aufgeführt

Mitteilungskategorie	Akustisches Signal		Optisches Signal
	Verfügbares Merkmal für Phase AN	Zeitverlauf	
GEFAHR Dringende Maßnahmen zwecks Rettung oder Schutz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Gleitend</li> <li>– Schallstöße</li> <li>– Abwechselnd (zwei oder drei Frequenzstufen)</li> </ul> <i>Anmerkung</i> Die Dringlichkeit kann durch einen schnellen Rhythmus, Dissonanz oder einen hochfrequenten Ton hervorgehoben werden	Fortlaufend oder abwechselnd AN/AUS Abwechselnd AN/AUS Fortlaufend oder abwechselnd AN/AUS Jedes GEFAHRENSignal muss einen Zeitverlauf haben, der sich deutlich von der NOT-EVAKUIERUNG unterscheidet (s. Tab. 89.1)	Rot
VORSICHT Bei Bedarf handeln	Nur ein Schall mit konstantem Spektrum, Mindestdauer 0,3 s	Abwechselnd AN/AUS Deutlich unterscheidbar von NOT-EVAKUIERUNG Höchstens zwei unterschiedliche AN-Segmentlängen in einem Verlauf; das erste Segment ist lang	Gelb
GEBOT Notwendigkeit vorgeschriebener Maßnahmen	Zwei oder drei verschiedene Schalle, jeder mit konstantem Spektrum	Fortlaufend oder abwechselnd AN/AUS	Blau (DIN EN 60073, s. Norm)
DURCHSAGE/ INFORMATION Öffentliche Anweisung	Zweitön-Gong	Hoch-tief ohne Wiederholung (mit anschließender Anweisung)	im Allgemeinen kein Lichtsignal. Falls erforderlich: Gelbe Doppelblitzlichte ohne Wiederholung
ALLES KLAR Gefahr vorüber	Schall mit konstantem Spektrum	Fortlaufend, mindestens 30 s Signal, das dem vorausgegangenen Warnsignal folgt	Grün

*Anmerkung* Die Gleichzeitigkeit von Schall und Licht ist im Allgemeinen nicht erforderlich, kann jedoch die Wahrnehmung verbessern.

Tabelle 89.1 Merkmale der Signale für Not-Evakuierung und öffentlichen Alarm

Mitteilungskategorie	Akustisches Signal		Optisches Signal	Bemerkungen
	Verfügbares Merkmal für Phase AN	Zeitverlauf		
ÖFFENTLICHER ALARM Wichtige Maßnahme zur persönlichen Sicherheit erforderlich	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gleitend</li> <li>- Konstantes Spektrum</li> </ul>	Fortlaufend Abwechselnd AN/AUS, Dauer 4 s bis 20 s	Rotes Blinklicht	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Feststehende Anweisungen zum Schutz in Innenräumen oder Schutzbunker (Gas)</li> <li>- Rundfunkmeldung folgt</li> </ul>

*Anmerkung* Die Gleichzeitigkeit von Schall und Licht ist im Allgemeinen nicht erforderlich, kann jedoch die Wahrnehmung verbessern.

Tabelle 89.2 Schema der Merkmale von akustischen Signalen

Schall	Licht	Bedeutung	Bemerkungen
GLEITEND Gleitende Erhöhung oder Verringerung der Frequenz mit einer Geschwindigkeit von 5 Hz/s bis 5 Hz/ms (Änderung während eines Zyklus zulässig)	ROT	Gefahr, sofort handeln	Höchste Gleitgeschwindigkeit grundsätzlich für hohe Tonfrequenzen und umgekehrt. Niedrigste Gleitgeschwindigkeit ist nicht für Schallsegmente zu verwenden, die kürzer als 5 s sind, und auch nicht für Frequenzen oberhalb 400 Hz
SCHALTSTÖSSE, Kurz-Pulse Wenn in Gruppen, mindestens fünf Impulse in jeder Gruppe. Impulsfrequenz 4 Hz bis 8 Hz (Impulslänge 60 ms bis 100 ms)	ROT	Gefahr, sofort handeln	Der Nachhall kann Erkennungsschwierigkeiten bei Impulsfrequenzen oberhalb 5 Hz bewirken (DIN EN ISO 7731)
ABWECHSELND Sprunghafte Folge von zwei oder drei verschiedenen Tonhöhen, jedes Segment 0,15 s bis 1,5 s	ROT	Gefahr, sofort handeln	Intensität und Dauer der Phase AN der Schallsegmente gleich
KURZER Schall Konstantes Spektrum, Mindestdauer 0,3 s	GELB	Vorsicht, bereit sein	Wenn unterschiedliche Schallsegmentlängen verwendet werden, dann wird ein Verhältnis von 1:3 empfohlen
REIHENFOLGE Zwei oder drei verschiedene Schalle, jeder mit konstantem Spektrum	BLAU	Gebot, Handeln zwingend vorgeschrieben	-
ANHALTENDER Schall Konstantes Spektrum	GRÜN	Normalzustand Alles klar	Ein nach ÖFFENTLICHEM ALARM ausgelöstes Signal darf vor Ablauf von 30 s nicht unterbrochen werden

Tabelle 89.3 Schema der Farben von optischen Signalen

Farbe	Bedeutung	Zweck	Bemerkungen
ROT	Gefahr Anormaler Zustand	Notfall Alarm Halt Verbot Ausfall	Rote Lichtblitze müssen für NOT-EVAKUIERUNG verwendet werden
GELB	Vorsicht	Aufmerksamkeit erforderlich Zustandsänderung Eingriff	-

Fortsetzung s. nächste Seite

Tabelle 89.3, Fortsetzung

Farbe	Bedeutung	Zweck	Bemerkungen
BLAU	Anzeige der Notwendigkeit zwingend vorgeschriebenen Handelns (DIN EN 60073, s. Norm)	Handlung Schutz Besondere Aufmerksamkeit Sicherheitsrelevante Regelung oder Vorkehrung mit Priorität	Für Zwecke, die mit Rot, Gelb oder Grün nicht eindeutig zu beschreiben sind
GRÜN	Alles klar Normalzustand	Zum normalen Ablauf zurückkehren Weitermachen	Zur Überwachung eingeschalteter Geräte (normal)

## 6.4.5 Gestaltung von Anzeigen und Stellteilen

### DIN EN 894-1 Sicherheit von Maschinen – Ergonomische Anforderungen an die Gestaltung von Anzeigen und Stellteilen – Teil 1: Allgemeine Leitsätze für Benutzer – Interaktion mit Anzeigen und Stellteilen (Apr 1997)

Das Wissen um die ergonomischen Grundsätze ist die Basis für eine erfolgreiche Realisierung eines Mensch-Maschine-Systems. Es ist vor allem sicherzustellen, dass die Systeme als interaktiver Prozess zwischen Entwickler und Anwendern gestaltet werden. DIN EN 614-1 (s. Abschn. 6.4.2) stellt einen Rahmen für die Einbeziehung ergonomischer Grundsätze in den Gestaltungsprozess dar, der bei der Gestaltung von Maschinen zu berücksichtigen ist. Dieser Rahmen kann Entwicklern helfen, die in der vorliegenden Norm festgelegten Grundsätze zu berücksichtigen.

Ein wichtiger einzubeziehender Faktor ist der Grad, in dem der menschliche Operator im System notwendig ist, um eine gegebene Aufgabe zu erfüllen. Der informative Anhang A fasst Informationen über die Fähigkeiten der Menschen zusammen, die mit der Maschine in Interaktion stehen. Der Entwickler muss prüfen, ob die geplante Zuweisung einer bestimmten Funktion an ein Mensch-Maschine-System den menschlichen Fähigkeiten entspricht. Ist das nicht der Fall, muss der Gestalter das System umgestalten. Das Ergebnis kann ein (Unter-)System ohne menschlichen Operator sein.

Das übergeordnete Prinzip für Mensch-Maschine-Systeme besteht darin, dass die Maschine und die zu ihr gehörenden Elemente (Anzeigen, Stellteile, Instruktionen usw.) für den Benutzer und die gestellte Aufgabe geeignet sein müssen. Um dieses allgemeine Prinzip zu realisieren, muss das Maschinensystem so gestaltet sein, dass die menschlichen Charakteristika hinsichtlich ihrer physischen, psychologischen und sozialen Aspekte berücksichtigt sind. Weitere Abschnitte enthalten die ergonomischen Grundsätze, die bei der Gestaltung eines Mensch-Maschine-Systems zu berücksichtigen sind. Es sind auch einige Anleitungen zu Verfahren enthalten, die angewendet werden können, um diese Grundsätze festzulegen. Es ist zu beachten, dass diese Übersicht nicht umfassend ist, aber nützliche Hinweise zu praktischen Maßnahmen liefert, die berücksichtigt werden sollten.

**Aufgabenangemessenheit.** Ein Mensch-Maschine-System ist für eine Aufgabe geeignet, wenn es den Benutzer bei der sicheren, effizienten und wirkungsvollen Erfüllung der Aufgabe unterstützt.

**Prinzip der Funktionszuweisung.** Die angemessenste Form der Zuweisung von Funktionen zum Operator und zur Maschine sollte nach der Betrachtung der Aufgabenerfordernisse sowie der Fähigkeiten und Grenzen des Operators entschieden werden.

**Anwendungsbeispiel:** Sicherstellen, dass die Maschine keine unzumutbaren Forderungen an den Benutzer stellt, z. B. hinsichtlich der Geschwindigkeit und Antwortgenauigkeit, die für die Betätigung von Stellteilen erforderlichen Kräfte und der Wachsamkeit gegenüber geringfügigen Veränderungen von Anzeigen.

**Prinzip der Komplexität.** Soweit es sich mit der Aufgabenstellung vereinbaren lässt, müssen Möglichkeiten zur Reduzierung der Komplexität angeboten werden. Besonders müssen die Komplexität der Aufgabenstruktur und die Art und der Umfang der vom Benutzer zu verarbeitenden Information beachtet werden.

**Anwendungsbeispiel:** Bei der Gestaltung der Interaktion zwischen Mensch und Maschine sind Geschwindigkeit und Genauigkeit wichtige zu berücksichtigende Variablen. Faktoren, die diese Variablen beeinflussen, müssen ermittelt werden.

Zum Beispiel beurteilt der Benutzer bei der Kontrollablesung qualitativ, ob das System in zumutbaren Grenzen arbeitet. Die Genauigkeit des Ablesens kann verbessert werden, wenn die Zeiger auf den Anzeige-Geräten nach einem bestimmten Muster angeordnet sind, damit es sich leicht feststellen lässt, ob ein (oder mehrere) Zeiger vom normalen Wert abweicht (abweichen) (s. DIN EN 894-2).

**Prinzip der Unterscheidbarkeit.** Stellteile und Anzeigen sollten leicht unterscheidbar sein.

**Anwendungsbeispiel:** Schilder, Zeichen sowie andere Informationstexte oder Symbole sollten auf den dazugehörigen Stellteilen und Anzeigen oder in ihrer Nähe so angeordnet sein, dass sie sichtbar sind, wenn die betreffenden Stellteile betätigt werden. Vorzugsweise sind derartige Kennzeichnungen entweder über oder auf der Anzeige oder dem Stellteil anzuordnen.

**Prinzip des funktionellen Zusammenhangs.** Zusammengehörende Stellteile und Anzeigen sollten so angeordnet sein, dass ihr funktioneller Zusammenhang erkennbar ist.

**Anwendungsbeispiel:** Stellteile sollten dicht bei den zugehörigen Anzeigen angeordnet sein, damit ihre Beziehung zueinander für den Benutzer offensichtlich wird.

Die Richtung, in die das Stellteil bewegt wird, muss der Richtung entsprechen, in der das dazugehörige System reagiert und/oder sich die Anzeige bewegt (DIN EN 894-2 und DIN EN 894-3, s. Normen).

Wenn ein Fehler im System auftritt, muss er vom Operator unverzüglich erkannt werden können.

### DIN EN 894-2 Sicherheit von Maschinen – Ergonomische Anforderungen an die Gestaltung von Anzeigen und Stellteilen – Teil 2: Anzeigen (Apr 1997)

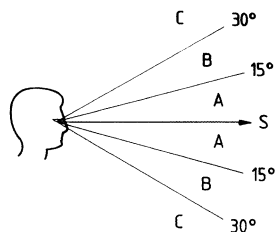
Diese Norm enthält Empfehlungen über die Auswahl, Gestaltung und Anordnung von Anzeigen, um mögliche ergonomische Gefährdungen, die mit ihrem Gebrauch in Verbindung stehen, zu vermeiden. Es werden ergonomische Anforderungen angegeben und optische, akustische und taktil wahrnehmbare Anzeigen behandelt.

Die vorliegende Norm gilt für Anzeigeeinrichtungen an Maschinen (z. B. Geräten und Anlagen, Instrumententafeln, Steuer- und Überwachungskonsolen) für gewerbliche und private Zwecke. Besondere ergonomische Anforderungen an Bildschirmgeräte für die Büroarbeit sind in der mehrteiligen Norm DIN EN ISO 9241 angegeben.

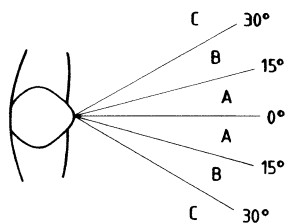
Für die Erkennbarkeit eines optischen Signals für Entdeckungs- und Überwachungsaufgaben werden drei Anordnungsbereiche mit abnehmender Wirksamkeit unterschieden und als „Empfehlenswert“, „Geeignet“ und „Ungünstig“ bezeichnet (s. Tab. 91.1). Die Mittellinien für die Bereiche „Empfehlens-

Tabelle 91.1 Eignungsstufen

Eignungsstufe	Bedeutung
A: Empfehlenswert	Dieser Bereich ist zu verwenden, wo immer es möglich ist.
B: Geeignet	Dieser Bereich kann verwendet werden, wenn der empfohlene Bereich nicht verwendet werden kann.
C: Ungünstig	Dieser Bereich sollte nicht gewählt werden.



Vertikales Sehfeld für die Entdeckungsaufgabe



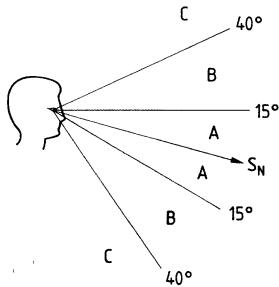
Horizontales Sehfeld für die Entdeckungsaufgabe

Bild 91.2 Entdeckungsaufgabe

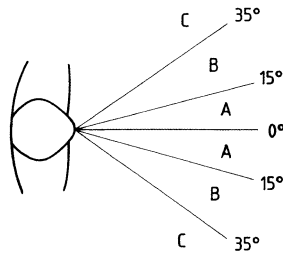
S: Sehachse, Richtung ist vorgegeben durch externe Arbeitsanforderungen



wert“ und „Geeignet“ liegen in der Mediaebene des Operators und entsprechen der Blickrichtung, wie in den Bildern 91.2 und 92.1 dargestellt. Bei Entdeckungsaufgaben ist die Blickrichtung vom Zentrum der Aufmerksamkeit abhängig. Für Überwachungsaufgaben können die Anzeigen entlang



Vertikales Sehfeld für die Überwachungsaufgabe



Horizontales Sehfeld für die Überwachungsaufgabe

Bild 92.1 Überwachungsaufgabe

S<sub>N</sub>: Normale Sehachse, 15° bis 30° unter der Horizontalen

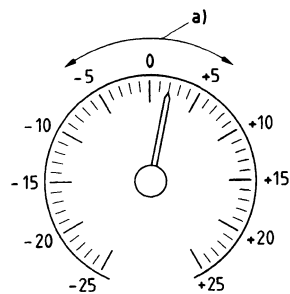
Tabelle 92.2 Eignung unterschiedlicher Strichstärken von Zeichen

Art der Anzeige	Strichstärke des Zeichens als prozentualer Anteil der Zeichenhöhe		Grad der Eignung
	Positiv-Darstellung <sup>1)</sup>	Negativ-Darstellung <sup>2)</sup>	
Aktive Anzeige	von 17 bis 20	von 8 bis 12	Empfohlen
	von 14 bis < 17	von 6 bis < 8 > 12 bis 14	Geeignet
	von 12 bis < 14	von 5 bis < 6 > 14 bis 15	Bedingt geeignet <sup>3)</sup>
Passive Anzeige	von 16 bis 17	von 12 bis 14	Empfohlen
	von 12 bis < 16	von 8 bis < 12 > 14 bis 16	Geeignet
	von 10 bis < 12 > 17 bis 20	> 16 bis 18	Bedingt geeignet <sup>3)</sup>

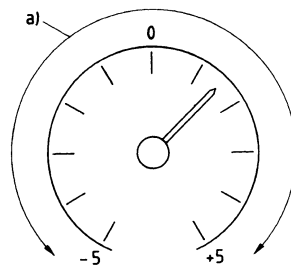
<sup>1)</sup> Positiv-Darstellung: dunkle Zeichen auf hellem Hintergrund.

<sup>2)</sup> Negativ-Darstellung: helle Zeichen auf dunklem Hintergrund.

<sup>3)</sup> Unter besonders günstigen Sichtbedingungen.



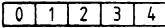


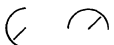
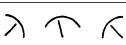
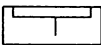
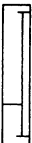
Ungeeignet



Empfehlenswert

Bild 92.3 Richtige und falsche Anwendung von Skalen

Tabelle 93.1 Eignung von optischen Anzeigen für unterschiedliche Wahrnehmungsaufgaben

Art der Anzeige	Wahrnehmungsaufgabe			
	Ablezen eines Messwertes	Kontrollablesung	Überwachung von Messwertschwankungen	Kombinationen von Wahrnehmungsaufgaben
Digitale Anzeige 	Empfohlen	Ungeeignet	Ungeeignet	Ungeeignet
Analoge Anzeigen  360° Skale  270° Skale  180° Skale	Geeignet	Empfohlen	Empfohlen	Empfohlen
 90° Skale	Geeignet	Empfohlen	Geeignet	Geeignet
 Horizontale Skale	Geeignet	Geeignet	Geeignet	Geeignet
 Vertikale Skale				

einer Sehlinie unterhalb der Horizontalen angeordnet werden, von der bekannt ist, dass sie für den Operator angenehmer ist.

Die auf den Bildern dargestellten Winkel stellen allgemeine ergonomische Empfehlungen dar; es wird angenommen, dass der Operator normalsichtig und in der Lage ist, eine entspannte und stabile (vorzugsweise sitzende) Haltung in der Nähe der Anzeigen einzunehmen.

Eine hohe Bildqualität der Anzeige muss unter allen Normal- und Gefahrensituationen sichergestellt werden: der Kontrast muss so hoch wie machbar sein, und die Verwechselbarkeit von Anzeigen (oder Teilen der Anzeigen) untereinander muss durch Anwendung verschiedener Formen, Farben, Beschriftungen (s. Tab. 92.2) oder durch andere geeignete Maßnahmen verringert werden.

Anzeigen müssen so ausgewählt werden, dass deren Skalenbereiche etwa den gewünschten Messbereichen entsprechen. So ist z. B. bei Messwerten von  $-5$  bis  $+5$  die rechts in Bild 92.3 dargestellte Skale geeignet, während die links abgebildete Skale ungeeignet ist.

Tab. 93.1 gibt Auskunft über die Eignung von optischen Anzeigen für unterschiedliche Wahrnehmungsaufgaben.

### Anforderungen an die Interpretation von taktilen Anzeigen

Der Informationswert einer Anzeige kann durch die taktile Kodierung in einigen Situationen erhöht werden. In diesen Fällen muss die taktile Kodierung (s. Bild 94.1) der Funktion des kodierten Stellteils bzw. Gegenstandes entsprechen oder ihr ähneln. Ein Beispiel ist der Landeklappenhebel in Flugzeugen, der gewöhnlich so geformt ist, dass er der Gestalt der Landeklappen ähnelt. Bei proportionalen taktilen Anzeigen (z. B. wo die auf die Hand des Operators übertragene Stärke der Vibration einer Steuerfunktion proportional ist) sollte bedacht werden, dass die Empfindlichkeit für taktile Reize nur über ein schmales Spektrum variiert.

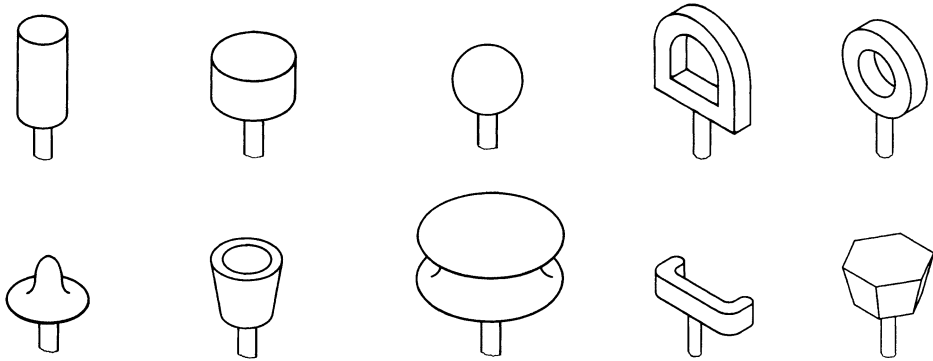


Bild 94.1 Formen, die durch bloße Berührung unterschieden werden können

**DIN EN 894-3 Sicherheit von Maschinen – Ergonomische Anforderungen an die Gestaltung von Anzeigen und Stellteilen – Teil 3: Stellteile (Jun 2000)**

Diese Norm enthält Empfehlungen über die Auswahl, Gestaltung und Anordnung von Stellteilen, um eine Anpassung an die Anforderungen des Operators, die Eignung für die in Frage kommenden Steuerungsaufgaben und die Einsatzbedingungen zu berücksichtigen.

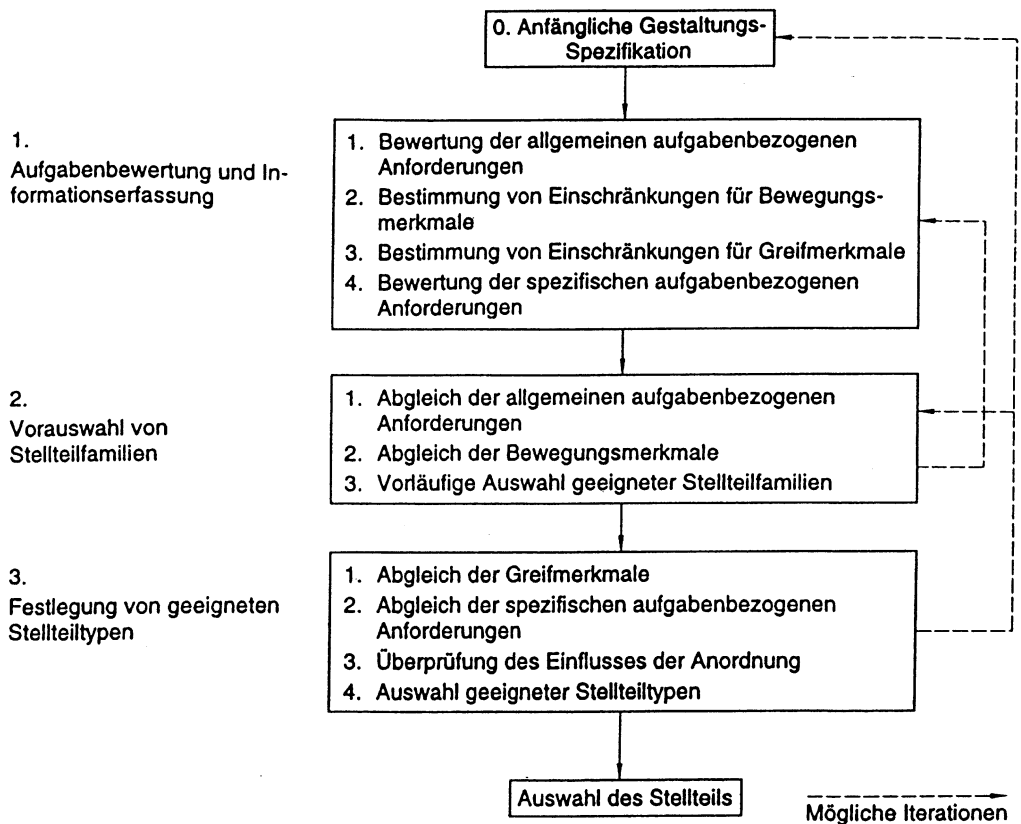


Bild 94.2 Übersicht über das Auswahlverfahren für handbetätigte Stellteile

Sie gilt für handbetätigte Stellteile an Arbeitsmitteln für gewerbliche und private Zwecke. Es ist besonders wichtig, die Empfehlungen dieser Norm zu berücksichtigen, wenn die Betätigung eines Stellteils entweder direkt oder aufgrund eines menschlichen Fehlverhaltens zu Verletzungen oder gesundheitlichen Schäden führen kann.

Handbetätigte Stellteile stehen in einer Vielzahl von Typen zur Verfügung; sie reichen von Druckknöpfen bis zu Handrädern. Jeder Typ ist für aufgabenbezogene Anforderungen und bestimmte Fähigkeiten des Operators geeignet.

Die richtige Auswahl von Stellteilen ist für ein sicheres und wirksames Betätigen entscheidend. Im Folgenden wird ein systematisches Verfahren beschrieben, das Konstrukteure (Designer) bzw. Hersteller in die Lage versetzen soll, handbetätigte Stellteile auszuwählen, die den spezifischen Anforderungen entsprechen.

Das Auswahlverfahren läuft in drei Schritten ab, die iterativ zu bearbeiten sind. Diese sind:

- Aufgabenbewertung und Informationserfassung;
- Vorauswahl von Stellteifamilien;
- Festlegung geeigneter Stellteiltypen.

Die Hauptschritte des Auswahlverfahrens werden in Bild 94.2 dargestellt.

Die Aufgabenteilung zwischen Operator und Maschine sollte während einer frühen Gestaltungsphase nach den Empfehlungen in DIN EN 614-1 und DIN EN 894-1 bestimmt werden.

Die Aufgabe stellt allgemeine und spezifische Anforderungen, die üblicherweise nicht verändert werden können. Sollte es nicht möglich sein, ein geeignetes Stellteil für eine spezifische Aufgabe zu ermitteln, dann ist die Zuweisung dieser Aufgabe oder die Aufgabe selbst neu zu betrachten.

Die folgenden aufgabenbezogenen Anforderungen, die in dieser Norm berücksichtigt werden, sind erfahrungsgemäß die wichtigsten für die Auswahl von handbetätigten Stellteilen:

Allgemeine aufgabenbezogene Anforderungen:






- a) Geforderte Genauigkeit des Positionierens des handbetätigten Stellteils (Genauigkeit);
- b) Geforderte Stellgeschwindigkeit (Geschwindigkeit);
- c) Anforderungen an die Kraft des Operators (Stellkraft/Stellmoment).

Spezifische aufgabenbezogene Anforderungen:

- d) Visuelle Erkennbarkeit der Stellung von handbetätigten Stellteilen (Sichtkontrolle);
- e) Tastbarkeit der Stellung (Tastkontrolle);
- f) Vermeidung von unbeabsichtigtem Stellen (Unbeabsichtigtes Stellen);
- g) Vermeidung des Abgleitens der Hand vom Stellteil (Reibung);
- h) Stellmöglichkeit mit Handschuhen (Stellen mit Handschuhen);
- i) Leichte Reinigungsmöglichkeit (Reinigungsmöglichkeit).

Die allgemeinen aufgabenbezogenen Anforderungen werden dazu verwendet, Klassen von geeigneten Stellteilen anzugeben. Die spezifischen aufgabenbezogenen Anforderungen werden angewendet, um einzelne Stellteile innerhalb dieser Klassen auszuwählen. Für die Bewertung der aufgabenbezogenen Anforderungen sollte das in Tab. 95.1 dargestellte Klassifizierungsschema angewendet werden. Bei diesem Schema werden 5 unterschiedliche Stufen von 0 bis 4 unterschieden:

Tabelle 95.1 Klassifizierungsschema für die Bewertung der aufgabenbezogenen Anforderungen

Stufe	Symbol	Anforderungsgrad
0		vernachlässigbar
1		gering
2		mittel
3		hoch
4		sehr hoch

Die aufgabenbezogenen Anforderungen brauchen nicht exakt bewertet zu werden, weil das ausführliche Bewertungsverfahren im Text der Norm angegeben wird und sich als ausreichend genau erwiesen hat.

Die Merkmale der unterschiedlichen Stellteiltypen sind zu berücksichtigen, um die verfügbaren Auswahlmöglichkeiten zu bestimmen. Diese Norm enthält sowohl Angaben zu Bewegungs- als auch zu Greifmerkmalen. In vielen Fällen können einige Merkmale durch die aufgabenbezogenen Anforderungen vorbestimmt sein.

Bewegungsmerkmale:

- j) Bewegungsart;
- k) Bewegungsachse;
- l) Bewegungsrichtung;
- m) Kontinuität der Bewegung;
- n) Kontinuität der Bewegung und des Drehwinkels  $> 180^\circ$ .

Greifmerkmale:

- o) Greifart;
- p) Teil der Hand, der die Stellkraft aufbringt;
- q) Art der Stellkraftaufbringung.

Die Auswahl geeigneter Stellteile erfolgt über eine Zwischenauswahl von Stellteilmfamilien bis hin zur spezifischen aufgabenbezogenen Auswahl unter Zuhilfenahme entsprechend gestalteter Aufzeichnungsformulare.

### 6.4.6 Bildschirmarbeitsplätze

Eine der Hauptaufgaben der Ergonomie besteht darin, dafür zu sorgen, dass die Geräte und Systeme an die Benutzung durch den Menschen angepasst sind. Im Allgemeinen schließt das die Anpassung der Gestaltung von Geräten oder Systemen, einschließlich Anzeigen, Eingabegeräten, Software, Arbeitsplatz, Arbeitsplatzumgebung und Aufgaben an die charakteristischen Eigenschaften, Fähigkeiten und Grenzen der möglichen Benutzer ein. Die Verbesserung der ergonomischen Eigenschaften von Systemen wird die Leistung erhöhen, Fehler und Beeinträchtigungen verringern und die Gefahr gesundheitlicher Schädigungen einschränken. Das Versäumnis, die menschlichen Fähigkeiten zu berücksichtigen, ist unwirtschaftlich, setzt die Effizienz herab und führt zu langweiliger, ermüdender Arbeit. In der Praxis sind die Benutzer der Geräte und Systeme unterschiedlich, und es ist wichtig zu verstehen, worin sie sich unterscheiden und den Unterschied quantitativ zu bestimmen, damit dies bei der Gestaltung berücksichtigt werden kann. Hardware wie Software können für zahlreiche verschiedene Aufgaben und in einer Vielzahl von Arbeitsplatzumgebungen eingesetzt werden, und es ist ebenfalls wichtig, diese Faktoren in die Gestaltung einzubeziehen. Eine gute ergonomische Gestaltung ist bei jedem Produkt oder System von Bedeutung, das für die menschliche Benutzung gedacht ist.

Sie ist besonders wichtig

- bei intensiver Benutzung;
- wenn es auf die Genauigkeit oder Schnelligkeit der vom Benutzer zu erbringenden Leistung ankommt;
- wenn die Akzeptanz des Benutzers entscheidend ist.

Die Arbeit an Bildschirmgeräten ist oft intensiv und macht einen wesentlichen Teil der Tätigkeit vieler im Büro Beschäftigter aus. Die charakteristischen Eigenschaften sowohl der Hardware als auch der Software können die Leistung des Benutzers wesentlich beeinflussen. Zunehmend befassen sich Benutzer, deren Interessenvertreter und Vorgesetzte damit sicherzustellen, dass die Arbeit an Bildschirmgeräten nach ergonomischen Normen geplant wird. Was für eine bestimmte Umgebung geeignet ist, kann unter Umständen in einer anderen Benutzungssituation ungeeignet sein. Bei der Anwendung ergonomischer Normen für Bildschirmgeräte muss berücksichtigt werden, dass der mögliche Anwendungsbereich sehr groß ist. Aus diesem Grund haben ergonomische Normen oft die Form von Empfehlungen oder Anforderungen, die von bestimmten definierten Bedingungen abhängen.

Neue Bezeichnung der Normenreihe DIN EN ISO 9241:

### Ergonomie der Mensch-System-Interaktion

Inhalt	Teile der ISO 9241
Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten	Teile 1–19
Zugänglichkeit (Accessibility)	Teil 20
Softwareergonomie	Teile 100 bis 199
Ergonomie von Bildschirmen	Teile 300 bis 399
Ergonomie von Eingabegeräten	Teile 400 bis 499

#### DIN EN ISO 9241-1 Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten – Teil 1: Allgemeine Einführung (Feb 2002)

- stellt die ergonomischen Anforderungen zur Benutzung von Bildschirmgeräten bei Bürotätigkeiten vor;
- liefert die Grundlagen einer an der Benutzungseffizienz orientierten Vorgehensweise;
- liefert eine Anleitung zur Anwendung der Reihe DIN EN ISO 9241;
- beschreibt, wie die Konformität mit Teilen von DIN EN ISO 9241 anzugeben ist.

Im Sinne von DIN EN ISO 9241 schließen Bürotätigkeiten einen großen Bereich generischer Text- und Datenverarbeitungsaufgaben ein. Aufgrund der Ähnlichkeit dieser Aufgaben mit Aufgaben in anderen Umgebungen, wie zum Beispiel in der Medizin, Wissenschaft, Telekommunikation, in Kontrollräumen und öffentlichen Einrichtungen, können viele der Anforderungen von DIN EN ISO 9241 auch auf diese Umgebungen zutreffen.

Die Normenreihe DIN EN ISO 9241 befasst sich nicht mit der elektrischen Sicherheit von Bildschirmgeräten. Dieser Aspekt wird in IEC 950 (s. Norm) behandelt.

*Anmerkung* Die ergonomischen Anforderungen für Flachbildschirme werden durch DIN EN ISO 13406-1 und DIN EN ISO 13406-2 (s. Normen) abgedeckt. Umfassendere Hinweise zu der auf den Menschen bezogenen Gestaltung dialogfähiger Systeme sind in DIN EN ISO 13407 (s. Norm) enthalten.

#### DIN EN ISO 9241-11 Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten – Teil 11: Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit – Leitsätze (Jan 1999)

Ziel der Entwicklung und Evaluierung gebrauchstauglicher Softwareprodukte ist es, die Benutzer zur Erreichung ihrer Arbeitsergebnisse zu befähigen und dabei ihre Belange im jeweiligen Nutzungskontext zu beachten. DIN EN ISO 9241-11 definiert Gebrauchstauglichkeit und erläutert, welche Vorteile Messungen der Gebrauchstauglichkeit in Form von Benutzungseffizienz und Zufriedenstellung erbringen. Diese werden durch den Grad der Erreichung angestrebter Ziele gemessen, den hierfür zu leistenden Aufwand sowie den Grad der Zufriedenstellung mit der Nutzung des Produkts. In DIN EN ISO 9241-11 wird hervorgehoben, dass die Gebrauchstauglichkeit vom Nutzungskontext abhängt und dass die besonderen Umstände, unter denen das Produkt benutzt wird, den Grad der Gebrauchstauglichkeit beeinflussen. Der Nutzungskontext besteht aus den Benutzern, den Arbeitsaufgaben, den Arbeitsmitteln (Hardware, Software und Materialien), der physischen sowie der sozialen Umgebung. All diese Faktoren eines Arbeitssystems können die Gebrauchstauglichkeit beeinflussen. Messungen der Benutzungseffizienz und der Zufriedenstellung dienen der Bewertung des gesamten Arbeitssystems. Wenn ein Produkt Gegenstand der Untersuchung ist, so dienen diese Messungen der Bewertung der Gebrauchstauglichkeit des Produkts in seinem Nutzungskontext, der Teil des Arbeitssystems ist. Auch die Einflüsse anderer Komponenten des Arbeitssystems oder deren Änderungen, etwa der Übungsgrad der Benutzer oder die Verbesserung der Beleuchtung, können durch Messungen der Benutzungseffizienz und der Zufriedenstellung erfasst werden.

Das Konzept der Gebrauchstauglichkeit betrifft manchmal im engeren Sinne die Qualität der Produktattribute, die den Produktgebrauch erleichtern. Forderungen und Empfehlungen zur Gestaltung von Attributen der Hardware, Software und der Arbeitsumgebung, die zur Gebrauchstauglichkeit beitragen, sowie die ergonomischen Grundsätze hinter diesen Forderungen werden in anderen Teilen der Normenreihe DIN EN ISO 9241 dargestellt:

Das in DIN EN ISO 9241-11 enthaltene Konzept hat u. a. folgenden Nutzen:

- Aspekte der Gebrauchstauglichkeit und Komponenten des Nutzungskontextes können identifiziert und berücksichtigt werden, wenn die Gebrauchstauglichkeit eines Produktes entworfen oder bewertet wird;
- Die Leistung (Effektivität und Effizienz) und die Zufriedenstellung der Benutzer liefern Messungen dafür, ob und inwieweit ein Produkt für den Gebrauch in einem bestimmten Nutzungskontext tauglich ist;
- Maße der Benutzungseffizienz und der Zufriedenstellung können als Basis für den Vergleich zwischen Produkten mit unterschiedlichen technischen Merkmalen dienen, die in demselben Nutzungskontext eingesetzt werden;
- Die geplante Gebrauchstauglichkeit eines Produkts kann definiert, dokumentiert und verifiziert werden (z. B. als Teil eines Qualitätsplans).

Die Norm enthält Informationen für die Messung der Gebrauchstauglichkeit. Beispielsweise kann die Beschreibung der Benutzermerkmale helfen bei der Auswahl der Benutzer, die an der Evaluierung teilnehmen sollen. Die Feststellung der Ziele der Benutzer kann der Auswahl von Aufgaben dienen, die für Prüfungen oder Tests der Gebrauchstauglichkeit geeignet sind. Die Merkmale der Umgebung, in der das Produkt vermutlich eingesetzt wird, sind zu beschreiben, wenn diese Umgebung zur Erzielung gültiger Testergebnisse nachzubilden ist.

Die Norm liefert außerdem die Grundlage, um Maße der Gebrauchstauglichkeit zu entwickeln. Produktentwickler können geeignete Maße der Effektivität, Effizienz oder der Zufriedenstellung entwickeln.

Derzeit wird die Normenreihe DIN EN ISO 9241 neu strukturiert und modular nach Technologien (Bildschirme, Eingabegeräte, Software) aufgebaut. Bei der Restrukturierung werden die Inhalte klar nach Produktnormen (§ 95 des EU-Vertrages) und Arbeitsplatznormen (§ 137 des EU-Vertrages) getrennt, wodurch der mögliche Normenverweis in der Legislative und in der Rechtsprechung erleichtert werden soll. Zusätzlich werden neue Themen wie World Wide Web, Flachbildschirme, Mobile Geräte (Notebooks und Organizer) mit aufgenommen. Dadurch wurde der ursprüngliche Anwendungsbe-

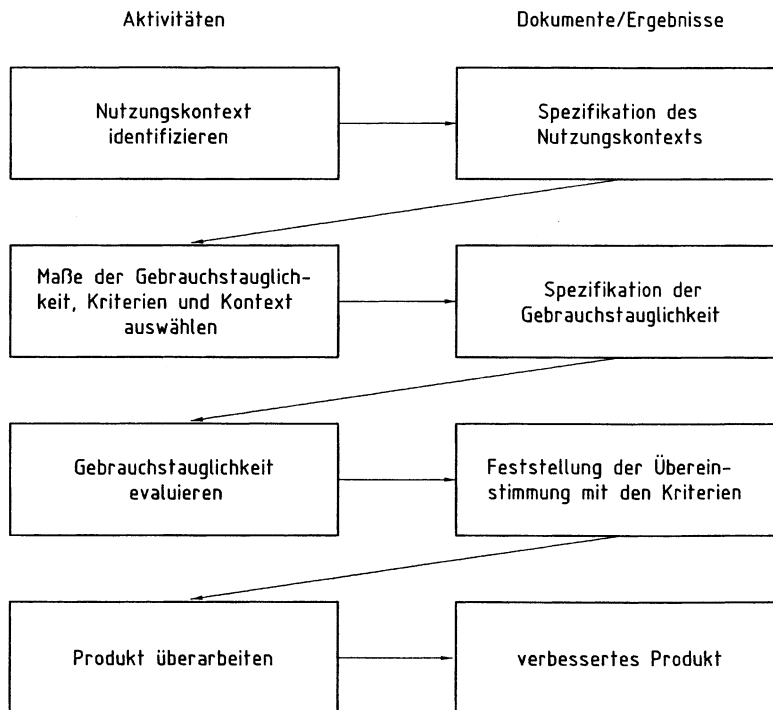


Bild 98.1 Auf Gebrauchstauglichkeit gerichtete Aktivitäten und damit verbundene Dokumente

reich der Normenreihe „Büroarbeit“ wesentlich erweitert. Dies spiegelt den immer breiter werdenden Einsatz von Computern und Mikroelektronik wieder.

### 6.4.7 Berührbare Oberflächen

#### DIN EN ISO 13732-1 Ergonomie der thermischen Umgebung – Bewertungsmethoden für menschliche Reaktionen bei Kontakt mit Oberflächen – Teil 1: Heiße Oberflächen (Dez 2006)

Diese Norm ersetzt DIN EN 563 und DIN EN 13202.

Zugängliche Oberflächen von Maschinen, die bei ihrer Verwendung heiß werden, stellen ein Verbrennungsrisiko dar. Die Berührung der heißen Oberflächen kann absichtlich geschehen, z. B. um den Griff der Maschine zu bedienen, oder unbeabsichtigt erfolgen, wenn sich eine Person in der Nähe der Maschine aufhält. Allgemeine Hinweise für das sicherheitsgerechte Gestalten von Maschinen unter Berücksichtigung von Maßnahmen gegen Gefahren, einschließlich der Gefahr von Verbrennungen, sind in DN EN 12100-1 bzw. DIN EN ISO 12100-2 aufgeführt (s. Normen).

Die Kenntnis der Faktoren und Einflüsse, die beim Kontakt der Haut mit einer heißen Oberfläche zu Verbrennungen führen, ermöglicht die Beurteilung des Verbrennungsrisikos, das durch eine heiße Oberfläche verursacht wird. Die wichtigsten Faktoren sind:

- die Temperatur der Oberfläche;
- das Material der Oberfläche;

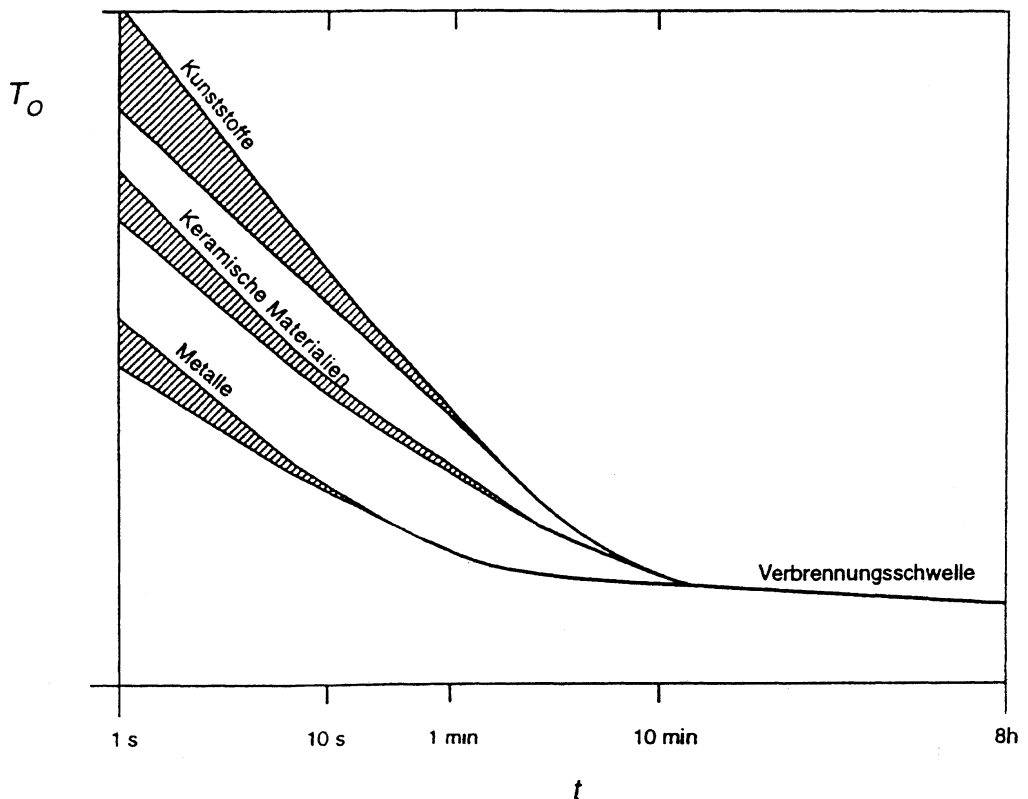


Bild 99.1 Veranschaulichung der Beziehung zwischen der Verbrennungsschwelle und der Kontaktdauer bei der Berührung einer heißen Oberfläche mit der Haut



- die Dauer des Kontaktes zwischen der Haut und der Oberfläche;
- die Struktur der Oberfläche;
- die Empfindlichkeit des Menschen, der in Kontakt mit der Oberfläche kommt.

Andere, möglicherweise auch auftretende Faktoren spielen eine geringere Rolle. DIN EN ISO 13732-1 enthält Daten in Werten oder Diagrammen, die beim Kontakt einer heißen Oberfläche mit der Haut eine Beurteilung des Verbrennungsrisikos ermöglichen. Diese Daten (Verbrennungsschwellen) können auch bei der Festlegung von Temperaturgrenzwerten von heißen Oberflächen zum Schutz gegen Hautverbrennungen in anderen Normen und Vorschriften verwendet werden.

Die **Verbrennungsschwelle** ist in der Norm definiert als die Oberflächentemperatur, die die Grenze darstellt zwischen keiner Verbrennung und einer Verbrennung ersten Grades, verursacht durch den Kontakt der Haut mit dieser Oberfläche bei einer bestimmten Kontaktdauer. Verbrennungen werden nach ihrem Ausmaß in 3 Stufen eingeteilt:

a) Verbrennung ersten Grades

Außer bei sehr oberflächlichen Verbrennungen wird die Epidermis völlig zerstört, aber Haarfollikel, Talgdrüsen und Schweißdrüsen bleiben unbeschädigt.

b) Verbrennung zweiten Grades

Ein beträchtlicher Teil des Dermis sowie alle Talgdrüsen werden zerstört, und lediglich die tiefer gelegenen Teile der Haarfollikel und Schweißdrüsen überleben.

c) Verbrennung dritten Grades

Wenn die gesamte Hautschicht zerstört wurde und es keinerlei überlebende Epithelzellen gibt.

In der Norm sind Werte bei unterschiedlicher Kontaktdauer für Verbrennungsschwellen angegeben. In Diagrammen sind Verbrennungsschwellen-Bereiche für den Kontakt mit einer heißen, glatten Oberfläche von keramischen, glas- und steinartigen Materialien, Kunststoffen, Holz und blanken Metallen dargestellt. Darüber hinaus wird in zwei Diagrammen der Einfluss unterschiedlicher Beschichtungen auf metallischen Oberflächen mit unterschiedlichen Beschichtungsstärken verdeutlicht. Eine Abschätzung des Verbrennungsrisikos ist durch die Messung der Oberflächentemperatur und den Vergleich mit festgelegten Verbrennungsschwellen möglich.

Weiterhin wird die Vorgehensweise bei der Messung Oberflächentemperatur, Bestimmung der Kontaktdauer und die Wahl des Verbrennungsschwellenwertes beschrieben. Abschließend werden in einem Abschnitt die Ergebnisse der Messungen interpretiert und Schlussfolgerungen abgeleitet. Darüber hinaus wird ein Überblick über mögliche Schutzmaßnahmen gegen Verbrennungen, unterlegt mit einem Beispiel, dem Anwender an die Hand gegeben und Beispiele für die Anwendung der Norm, z. B. zur Beurteilung vorhandener Maschinen, gegeben.

Die Werte dieser Norm gelten für Gegenstände, deren Wärmekapazität im Vergleich zu derjenigen der menschlichen Haut hoch ist.

Diese Norm ist nicht anwendbar, wenn ein großer Bereich der Haut (etwa 10% oder mehr der Körperoberfläche) mit einer heißen Oberfläche in Berührung kommen kann. Diese Norm ist auch nicht auf einen Hautkontakt von mehr als 10% des Kopfes oder auf einen Kontakt, der Verbrennungen von lebenswichtigen Bereichen des Gesichtes zur Folge hat, anwendbar.

### **DIN EN ISO 13732-3 Ergonomie der thermischen Umgebung – Bewertungsmethoden für Reaktionen des Menschen bei Kontakt mit Oberflächen – Teil 3: Kalte Oberflächen (Feb 2006)**

Tätigkeiten mit ungeschützten Händen sind bei der Arbeit in der Kälte oft unvermeidlich, wenn eine präzise Ausführung der Arbeit verlangt wird. Der Kontakt bloßer Haut mit kalten Oberflächen verringert jedoch die Hauttemperatur und führt zu akuten Auswirkungen wie Unbehagen, Schmerz, Taubheitsgefühl oder Erfrierungen. Außerdem kann ein wiederholter Kontakt mit starker Abkühlung der Haut zu Kälteschäden ohne Erfrierungen führen (mögliche Schädigung von Nerven oder Gefäßen). Obgleich Internationale Normen für die Bewertung der mit diesen Arbeiten verbundenen Kältegefahren zur Verfügung stehen, behandelt keine Norm den eigentlichen Kontakt mit kalten Oberflächen. Die Bewertung der Abkühlung durch Kontakt wird deshalb als erforderlich erachtet.

Um das Risiko einer Kälteschädigung beurteilen zu können, ist es erforderlich, die wesentlichen Faktoren zu kennen, die die Abkühlung von Händen/Fingern hauptsächlich beeinflussen. Zu diesen gehören:

- die Oberflächeneigenschaften des Gegenstandes;
- die Temperatur der kalten Oberfläche und der Umgebung;

- die Dauer des Kontakts zwischen der Haut und der Oberfläche;
- die Merkmale der Haut an Händen/Fingern und die Art des Kontakts.

In der Praxis stehen diese Faktoren in einer komplizierten Wechselwirkung. Die Art des Materials hat Auswirkungen auf die mögliche Kontaktdauer bei unterschiedlichen Temperaturen. So wurde die Kontaktdauer bei bestimmten Temperaturen empirisch mit den Hauptfaktoren wie Wärmedurchgangskoeffizient bzw. Oberflächentemperatur des Materials in Beziehung gesetzt. Mittels eines statistisch nichtlinearen Modells (empirisches Modell) ist es möglich, für das untere Quartil (75 % Schutz), die Kontaktkühlung der Finger/der Hand an den kalten Oberflächen für einen weiten Bereich von Personen einzuschätzen.

Ziel der Norm ist es, alle aus der experimentellen Forschung sowohl bei menschlichen Fingern als auch bei einem künstlichen Finger gewonnenen Ergebnisse zusammenzufassen. Es stellt eine Anleitung für die Festlegung sicherer zeitlicher Grenzwerte für den Kontakt der Finger/der Hand mit unterschiedlichen kalten Oberflächen dar.

Diese Norm beschreibt Verfahren für die Bewertung des Risikos von Kälteschäden und sonstigen nachteiligen Wirkungen bei Berührung einer kalten Oberfläche mit der bloßen Haut der Hände bzw. Finger. Sie liefert ergonomische Daten zur Festlegung von Temperaturgrenzwerten für kalte, feste Oberflächen. Die festgelegten Werte können bei der Erarbeitung spezieller Normen verwendet werden, bei denen Grenzwerte der Oberflächentemperatur gefordert werden.

Die Daten aus dieser Norm sind auf alle Bereiche anwendbar, in denen kalte, feste Oberflächen das Risiko akuter Auswirkungen herbeiführen: Schmerz, Taubheitsgefühl und Erfrierungen. Die Werte gelten nicht nur für Hände, sondern für die menschliche Haut im Allgemeinen. Die Norm gilt für die gesunde Haut von Erwachsenen (Frauen und Männer). Es werden keine Werte zum Schutz gegen Schmerz angegeben.

# 7 Fertigungsverfahren

Bearbeitet von M. Kaufmann

Die Fertigung besteht darin, einen Körper oder den Stoff, aus dem er besteht, durch schrittweises Verändern der Form oder der Stoffeigenschaften oder beider von einem Rohzustand in einen Fertigungszustand zu überführen. Den einzelnen Schritt nennt man Arbeitsvorgang.

Der Zustand eines festen Körpers wird durch seine geometrische Form und seine Stoffeigenschaften beschrieben. Der Zustand vor jedem Arbeitsvorgang heißt Ausgangszustand, der Zustand danach Endzustand.

Bei einer Reihe zusammenhängender Arbeitsvorgänge kann man diese Ausdrücke für den ersten und letzten der Reihe verwenden und die dazwischenliegenden Zustände Zwischenzustände nennen. Ein Zustand in einem beliebigen Augenblick während eines Arbeitsvorganges heißt Augenblickszustand.

Da in der Fertigung bei allen Zuständen (ausgenommen Beschichten) die Form im Vordergrund steht, werden dafür besondere Benennungen festgelegt. Die Form, von der bei jedem Arbeitsvorgang ausgegangen wird, heißt Ausgangsform. Die Form, die in einem beliebigen Augenblick während eines Arbeitsvorganges besteht, heißt Augenblicksform. Die Form am Ende eines Arbeitsvorganges heißt Endform.

Durchläuft ein Werkstück eine zusammenhängende Reihe von Arbeitsvorgängen, z. B. Tiefziehen in mehreren Stufen, so heißen die Endformen der einzelnen Arbeitsvorgänge, die zugleich die Ausgangsformen der nächsten Arbeitsvorgänge sind, Zwischenformen. Wenn eine Form durch keinen Arbeitsvorgang mehr geändert wird, heißt sie Endform.

Ein Werkstück vor Bearbeitung durch ein Fertigungsverfahren heißt Rohteil. Wird ein Werkstück im halbfertigen Zustand betrachtet, z. B. wegen Zwischenlagerung, so heißt es Halbfertigteil. Wenn an dem Werkstück nichts mehr geändert wird, so heißt es Fertigteil.

## DIN 8580 Fertigungsverfahren – Begriffe, Einteilung (Sep 2003)

Zu den Fertigungsverfahren zählen alle Verfahren zur Herstellung von geometrisch bestimmten festen Körpern; sie schließen die Verfahren zur Gewinnung erster Formen aus dem formlosen Zustand, zur Veränderung dieser Form sowie zur Veränderung der Stoffeigenschaften ein. Die Fertigungsverfahren können von Hand oder mittels Maschinen und anderen Fertigungseinrichtungen in der Industrie oder im Handwerk ausgeführt werden.

Als geometrisch bestimmter fester Körper im Sinne der Fertigungsverfahren wird das Halbzeug als Bestandteil von technischen Gebilden und diese selbst betrachtet; zu ihnen zählen Maschinen, Fahrzeuge, Apparate, Werkzeuge und sonstige einteilige oder mehrteilige Gegenstände.

Diese Norm gilt für den Gesamtbereich der Fertigungsverfahren. Sie definiert bzw. erläutert Grundbegriffe, die für die Beschreibung und Einteilung der Fertigungsverfahren benötigt werden, legt die Grundlagen zum Aufbau eines Ordnungssystems der Fertigungsverfahren fest und gibt eine Übersicht über ihre Einteilung in Hauptgruppen, Gruppen und Untergruppen.

Ein Einzelteil dieser technischen Gebilde heißt in der Fertigung **Werkstück**, ein Fertigungsmittel, das durch Relativbewegung gegenüber dem Werkstück unter Energieübertragung die Bildung seiner Form oder die Änderung seiner Form und Lage, bisweilen auch seiner Stoffeigenschaften bewirkt. Seine Veränderung geschieht mit **Werkzeugen**, die unmittelbar oder über **Wirkmedien** oder unmittelbar durch Übertragung von Wirkenergie wirken.

Die Fertigungsverfahren sind in Hauptgruppen, Gruppen und Untergruppen unterteilt.

Die Einteilung in Hauptgruppen basiert auf der Tatsache, dass diese entweder die Schaffung einer Ausgangsform (Urform) aus formlosem Stoff, die Veränderung der Form oder die Veränderung der Stoffeigenschaften zum Ziel haben. Bei der Veränderung der Form wird der Zusammenhalt entweder beibehalten, vermindert oder vermehrt. Aus dieser Einteilung ergeben sich sechs Hauptgruppen der Fertigungsverfahren, die die Ordnungsnummern (ON) 1 bis 6 erhalten.

In diese Hauptgruppen können alle existierenden und denkbaren Fertigungsverfahren eingeordnet werden. Jedes Fertigungsverfahren erhält dann ebenfalls eine ON, wobei die erste Stelle die Hauptgruppe, die zweite Stelle die Gruppe innerhalb der Hauptgruppe, die dritte Stelle die Untergruppe innerhalb der Gruppe usw. angeben.

- Beispiel**
- 1 Hauptgruppe
  - 1.1 Gruppe
  - 1.1.1 Untergruppe

Die ON sind zur Identifizierung der Verfahren in Fertigungsunterlagen, zur Klassifizierung, für Dokumentationszwecke sowie für Ordnungsprobleme jeder Art, z. B. in der Datenverarbeitung, bestimmt.

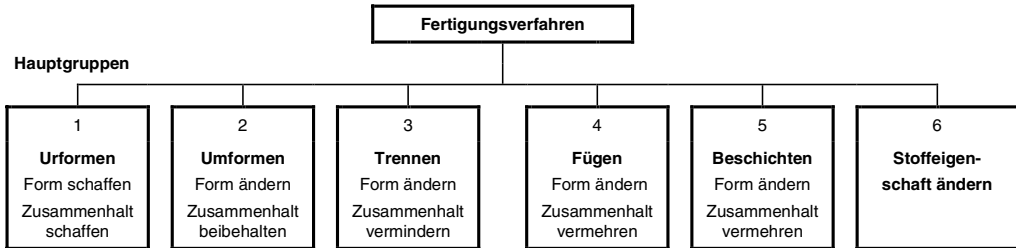


Bild 104.1 Hauptgruppen der Fertigungsverfahren

### Definitionen der Benennungen der Hauptgruppen 1 bis 6

**Urformen:** Fertigen eines festen Körpers aus formlosem Stoff durch Schaffen des Zusammenhaltes; hierbei treten die Stoffeigenschaften des Werkstückes bestimmbar in Erscheinung (s. auch Abschn. 8.5 Gießereiwesen)

**Umformen:** Fertigen durch bildsames (plastisches) Ändern der Form eines festen Körpers; dabei werden sowohl die Masse als auch der Zusammenhalt beibehalten (s. auch Abschn. 17.1 Prüfung metallischer Werkstoffe)

**Trennen:** Fertigen durch Aufheben des Zusammenhaltes von Körpern, wobei der Zusammenhalt teilweise oder im Ganzen vermindert wird (s. auch Abschn. 13.3 Thermisches Schneiden)

**Fügen:** auf Dauer angelegtes Verbinden oder sonstiges Zusammenbringen von zwei oder mehreren Werkstücken geometrisch bestimmter fester Form oder von eben solchen Werkstücken mit formlosem Stoff; dabei wird der Zusammenhalt örtlich geschaffen und im Ganzen vermehrt

**Beschichten:** Fertigen durch Aufbringen einer fest haftenden Schicht aus formlosem Stoff auf ein Werkstück; maßgebend ist der unmittelbar vor dem Beschichten herrschende Zustand des Beschichtungstoffes (s. auch Abschn. 8.3.3 Beschichtungstoffe, Abschn. 13.4 Thermisches Spritzen und Abschn. 17 Korrosionsschutz).

**Stoffeigenschaft ändern:** Fertigen durch Verändern der Eigenschaften des Werkstoffes, aus dem ein Werkstück besteht; dies geschieht u. a. durch Veränderungen im submikroskopischen bzw. atomaren Bereich, z. B. durch Diffusion von Atomen, Erzeugung und Bewegung von Versetzungen im Atomgitter, chemische Reaktionen. Unvermeidbar auftretende Formänderungen gehören nicht zum Wesen dieser Verfahren (s. auch Abschn. 8.1.2.3.1 Stähle für Wärmebehandlung und Abschn. 10.3 Schmiedeteile).

Nachstehend die Gruppen der sechs Hauptgruppen; die weitere Untergliederung nach den entsprechenden Normen.

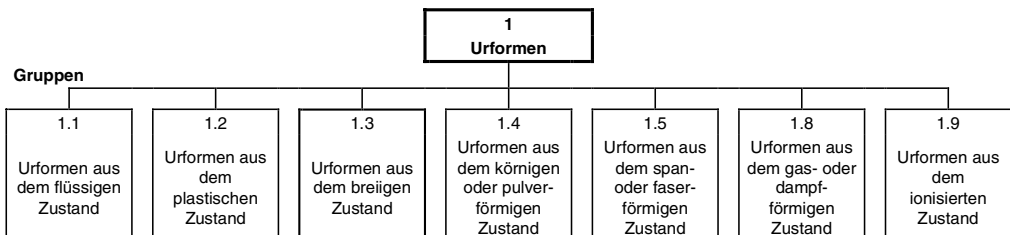


Bild 104.2 Einteilung der Hauptgruppe 1

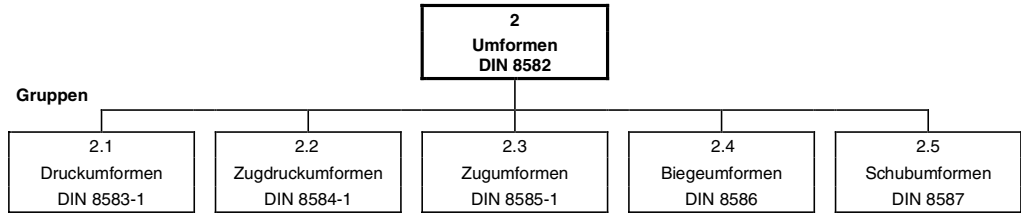


Bild 105.1 Einteilung der Hauptgruppe 2

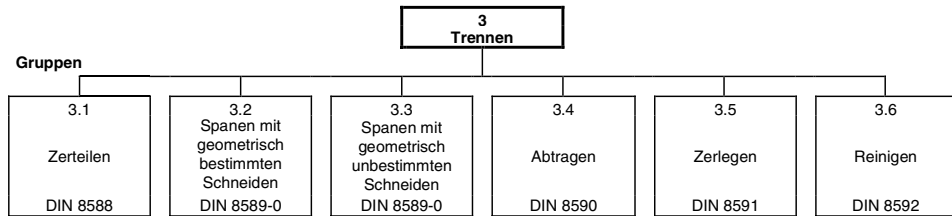


Bild 105.2 Einteilung der Hauptgruppe 3

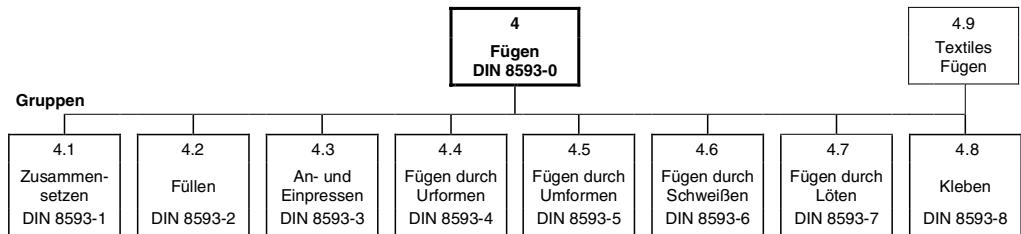


Bild 105.3 Einteilung der Hauptgruppe 4

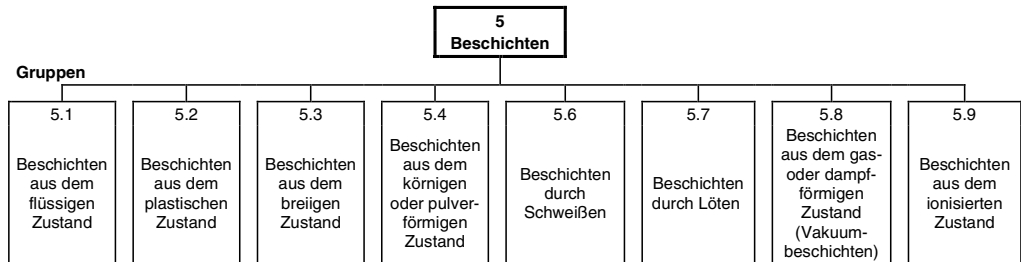


Bild 105.4 Einteilung der Hauptgruppe 5

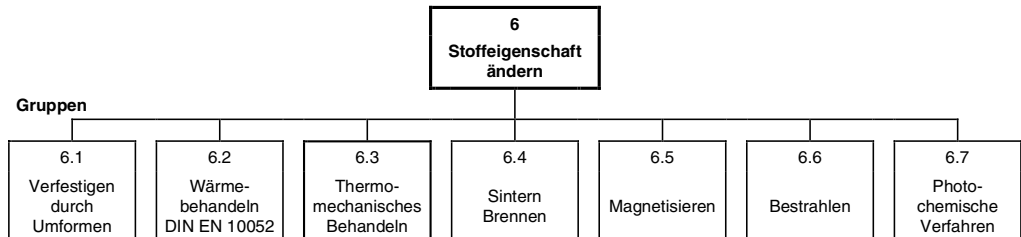


Bild 105.5 Einteilung der Hauptgruppe 6

**Weitere Normen**

- DIN 8200 Strahlverfahrenstechnik – Begriffe, Einordnung der Strahlverfahren
- DIN 8505-3 Löten – Einteilung der Verfahren nach Energieträgern, Verfahrensbeschreibungen
- DIN 6580 Begriffe der Zerspantechnik – Bewegungen und Geometrie des Zerspanvorganges
- DIN 6581 Begriffe der Zerspantechnik – Bezugssysteme und Winkel am Schneidteil des Werkzeuges
- DIN EN 657 Thermisches Spritzen; Begriffe – Einteilung
- DIN EN 10052 Begriffe der Wärmebehandlung von Eisenwerkstoffen

# 8 Werkstoffe

Bearbeitet von W. Goethe

Ein **Werkstoff** ist ein natürliches Material, das über technisch verwertbare Eigenschaften verfügt. Durch Verarbeitung bzw. Bearbeitung des Materials werden Zustände herbeigeführt, die die Erfüllung bestimmter Aufgaben ermöglichen. Zahlreiche Normen liegen für Eisen und Stahl, Nichteisenmetalle sowie Nichtmetalle vor. Genormt sind Fachausdrücke, Werkstoffsorten, Profile, Bleche, Rohre u. dgl. Schweißzusatzwerkstoffe s. Abschn. 13.

## 8.1 Stahl und Eisen

Von der Vielzahl der Normen des umfangreichen Fachgebietes Stahl und Eisen wird hier nur eine begrenzte Auswahl vorgestellt. Ein weiterführendes Angebot an Information zum Thema ist in den DIN-Taschenbüchern 401 bis 405 der Reihe „Stahl und Eisen: Gütenormen“ sowie im DIN-Taschenbuch 28 „Stahl und Eisen: Maßnormen“ enthalten.<sup>1)</sup>

### 8.1.1 Begriffsbestimmungen, Systematische Benennung

#### DIN EN 10020 Begriffsbestimmung für die Einteilung der Stähle (Jul 2000)

In der Norm werden die Stähle nach ihrer chemischen Zusammensetzung in unlegierte, nichtrostende und andere legierte Stähle sowie nach ihren Hauptgüteklassen aufgrund ihrer Haupteigenschaften- und -anwendungsmerkmale unterteilt. Die Hauptgüteklasse „Grundstähle“ ist hier entfallen, besteht aber noch in den Stahlgruppennummern in DIN EN 10027-2.

Tabelle 107.1 Begriffsbestimmungen für die Einteilung der Stähle DIN EN 10020

**Stahl** ist ein Werkstoffe, dessen Massenanteil an Eisen größer ist als der jedes anderen Elementes und dessen Kohlenstoffgehalt C im Allgemeinen kleiner als 2% ist und der andere Elemente enthält. Eine begrenzte Anzahl von Chromstählen kann mehr als 2% C enthalten. 2% C ist die übliche Grenze zwischen Stahl und Gusseisen.

Hauptgüteklasse 1:	unlegierte Stähle	Als unlegiert gilt ein Stahl, wenn die in Tab. 108.1 aufgeführten Gehalte der einzelnen Elemente in keinem Fall erreicht werden.	<b>unlegierte Qualitätsstähle</b>	Stahlsorten, für die im Allgemeinen festgelegte Anforderungen bestehen, wie z. B. an die Zähigkeit, Korngröße und/oder Umformbarkeit.
			<b>unlegierte Edelstähle</b>	Stahl mit höherem Reinheitsgrad bezüglich nichtmetallischer Einschlüsse. Gleichmäßiges Ansprechen auf eine Wärmebehandlung. Durch genaue chemische Zusammensetzung und besondere Herstellungs- und Prüfbedingungen werden unterschiedlichste Eigenschaften erreicht, z. B. hohe oder eng begrenzte Festigkeit, verbunden mit entsprechenden Anforderungen an die Verformbarkeit oder Schweißseignung.
Hauptgüteklasse 2:	nichtrostende Stähle	Stähle mit einem Massenanteil Chrom von mindestens 10,5% und höchstens 1,2% Kohlenstoff.	Unterteilung nach dem Nickelgehalt (Grenzwert: 2,5% Ni) oder  Unterteilung nach Haupteigenschaften: – korrosionsbeständig, – hitzebeständig, – warmfest.	
Hauptgüteklasse 3:	andere legierte Stähle	Andere legierte Stähle sind Stahl-sorten, die nicht der Definition für nicht rostende Stähle entsprechen und bei denen wenigstens einer der Grenzwerte nach Tab. 108.1 erreicht wird.	<b>legierte Qualitätsstähle</b>	Stahlsorten, für die Anforderungen bestehen, z. B. Zähigkeit, Korngröße und/oder Umformbarkeit. Im Allgemeinen nicht für eine Wärmebehandlung vorgesehen. Erfüllen z. B. die Bedingungen an Stähle für Schienen, Spundbohlen, Grubenausbau und <b>schweißgeeignete Feinkornbaustähle</b> , für den Stahl-, Druckbehälter- und Rohrleitungsbau mit Mindeststreckgrenze < 380 N/mm <sup>2</sup> für Dicken ≤ 16 mm. Grenzgehalte an Legierungselementen nach Tab. 108.1. Festgelegter Wert für die Kerbschlagarbeit, s. Norm.
			<b>legierte Edelstähle</b>	Stahlsorten, außer nichtrostenden Stählen, denen durch ihre chemische Zusammensetzung und besondere Herstellungs- und Prüfbedingungen verbesserte Eigenschaften verliehen werden. Sie erfüllen als Edelstähle die Bedingungen an Maschinenbaustähle, Wälzlagerstähle, Werkzeugstähle, Schnellarbeitsstähle usw.

<sup>1)</sup> Beuth Verlag GmbH Berlin, Wien, Zürich

Tabelle 108.1 Grenzgehalte für die Einteilung in unlegierte und legierte Stähle nach DIN EN 10020

Vorgeschriebene Elemente	Al	B	Bi	Co	Cr	Cu	Mn	Mo	Nb	Ni	Pb	Se	Si	Te	Ti	V	W	Zr	La <sup>3)</sup>	Sonstige jew. <sup>4)</sup>
Grenzgehalt A <sup>1)</sup>	0,30	0,0008	0,10	0,30	0,30	0,40	1,65	0,08	0,06	0,30	0,40	0,10	0,60	0,10	0,05	0,10	0,30	0,05	0,10	0,10
Grenzgehalt B <sup>2)</sup>	–	–	–	–	0,50	0,50	1,80	0,10	0,08	0,50	–	–	–	–	0,12	0,12	–	0,12	–	–

<sup>1)</sup> A: Grenzgehalte (Masseanteil in %) für die Einteilung in unlegierte und legierte Stähle.

<sup>2)</sup> B: Grenzgehalte (Masseanteil in %) für die Unterteilung der legierten schweißgeeigneten Feinkornbaustähle in Qualitäts- und Edelstähle.

<sup>3)</sup> Lanthanide, einzeln gewertet (auch Lanthanoide, Elemente die im Periodensystem auf das Element Lanthan folgen, gehören zu den „Seltenen Erden“).

<sup>4)</sup> mit Ausnahme von Kohlenstoff C, Phosphor P, Schwefel S und Stickstoff N.

### DIN EN 10021 Allgemeine technische Lieferbedingungen für Stahl und Stahlerzeugnisse (Dez 1993)

Diese Europäische Norm beinhaltet die allgemeinen technischen Lieferbedingungen für alle in DIN EN 10079 erfassten Stahlerzeugnisse. Ausgenommen sind Stahlguss und pulvermetallurgische Erzeugnisse. Wenn für ein Stahlerzeugnis in einer Liefer- oder Maßnorm spezifische Lieferbedingungen festgelegt sind, die von den allgemeinen Lieferbedingungen dieser Norm abweichen, so gelten bei einer Bestellung die Lieferbedingungen dieser Liefer- oder Maßnorm. Näheres s. Norm.

**Begriffe** (Auswahl): Bei **nichtspezifischen Prüfungen** prüft der Hersteller nach ihm geeignet erscheinenden Prüfverfahren, ob die nach bestimmten Herstellungsverfahren gefertigten Erzeugnisse den in der Bestellung festgelegten Anforderungen genügen. Die geprüften Erzeugnisse müssen nicht notwendigerweise aus der Lieferung selbst stammen. **Spezifische Prüfungen** sind Prüfungen, die vor der Lieferung nach den in der Bestellung festgelegten technischen Bedingungen an den zu liefernden Erzeugnissen oder an Prüfeinheiten, von denen diese ein Teil sind, durchgeführt werden, um festzustellen, ob die Erzeugnisse den Anforderungen genügen.

### DIN EN 10079 Begriffsbestimmungen für Stahlerzeugnisse (Feb 1993)

Die Norm enthält 71 Begriffsbestimmungen für Stahlerzeugnisse, im Wesentlichen unter den Oberbegriffen Flach- und Langerzeugnisse.

Auswahl:

**Halbzeug.** Erzeugnisse, die durch Stranggießen, Druckgießen, durch Walzen oder Schmieden oder Längsteilen zu Blöcken oder Brammen entstanden sind. Sie sind im Allgemeinen für die Umformung zu Flach- oder Langerzeugnissen bestimmt. Nach Querschnittsformen, Querschnittsmaßen und Verwendung wird unterschieden in quadratisches, rechteckiges, flaches, rundes und vorprofilertes Halbzeug.

**Flacherzeugnis.** Flacherzeugnisse haben einen etwa rechteckigen Querschnitt, dessen Breite viel größer als seine Dicke ist. Die Oberfläche ist technisch glatt, kann aber in bestimmten Fällen absichtlich Vertiefungen oder Erhöhungen in regelmäßigen Abständen aufweisen. Für warmgewalzte Flacherzeugnisse wird in die Erzeugnisarten Breitflachstahl, Blech, Warmbreitband, längsgeteiltes Warmbreitband und Bandstahl unterschieden. Unterteilung in Feinblech und -band: Dicke < 3 mm, Grobblech und -band: Dicke ≥ 3 mm. Bei kaltgewalzten Flacherzeugnissen unterscheidet man zwischen folgenden Erzeugnisarten: Blech, Kaltbreitband, längsgeteiltes Kaltbreitband und Kaltband. Warm- und Kaltbreitband: Lieferbreite ≥ 600 mm, längsgeteiltes Warm- und Kaltbreitband: Lieferbreite < 600 mm (Walzbreite ≥ 600 mm), Bandstahl und Kaltband: Walzbreite < 600 mm.

**Elektroblech und -band.** Elektroblech und -band ist durch seine magnetischen Eigenschaften gekennzeichnet und für die Herstellung magnetischer Kreise bestimmt. Es wird unterschieden in kornorientiertes und nichtkornorientiertes Elektroblech und -band, nicht schlussgeglüht oder schlussgeglüht.

**Verpackungsblech.** Flacherzeugnisse aus unlegiertem weichem Stahl in Tafeln oder Rollen. Sie werden durch einmaliges oder zweimaliges Kaltwalzen (auch: doppeltreduziert) hergestellt. *Weißblech und -band* wird zusätzlich auf beiden Seiten mit Zinn überzogen, *spezialverchromtes Blech oder Band* wird nach dem Kaltwalzen auf beiden Seiten mit einem auf kathodischem Wege aufgetragenen zweischichtigem Überzug versehen. *Feinstblech*, einfach kaltgewalzt (Nennicken von 0,17 mm bis 0,49 mm) und doppeltreduziertes Feinstblech (Nennicken von 0,14 mm bis 0,29 mm).

**Langerzeugnisse.** Langerzeugnisse haben einen über die Länge gleich bleibenden Querschnitt für den meist die Abmessungen sowie die zulässigen Maß- und Formabweichungen genormt sind. Ihre Oberfläche ist technisch glatt, kann aber absichtlich Vertiefungen oder Erhöhungen aufweisen (z. B. Betonstahl). Beispiele für Langerzeugnisse: Walzdraht, gezogener Draht, warmgeformte Stäbe, gewalzte Vollstäbe als Rundstäbe, Vierkant-, Sechskant-, Achteckstabe, Flachstäbe und Spezialstäbe. Ebenfalls zu den Langerzeugnissen gehört Blankstahl (gezogen, geschält, geschliffen).

**Rohre.** An beiden Enden offenes Erzeugnis mit kreisförmigem oder vieleckigem Querschnitt. Rohre können an beiden Enden bearbeitet sein oder auf der Innen- und/oder Außenfläche mit Überzügen versehen sein. Es wird unterschieden in nahtlose Rohre, geschweißte Rohre, Hohlprofile und Dreiteilrohre.



## DIN EN 10052 Begriffe der Wärmebehandlung von Eisenwerkstoffen (Jan 1994)

Diese Norm enthält im Hauptteil 149 Definitionen aus dem Gebiet der Wärmebehandlung von Eisenwerkstoffen. Zum Verständnis des Hauptteils sind weiterhin 52 Begriffserklärungen als Ergänzung enthalten (s. Norm). Kurzangabe von Wärmebehandlungen von Eisenwerkstoffen nach DIN 17014-3, s. Norm.

**Ac<sub>1</sub>**. Temperatur, bei der die Bildung des Austenits bei einem Wärmen beginnt.

**Ac<sub>3</sub>**. Temperatur, bei der die Umwandlung des Ferrits in Austenit bei einem Wärmen endet.

**Ar<sub>1</sub>**. Temperatur, bei der die Umwandlung des Austenits in Ferrit oder in Ferrit und Zementit bei einem Abkühlen endet.

**Abschrecken**. Abkühlen eines Werkstückes mit größerer Geschwindigkeit als an ruhender Luft. Weitere Begriffe zum Abschrecken s. Norm.

**Alterung**. Änderung der Eigenschaften eines nicht im thermodynamischen Gleichgewicht befindlichen Werkstoffes in Abhängigkeit von Temperatur und Zeit. Natürliche Alterung ist durch die Wanderung interstitiell eingebauter Elemente bei oder in Nähe der Raumtemperatur bedingt. (*Anmerkung*: interstitiell bedeutet dazwischenliegend)

**Anlassen**. Ein- oder mehrmaliges Erwärmen eines gehärteten Werkstückes auf Temperaturen unterhalb Ac<sub>1</sub>. Halten auf dieser Temperatur und anschließendes, zweckentsprechendes Abkühlen.

**Anlasssprödigkeit**. – *Irreversible*; 300 °C-Sprödigkeit: Versprödung, die beim Halten o. Ä. Temperaturfolgen im Bereich von etwa 300 °C bei bestimmten Stahlsorten auftreten kann. – *Reversible*; 500 °C-Sprödigkeit s. Norm.

**Aufhärbarkeit**. In einem Werkstück durch Härten unter idealen Bedingungen erreichbare höchste Härte.

**Aufkohlen**. Thermochemisches Behandeln eines Werkstückes im austenitischen Zustand zum Anreichern der Randschicht mit Kohlenstoff, der dann im Austenit in fester Lösung vorliegt.

**Aufkohlungstiefe**. Senkrechter Abstand von der Oberfläche eines Werkstückes bis zu einer Dicke, die durch den angeereicherten Kohlenstoffgehalt gekennzeichnet ist.

**Aushärten**. Wärmebehandlung, bestehend aus Lösungsbehandeln und Auslagern.

**Austenit**. Feste Lösung eines oder mehrerer Elemente im Eisen mit kubisch-flächenzentrierter Kristallstruktur im Temperaturbereich von 911 °C bis 1392 °C.

**Austenitisieren**. Erwärmen und Halten auf einer Temperatur oberhalb Ac<sub>1</sub>, um das Gefüge in Austenit umzuwandeln. **Austenitisierungstemperatur** ist die höchste Temperatur, bei der ein Werkstück beim Austenitisieren gehalten werden kann.

**Blankglühen**. Glühen unter Bedingungen, bei denen das metallene Aussehen erhalten bleibt.

**Diffusionsglühen**. Glühen dicht unter der Solidustemperatur (bei Stählen mit Gefügeumwandlung erheblich oberhalb Ac<sub>3</sub>) mit langzeitigem Halten auf dieser Temperatur und nachfolgendem beliebigem Abkühlen, um eine gleichmäßige Verteilung löslicher Bestandteile zu erhalten.

**Durchhärtung**. Bis zum Kern oder – beim Härten von einer Seite her – zur Rückseite eines Werkstückes reichende Härtung.

**Einfachhärten**. Einmaliges Härten nach vorangegangenem Aufkohlen und Abkühlen auf Raumtemperatur.

**Einhärtung**. Von der Oberfläche des Werkstückes ausgehende Härtung, gekennzeichnet durch die erreichte Einhärtungstiefe und den Verlauf der Härte in Abhängigkeit vom Abstand zum Rand (nach dem Härten).

**Einhärtungstiefe**. Randschichttiefe eines gehärteten Werkstückes, bis zu der eine bestimmte Härte vorgeschrieben ist.<sup>1)</sup>

**Einsatzhärten**. Härten nach vorhergegangenem Aufkohlen, ggf. unter gleichzeitigem Aufsticken der Oberfläche.

**Aufkohlen**. (Einsetzen, Zementieren). Meist auf die Randzone beschränkte Kohlenstoffanreicherung durch Halten bei einer Temperatur oberhalb der Umwandlungspunkte Ac<sub>1</sub> oder Ac<sub>3</sub> in Kohlenstoff abgebenden Mitteln.

**Carbonitrieren**. Thermochemisches Behandeln eines Werkstückes oberhalb Ac<sub>1</sub> zum Anreichern der Randschicht mit Kohlenstoff und Stickstoff. Beide Elemente befinden sich danach im Austenit in fester Lösung.

**Direkthärten**. Härten des aufgekohlten Werkstückes am Schluss des Aufkohlens, Härtetemperatur kann tiefer liegen als die Aufkohlungstemperatur, jedoch nicht unter Ar<sub>1</sub> der Einsatzschicht.

**Doppelhärten**. Zweimaliges Härten des aufgekohlten Werkstückes, wobei die erste Härtung von der Härtetemperatur des Kernwerkstoffes, die Zweite von der Härtetemperatur der Einsatzschicht vorgenommen wird.

**Einsatzhärtungstiefe**. Tiefe der Randschicht eines einsatzgehärteten Werkstückes, bis zu der eine Härte von 550 HV1 im Regelfall noch vorhanden ist.<sup>1)</sup>

**Entkohlung** ist die Verringerung des Kohlenstoffgehaltes in der Randschicht eines Werkstückes, meist als Folge einer Wärmebehandlung. Der nahezu vollständige Entzug des Kohlenstoffes wird auch Auskohlung genannt, der teilweise Entzug dagegen Abkohlung.

**Entkohlungstiefe** ist der senkrechte Abstand von der Oberfläche eines Werkstückes bis zu einer die Dicke der entkohlten Schicht kennzeichnenden Grenze.

**Flammhärten**. Härten von Werkstücken nach oberflächlichem Erwärmen mit einer Brennerflamme, s. Randschichthärten.

**Grobkornglühen**. Glühen untereutektoider Stähle bei einer Temperatur zwischen 1050 °C und 1300 °C mit ausreichend langem Halten, um gröberes Korn (z. B. zur Verbesserung der Zerspanbarkeit) zu erzielen.

<sup>1)</sup> Weiteres über Einhärtungs- bzw. Einsatzhärtungstiefe ist in DIN 6773-4 Wärmebehandlung von Eisenwerkstoffen; Wärmebehandelte Teile; Darstellung und Angaben in Zeichnungen, Einsatzhärten festgelegt (s. Norm)

**Härten.** Austenitisieren und Abkühlen unter Bedingungen, die bei Härtesteigerung zur Martensit- gebenenfalls Baint- bildung führen.

**Induktionshärten.** Härten von Werkstücken nach oberflächlichem elektroinduktivem Erwärmen.

**Nitrieren (Aufsticken).** Glühen in Stickstoff abgebenden Mitteln zum Erzielen einer mit Stickstoff angereicherten Oberfläche.

Gasnitrieren. Nitrieren in Stickstoff abgebenden Gasen.

Plasmanitrieren. Nitrieren im Plasma.

**Normalglühen.** Erwärmen auf eine Temperatur von 50 °C oberhalb des oberen Umwandlungspunktes  $A_{c3}$  (bei über- eutektoidischen Stählen oberhalb des unteren Umwandlungspunktes  $A_{c1}$ ) mit anschließendem Abkühlen in ruhender Luft.

**Patentieren** (Begriff aus der Drahtindustrie). Wärmebehandlung von Draht oder Band, bestehend in einem Erwärmen auf eine Temperatur oberhalb des oberen Umwandlungspunktes  $A_{c3}$  und verhältnismäßig raschem Abkühlen, um ein für die nachfolgende Kaltverformung günstiges Gefüge zu erzielen.

**Randschichthärten.** Härten mit auf die Randschicht beschränktem Austenitisieren. Es ist zweckmäßig, den Begriff durch die Art des Wärmens zu kennzeichnen, z. B. Flammhärten, Induktionshärten, Elektronenstrahlhärten, Laserstrahlhärten.

**Rekristallisationsglühen.** Glühen bei einer Temperatur im Rekristallisationsbereich nach einer Verformung bei einer Temperatur unterhalb dieses Bereiches, mit dem Ziel, ohne Phasenumwandlung eine Kornneubildung zu erreichen.

**Spannungsarmglühen.** Glühen bei einer Temperatur unterhalb des unteren Umwandlungspunktes  $A_{c1}$  meist unter 650 °C, mit anschließendem langsamen Abkühlen zum Abbau innerer Spannungen ohne wesentliche Änderung der vorliegenden Eigenschaften.

**Stabilisieren.** Wärmebehandlung mit dem Ziel, im Laufe der Zeit zu erwartende Form-, Maß- und/oder Gefügeänderungen vorwegzunehmen.

**Tempern.** Glühen von weißem Gusseisen zum Zerfall des Zementits bei einer Temperatur oberhalb des unteren Umwandlungspunktes  $A_{c1}$

- in Sauerstoff abgebenden Mitteln unter Verringerung des Kohlenstoffgehaltes (führt zu weißem Temperguss),
- in neutralen Mitteln ohne wesentliche Verringerung des Kohlenstoffgehaltes (führt zu schwarzem Temperguss).

**Tiefkühlen** oder **Tiefemperaturbehandeln.** Nachbehandeln gehärteter Stähle bei tiefen Temperaturen bis zu  $\approx -180$  °C zur Verringerung des Gehaltes an Restaustenit.

**Überhitzen und Überzeiten.** Erwärmen auf eine so hohe Temperatur und mit so langem Halten, dass eine übermäßige Kornvergrößerung auftritt.

**Verbrennung.** Irreversible Änderung des Gefüges und der Eigenschaften durch beginnendes Aufschmelzen an den Korngrenzen.

**Vergüten.** Härten und Anlassen bei höherer Temperatur, um die gewünschte Kombination der mechanischen Eigenschaften, insbesondere hohe Zähigkeit und Duktilität, zu erreichen.

**Warmbadhärten.** Härten durch Abkühlen in einem Salz- oder Metallbad mit Halten bis zum Temperatenausgleich und anschließendem beliebigem Abkühlen auf Raumtemperatur.

**Weichglühen.** Glühen bei einer Temperatur dicht unterhalb des unteren Umwandlungspunktes  $A_{c1}$  (mitunter auch oberhalb  $A_{c1}$ ) oder Pendeln um  $A_{c1}$  mit anschließendem langsamen Abkühlen zum Erzielen eines möglichst weichen Zustandes.

**Zementit.** Carbid des Eisens, entsprechend der Zusammensetzung  $Fe_3C$ .

## DIN EN 10027-1 Bezeichnungssysteme für Stähle – Kurznamen (Okt 2005)

Diese Norm legt die Regeln für die Bezeichnung der Stähle mittels Kennbuchstaben und -zahlen fest. Für besondere Merkmale, wie z. B. die Eignung zur Verwendung bei bestimmten Temperaturen, Oberflächenzustand, Behandlungszustand und die mechanischen oder physikalischen Eigenschaften oder die chemische Zusammensetzung, sind zu den Hauptsymbolen Zusatzsymbole festgelegt.

Sofern nicht anders verlangt, werden die zur Bildung der Kurznamen verwendeten Symbole ohne Leerzeichen geschrieben.

Bei den nach ihren mechanischen Eigenschaften bezeichneten Stählen wird nicht mehr grundsätzlich die Zugfestigkeit, sondern im Regelfall die Streckgrenze als Merkmal in der Bezeichnung verwendet (s. Tab. 111.1). Angaben in MPa (Anmerkung: 1 MPa = 1 N/mm<sup>2</sup>). Die Kurznamen der Stähle werden in zwei Kategorien eingeteilt.

**Kategorie 1:** Aufgrund der Verwendung und der mechanischen oder physikalischen Eigenschaften der Stähle gebildete Kurznamen (Tab. 111.1 und 112.1 bis 113.2)

**Kategorie 2:** Kurznamen, die Hinweise auf die chemische Zusammensetzung der Stähle enthalten.

Die Kategorie 2 ist in vier Untergruppen unterteilt und richtet sich nach dem unterschiedlichen Legierungsgehalt der Stähle. Allgemein gilt: Wenn die Festlegungen für den Stahl auch für Gussstücke gelten, muss seinem Namen der Buchstabe G vorangestellt werden. Wird ein Stahl der Untergruppen 3 und 4 pulvermetallurgisch hergestellt, müssen seinem Namen die Buchstaben PM vorangestellt werden. Symbole für besondere Anforderungen, Art des Überzuges und für den Behandlungszustand von Stahlerzeugnissen, s. Tab. 112.4, 113.1, 113.2 und Norm.

Tabelle 111.1 Bezeichnungssysteme für Stähle: Hauptsymbole nach DIN EN 10027-1 (Kategorie 1)

Buchstabe Bedeutung	Hauptsymbol <sup>1)</sup> Eigenschaft	Zusatzsymbole <sup>2)</sup>		Bezeichnungs- beispiele	Normbeispiel
		Gruppe 1	Gruppe 2		
S Stähle für den Stahlbau	nnn = Mindeststreckgrenze für die kleinste Erzeugnisdicke	A; M; N; Q; G <sup>3)</sup>	C; D; E; F; H L; M; N; P; Q; S; T; W; an	S235JR S355NL S355J2W	DIN EN 10025-2 DIN EN 10025-3 DIN EN 10025-5
P Druckbehälterstähle		M; N; Q; B; T; S; G	L; H; X; R	P265GH P355NH	DIN EN 10028-2 DIN EN 10028-3
L Stähle für Leitungsrohre		M; N; Q; G	a <sup>4)</sup>	L360GA L360NB L360QB	DIN EN 10208-1 DIN EN 10208-2
E Maschinenbaustähle		G	C	E335 GE240	DIN EN 10025-2 DIN EN 10293
B Betonstahl	nnn = charakteristische Streckgrenze	a <sup>5)</sup>	–	B500N	–
Y Spannstähle	nnnn = Zugfestigkeit	Q; C; H; S; G	–	Y1770C	–
R Stähle für oder in Form von Schienen	nnn = Mindesthärte nach Brinell	Mn; Cr; G; an	HT, LHT, Q	R320Cr	–
H Flacherzeugnisse aus höherfesten Stählen zum Kaltumformen	Cnnn = Kaltgewalzt, gefolgt von festgelegter Mindeststreckgrenze Dnnn = Warmgewalzt, zur unmittelbaren Kaltumformung bestimmt, gefolgt von festgelegter Mindeststreckgrenze Xnnn = Art des Walzens nicht vorgeschrieben, gefolgt von festgelegter Mindeststreckgrenze CTnnn(n) = Kaltgewalzt, gefolgt von festgelegter Mindestzugfestigkeit DTnnn(n) = Warmgewalzt, zur unmittelbaren Kaltumformung bestimmt, gefolgt von festgelegter Mindestzugfestigkeit XTnn(n)n = Art des Walzens nicht vorgeschrieben, gefolgt von festgelegter Mindestzugfestigkeit	B; C; I; LA; M; P; T; X; Y; G	D	HC400LA	DIN EN 10268
D Flacherzeugnisse zum Kaltumformen	Cnn = kaltgewalzte Flacherzeugnisse, gefolgt von zwei Symbolen Dnn = Warmgewalzt zur unmittelbaren Kaltumformung bestimmte Flacherzeugnisse, gefolgt von zwei Symbolen Xnn = Flacherzeugnisse, deren Walzart nicht vorgegeben ist, gefolgt von zwei Symbolen	D; EK; ED; H; T; G; an	–	DD14 DC04 DC03 + ZE DC04EK DX51D + Z	DIN EN 10111 DIN EN 10130 DIN EN 10152 DIN EN 10209 DIN EN 10327
T Verpackungsblech und -band	Hnnn = Nennstreckgrenze für kontinuierlich geglähte Sorten Snnn = Nennstreckgrenze für losweise geglähte Sorten	–	–	TH550 TS550	DIN EN 10202
M Elektroblech und -band	Nnn(n) = höchstzulässige Ummagnetisierungsverluste × 100, nn = 100 × Nenndicke <sup>6)</sup>	–	–	M400-50A M140-30S M600-50D M390-50E	DIN EN 10106 DIN EN 10107 DIN EN 10126 DIN EN 10165

<sup>1)</sup> Wenn die Festlegungen für den Stahl auch für Gussstücke gelten, muss seinem Namen ein G vorangestellt werden.

<sup>2)</sup> Bedeutung der Zusatzsymbole s. Tab. 112.2 und 112.3. Allgemein gilt: a = Ziffer, n = numerisch, an = alphanumerisch. Symbole der Gruppe 2 dürfen nur in Verbindung mit Symbolen der Gruppe 1 verwendet werden. Die Symbole A, M, N, Q gelten für Feinkornstähle. an = chemische Symbole für vorgeschriebene Elemente.

<sup>3)</sup> Anhaltsangaben zur Kerbschlagarbeit in Joule und Prüftemperatur, s. Tab. 112.5.

<sup>4)</sup> a = Anforderungsklassen, falls erforderlich mit einer nachfolgenden Ziffer (s. z. B. DIN EN 10208-2).

<sup>5)</sup> a = Duktilitätsklasse, falls erforderlich mit einer oder zwei nachfolgenden Kennziffern.

<sup>6)</sup> Beide Angaben werden durch einen Bindestrich getrennt, s. Tab. 112.1.

Tabelle 112.1 Zusatzsymbole für Elektroblech und -band (Hauptsymbol M) DIN EN 10027-1

Für eine magnetische Induktion bei 50 Hz von 1,5 Tesla	
A	nicht kornorientiert
D	unlegiert, nicht schlussgeglüht
E	legiert, nicht schlussgeglüht
N	kornorientiert, mit normalen Ummagnetisierungsverlusten
Für eine magnetische Induktion bei 50 Hz von 1,7 Tesla	
P	kornorientiert, mit eingeschränkten Ummagnetisierungsverlusten
S	kornorientiert, mit niedrigen Ummagnetisierungsverlusten

Tabelle 112.3 Zusatzsymbole Gruppe 1, DIN EN 10027-1

Zusatzsymbole Gruppe 1		zum Hauptsymbol Tab. 113.1
A	ausscheidungshärtend	S
B	Gasflaschen	P
B	Bake hardening	H
C	kaltgezogener Draht	Y
C	Komplexphase	H
Cr	chromlegiert	R
D	Schmelztauchüberzug	D
ED	für Direktmaillierung	D
EK	für konventionelle Emaillierung	D
G	andere Merkmale, ggf. mit 1 oder 2 Ziffern	S; P; L; E; Y; R; H; D
H	Warmgewalzte Stäbe oder warmgewalzte und behandelte Stäbe	Y
H	für Hohlprofile	D
I	Isotroper Stahl	H
LA	niedrig legiert	H
M	thermomechanisch gewalzt	S; P; L; H
Mn	hoher Mn-Gehalt	R
N	normalgeglüht oder normalisierend gewalzt	S; P; L
P	phosphorlegiert	H
Q	vergütet	S; P; L; Y
S	einfache Druckbehälter	P
S	Litze	Y
T	Rohre	P; D
T	TRIP-Stahl (Transformation Induced Plasticity)	H
X	Dualphase	H
Y	Interstitialfree steel (IF-Stahl)	H

Tabelle 112.2 Zusatzsymbole Gruppe 2, DIN EN 10027-1

Zusatzsymbole Gruppe 2		zum Hauptsymbol Tab. 113.1
C	mit besonderer Kaltumformbarkeit	S; E
C	Eignung zum Kaltziehen	S; E
D	für Schmelztauchüberzüge	S; H
E	für Emaillierung	S
F	zum Schmieden	S
H	Hohlprofile	S; D
H	Hochtemperatur	P
HT	wärmebehandelt	R
L	für tiefere Temperaturen	P; S
LHT	Niedrig legiert, wärmebehandelt	R
M	Thermomechanisch gewalzt	S
N	Normalgeglüht oder normalisierend gewalzt	S
P	Spundwandstahl	S
Q	Vergütet	S; R
R	Raumtemperatur	P
S	für Schiffsbau	S
T	für Rohre	S
W	wetterfest	S
X	Hoch- und Tieftemperatur	P

Tabelle 112.4 Symbole für besondere Anforderungen an Stahlerzeugnisse DIN EN 10027-1

+CH	mit Kernhärbarkeit
+H	mit besonderer Härbarkeit
+Z15	Mindest-Brucheinschnürung senkrecht zur Oberfläche 15%
+Z25	Mindest-Brucheinschnürung senkrecht zur Oberfläche 25%
+Z35	Mindest-Brucheinschnürung senkrecht zur Oberfläche 35%

Tabelle 112.5 Zusatzsymbole der Gruppe 1 für die Kerbschlagarbeit in J (DIN EN 10027-1)

Kerbschlagarbeit			Prüftemperatur in °C
27 J	40 J	60 J	
JR	KR	LR	+20
JO	K0	LO	0
J2	K2	L2	-20
J3	K3	L3	-30
J4	K4	L4	-40
J5	K5	L5	-50
J6	K6	L6	-60

**Tabelle 113.1** Symbole für die Art des Überzuges (Auswahl) DIN EN 10027-1

+A	Feueraluminier
+CE	Elektrolytisch spezialverchromt (ECCS) <sup>1)</sup>
+CU	Kupferüberzug
+IC	Anorganische Beschichtung
+S	Feuerverzint
+SE	Elektrolytisch verzint
+T	Schmelztauchveredelt mit einer Blei-Zinn-Legierung
+Z	Feuerverzinkt
+ZE	Elektrolytisch verzinkt
+ZF	Diffusionsgeglühte Zinküberzüge

<sup>1)</sup> ECCS: Electrolytical Chromium Coated steel

*Anmerkung:* Die Symbole der Tab. 114.4, 115.1, 115.2 werden durch +Zeichen von den vorhergehenden getrennt. Um Verwechslungen zu vermeiden kann für die Symbole der Tab. 115.1 der Buchstabe T vorangestellt werden, für Tab. 115.2 der Buchstabe S, z. B. +SA oder +TA.

Die Symbole gelten für Stahlerzeugnisse.

**Tabelle 113.2** Symbole für die Art des Behandlungszustandes DIN EN 10027-1 (Auswahl)

+AR	wie gewalzt	+N	Normalgeglüht, normalisierend gewalzt
+A	Weichgeglüht	+NT	Normalgeglüht und angelassen
+AC	Geglüht zur Erzielung kugelig Karbide	+Q	Abgeschreckt
+AT	Lösungsgeglüht	+QA	Luftgehärtet
+C	Kaltverfestigt	+QO	Ölgehärtet
+Cnnn	Kaltverfestigt auf eine Mindestzugfestigkeit von nn N/mm <sup>2</sup> (n = Ziffer)	+QT	Vergütet
+CR	Kaltgewalzt	+QW	Wassergehärtet
+DC	Lieferzustand dem Hersteller überlassen	+S	Behandelt auf Kaltscherbarkeit
+FP	behandelt auf Ferrit-Perlit-Gefüge und Härtespanne	+T	Angelassen
+HC	Warm-Kalt-geformt	+TH	behandelt Härtespanne
+LC	leicht kalt nachgewalzt-gezogen	+U	Unbehandelt
+M	Thermomechanisch gewalzt		

Untergruppen der Kategorie 2:

**1. Unlegierte Stähle mit mittlerem Mn-Gehalt <1%, außer Automatenstähle:** Der Kurzname setzt sich aus dem Kennbuchstaben C für Kohlenstoff und einer Zahl, die dem Hundertfachen des Mittelwertes des für den Kohlenstoff vorgeschriebenen Bereichs entspricht, zusammen.

**Zusatzsymbole:** E = vorgeschriebener max. Schwefelgehalt, R = vorgeschriebener Bereich des Schwefelgehaltes (den Symbolen E und R kann eine Ziffer angehängt werden, die den mit Faktor 100 multiplizierten, zuvor auf 0,01% gerundeten höchstzulässigen bzw. mittleren Schwefelgehalt darstellt), D = zum Drahtziehen, C = besondere Kaltumformbarkeit, S = für Federn, U = für Werkzeuge, W = für Schweißdraht.

**Bezeichnungsbeispiele:** C35R, C35E, C35, C20D

**2. Unlegierte Stähle mit >1% Mn sowie legierte Stähle (außer Schnellarbeitsstähle), sofern der mittlere Gehalt der einzelnen Legierungselemente unter 5% liegt:**

**Tabelle 113.3** Faktoren für die Ermittlung von Legierungskennzahlen

Element	Faktor
Cr, Co, Mn, Ni, Si, W	4
Al, Be, Cu, Mo, Nb, Pb, Ta, Ti, V, Zr	10
Ce, N, P, S, C	100
B	1000

Der Kurzname setzt sich zusammen aus einer Zahl, die dem Hundertfachen des Mittelwertes des für den Kohlenstoffgehalt vorgeschriebenen Bereichs entspricht, gefolgt von den chemischen Symbolen der charakteristischen Legierungselemente, nach abnehmenden Gehalten geordnet, ergänzt um Zahlen, die in der Reihenfolge der charakteristischen Legierungselemente einen Hinweis auf ihren Gehalt geben. Die Zahlen stehen nicht hinter dem Symbol. Sie werden mit den in Tab. 113.3 aufgeführten Faktoren ermittelt.

**Bezeichnungsbeispiel:** 28Mn6 (d. h. C-Gehalt ca. 0,28% und Mn-Gehalt ca. 1,5%)

**3. Nichtrostende und andere legierte Stähle, wenn mindestens für ein Legierungselement der Gehalt ≥5 Gewichtsprozent beträgt (ausgenommen Schnellarbeitsstähle):** Der vorgesetzte Buchstabe X kennzeichnet hochlegierte Stähle. Im Weiteren setzt sich der Kurzname aus der, wie vorher beschrieben, verschlüsselten Angabe des Kohlenstoffgehaltes, gefolgt von den chemischen Symbolen der charakteristischen Legierungselemente, nach abnehmenden Gehalten geordnet, zusammen. Zahlen, in der Reihenfolge der Legierungselemente, jeweils durch Bindestrich voneinander getrennt, bilden den Abschluss. Die Zahlen werden unverschlüsselt, gerundet auf die nächste ganze Zahl, angegeben.

**Bezeichnungsbeispiel:** X10CrNi18-8

**4. Schnellarbeitsstähle:** Der Kurzname setzt sich aus den Kennbuchstaben HS sowie aus ganzen Zahlen zusammen. Die Zahlen sind durch Bindestrich voneinander getrennt. Sie kennzeichnen jeweils den mittleren Gehalt folgender Legierungselemente: Wolfram (W), Molybdän (Mo), Vanadin (V), Cobalt (Co).

**Bezeichnungsbeispiel:** HS2-9-1-8



Tabelle 114.1 Stahlgруппennummern nach DIN EN 10027-2

Grundstähle	Unlegierte Stähle		legierte Qualitätsstähle		legierte Edelstähle				Bauelemente
	Qualitätsstähle	Edestähle	Qualitätsstähle	Werkzeugstähle	Verschiedene Stähle	Chem. best. Stähle <sup>6)</sup> 7)	50	60	
00 1)	90 1)	10 Stähle mit besonderen physikalischen Eigenschaften	20 Cr	30	40 mit <2,5% Ni ohne Mo, Nb und Ti	50 Mn, Si, Cu	60 Cr-Ni mit ≥ 2,0 < 3% Cr	70 Cr Cr-B	80 Cr-Si-Mo Cr-Si-Mn-Mo Cr-Si-Mo-V Cr-Si-Mn-Mo-V
	01 91 Allgemeine Baustähle mit R <sub>m</sub> < 500 N/mm <sup>2</sup>	11 Bau-, Masch.bau-, Behälterstähle < 0,50% C	21 Cr-Si Cr-Mn Cr-Mn-Si	31	41 mit <2,5% Ni mit Mo ohne Nb und Ti	51 Mn-Si Mn-Cr	61	71 Cr-Si Cr-Mn Cr-Mn-B Cr-Si-Mn	81 Cr-Si-V Cr-Mn-V Cr-Si-Mn-V
	02 92 Sonstige nicht für eine Wärmebehandlung bestimmte Baustähle mit R <sub>m</sub> < 500 N/mm <sup>2</sup>	12 Maschinenbaustähle mit >= 0,50% C	22 Cr-V Cr-V-Si Cr-V-Mn Cr-V-Mn-Si	32 mit Co	42	52 Mn-Cu Mn-V Si-V Mn-Si-V	62 Ni-Si Ni-Mn Ni-Cu	72 Cu-Mo mit < 0,35% Mo Cr-Mo-B	82 Cr-Mo-W Cr-Mo-W-V
	03 93 Stähle mit im Mittel < 0,12% C oder R <sub>m</sub> < 400 N/mm <sup>2</sup>	13 Bau-, Masch.bau-, und Behälterstähle mit bes. Anforderungen	23 Cr-Mo Cr-Mo-V Mo-V	33 ohne Co	43 mit >= 2,5% Ni ohne Mo, Nb und Ti	53 Mn-Ti Si-Ti	63 Ni-Mo Ni-Mo-Mn Ni-Mo-Cu Ni-Mo-V Ni-Mn-V	73 Cr-Mo mit ≥ 0,35% Mo	83
	04 94 Stähle mit im Mittel > 0,12% < 0,25% C oder R <sub>m</sub> ≥ 400 < 500 N/mm <sup>2</sup>	14	24 W Cr-W	34	44 mit >= 2,5% Ni mit Mo ohne Nb und Ti	54 Mo Nb, Ti, V W	64	74	84 Cr-Si-Ti Cr-Mn-Ti Cr-Si-Mn-Ti
	05 95 Stähle mit im Mittel ≥ 0,25 < 0,55% C oder R <sub>m</sub> ≥ 500 N/mm <sup>2</sup> < 700 N/mm <sup>2</sup>	15	25 W-V Cr-W-V	35 Wälzlagerstähle	45 mit Sonderzusätzen	55 B Mn-B < 1,65% Mn	65 Cr-Ni-Mo mit < 0,4% Mo + < 2% Ni	75 Cr-V mit < 2,0% Cr	85 Nitrierstähle
	06 96 Stähle mit im Mittel ≥ 0,55% C oder R <sub>m</sub> ≥ 700 N/mm <sup>2</sup>	16	26 W außer Klassen 24, 25 und 27	36 ohne Co	46 Chemisch best. und hochwarmfeste Ni-Leg.	56 Ni	66 Cr-Ni-Mo mit < 0,4% Mo + > 2,0% Cr < 3,5% Ni	76 Cr-V mit > 2,0% Cr	86
	07 97 Stähle mit höherem P- oder S-Gehalt	17	27 mit Ni	37 mit Co	47 mit < 2,5% Ni	57 Cr-Ni mit < 1,0% Cr	67 Cr-Ni-Mo mit < 0,4% Mo + > 3,5 < 5,0% Ni oder ≥ 0,4% Mo	77 Cr-Mo-V	87 8)
		18	28 Sonstige	38 ohne Ni	48 mit ≥ 2,5% Ni	58 Cr-Ni mit > 1,0 < 1,5% Cr	68 Cr-Ni-V Cr-Ni-W Cr-Ni-V-W	78	88 8) 9)
		19	29	39 mit Ni	49 Hochwarmfeste Werkstoffe	59 Cr-Ni mit ≥ 1,5% Cr < 2,0% Cr	69 Cr-Ni außer Klassen 57/ bis 68	79 Cr-Mn-Mo Cr-Mn-Mo-V	89 8) 9)

1) Grundstähle  
 2) Werkzeugstähle  
 3) Schnellarbeitsstähle  
 4) Werkstoffe mit besonderen magnetischen Eigenschaften  
 5) Werkstoffe mit besonderen physikalischen Eigenschaften  
 6) nichtrostende Stähle: Nummern 40 bis 45  
 7) Hochfeste schweißgeeignete Stähle  
 8) Hitzebeständige Stähle: Nummern 47 bis 48  
 9) nicht für eine Wärmebehandlung beim Verbraucher bestimmte Stähle

Die Einteilung der Stahlgруппen steht im Einklang mit der Einteilung der Stähle nach DIN EN 10020

## DIN EN 10027-2 Bezeichnungssysteme für Stähle – Nummernsysteme (Sep 1992)

Die Norm ersetzt DIN 17007-2 sowie die Angaben zum Werkstoff Stahl in DIN 17007-1. Das beschriebene Nummernsystem entspricht weitgehend den Festlegungen in den genannten DIN-Normen. Gestrichen wurden die Anhängeszahlen für das Stahlgewinnungsverfahren und den Behandlungszustand. Eine Erweiterung der Zählnummern um zwei Stellen kann für die Zukunft in Betracht gezogen werden.

Der Aufbau der Werkstoffnummer entspricht folgendem Schema: 1. XX XX(XX)

d.h. Werkstoffhauptgruppennummer: 1 = Stahl; XX = Stahlgruppennummer, Einzelheiten s. Tab. 114.1; XX(XX) = Zählnummer (Erweiterung). Anmerkung: Die Zahlen 2 bis 9 der Werkstoffhauptgruppennummer können anderen Werkstoffgruppen zugeordnet werden. Beispiele für unlegierte Qualitätsstähle s. Tab. 115.1

Tabelle 115.1 Beispiele unlegierter Qualitätsstähle mit Stahlgruppennummernklassen nach DIN EN 10027-2

Norm	Stahlsorte	Werkstoffnummer	Verwendungszweck
Stahlgruppennummernklasse 01. Allgemeine Baustähle mit $R_m < 500 \text{ N/mm}^2$			
DIN EN 10210-1	S275J2H	1.0138	Hohlprofile
Stahlgruppennummernklasse 02. Sonstige nicht für eine Wärmebehandlung bestimmte Baustähle mit $R_m < 500 \text{ N/mm}^2$			
DIN EN 10305-1	E215	1.0212	Präzisionsstahlrohre
Stahlgruppennummernklasse 03. Stähle mit im Mittel $< 0,12\% \text{ C}$ oder $R_m < 400 \text{ N/mm}^2$			
DIN EN 10028-2	P235GH	1.0345	Flacherzeugnisse aus Druckbehälterstählen
Stahlgruppennummernklasse 04. Stähle mit im Mittel $> 0,12\% < 0,25\% \text{ C}$ oder $R_m \geq 400 < 500 \text{ N/mm}^2$			
DIN EN 10227-2	C15	1.0401	Blankstahlerzeugnisse
Stahlgruppennummernklasse 05. Stähle mit im Mittel $\geq 0,12\% < 0,25\% \text{ C}$ oder $R_m \geq 500 \text{ N/mm}^2 < 700 \text{ N/mm}^2$			
DIN EN 10083-2	C45	1.0503	Vergütungsstahl
Stahlgruppennummernklasse 06. Stähle mit im Mittel $\geq 0,55\% \text{ C}$ oder $R_m > 700 \text{ N/mm}^2$			
DIN EN 10083-2	C60	1.0601	Vergütungsstahl
Stahlgruppennummernklasse 07. Stähle mit höherem P- oder S-Gehalt			
DIN EN 10277-3	10S20	1.0721	Blankstahlerzeugnisse, Automatenstähle

## 8.1.2 Stahl – Anwendungsbereiche und Technische Lieferbedingungen

Nicht berücksichtigt in diesem Abschnitt wird: Stahl für Schienen, Betonstahl, Stahl für Spundbohlen, Offshore-Konstruktionen und Spannstähle. Elektroblech und -band, s. Abschn. 8.4 „Werkstoffe der Elektrotechnik“. In der Regel wird in allen Europäischen Normen für Stahlwerkstoffe auf die allgemeinen Lieferbedingungen DIN EN 10021, Begriffsbestimmungen nach DIN EN 10020, DIN EN 10052 und DIN EN 10079 sowie auf die Arten von Prüfbescheinigungen DIN EN 10204 verwiesen. Ebenso sind Hinweise zur Probenahme für Prüfungen, Art und Umfang der Prüfungen und zur Kennzeichnung in den Europäischen Normen enthalten, auf die hier aber nicht eingegangen wird. Europäisch genormte Stahlsorten sind mit Kurznamen und Werkstoffnummern bezeichnet, welche nach der in DIN EN 10027 beschriebenen Systematik gebildet wurden. In der vorliegenden Ausgabe wird die Einheit  $\text{N/mm}^2$  für bestimmte Eigenschaftswerte, z. B. der Zugfestigkeit, beibehalten, obwohl in den meisten Europäischen Normen die Angabe jetzt mit MPa bezeichnet wird, wobei gilt:  $1 \text{ MPa} = 1 \text{ N/mm}^2$ . Europäische Normen sind im Vergleich zu den früheren national geltenden DIN-Normen in verschiedenen Bereichen anders zusammengestellt. So sind jetzt in vielen Fällen Maßnormen und Normen für Grenzabmaße, Gütenormen und technische Lieferbedingungen zusammengefasst in Produktnormen enthalten.

### 8.1.2.1 Stähle nach Verwendungszweck und Eigenschaften

#### 8.1.2.1.1 Baustähle, Maschinenbaustähle

In diesem Abschnitt werden Baustähle, Maschinenbaustähle, schweißgeeignete Feinkornbaustähle sowie Hohlprofile vorgestellt. Als Baustähle gelten unlegierte Stähle, die durch ihre mechanischen Gütewerte, im Wesentlichen der Mindeststreckgrenze und der Kerbschlagarbeit, gekennzeichnet sind. Derartige Stähle sind für die Verwendung in geschweißten, geschraubten und genieteten Bauteilen bestimmt. Schweißgeeignete Feinkornbaustähle für Flacherzeugnisse aus Druckbehälterstählen, s. DIN EN 10028, Blankstahlerzeugnisse aus Stählen für allgemeine Verwendung, s. DIN EN 10277, kontinuierlich beschichtete Flacherzeugnisse aus Baustahl s. DIN EN 10169, geschweißte kreisförmige Stahlrohre für den Maschinenbau s. DIN EN 10296-1, nahtlose Stahlrohre s. DIN EN 10297-1. Stähle für Freiformschmiedestücke s. Abschn. 8.1.2.2.8 Schmiedestücke aus Stahl.

Tabelle 116.1 Aufbau des Bezeichnungssystems nach DIN EN 10027-1 für Baustähle

Hauptsymbole						Zusatzsymbol für Stähle		Zusatzsymbol für Stahlerzeugnisse	
						Gruppe 1	Gruppe 2		
						an ...		+an +an ...	
Aufbau	a	a	n	n	n	an ...		+an +an ...	
	1	2	3	4	5	6		7	
Beispiele	-	S	3	5	5	J0	C	+N	
	-	E	3	5	5	K2		+AR	
a = Buchstabe, n = Ziffer, an = alphanumerisch									
Pos. 1	G = Stahlguss, wenn erforderlich,								
Pos. 2	Hauptsymbol nach Tab. 111.1								
Pos. 3 bis 5	Mindeststreckgrenze in N/mm <sup>2</sup> für den kleinsten Dickenbereich (1 N/mm <sup>2</sup> = 1 MPa)								
Pos. 6	Gruppe 1: Gütegruppe bezüglich Kerbschlagarbeit nach Tab. 112.5, Zusatzsymbole nach Tab. 112.2								
Pos. 7	Zusatzsymbole für Stahlerzeugnisse nach Tab. 112.4, Tab. 113.1 und Tab. 113.2								
<b>Beispiel 1: Stahl EN 10025-2-S355J0C + N</b>					<b>Beispiel 2: Stahl EN 10025-2-E355K2</b>				
S	Kennzeichnet das Verwendungsgebiet: S = Stahl für den Stahlbau/Baustahl (structural steel)					E	Kennzeichnet das Verwendungsgebiet: E = Maschinenbaustahl (engineering steel)		
355	Mindeststreckgrenze = 355 N/mm <sup>2</sup>					355	Mindeststreckgrenze = 355 N/mm <sup>2</sup>		
J	Mindestwert der Kerbschlagarbeit: J = 27J					K	Mindestwert der Kerbschlagarbeit: 40J		
0	Temperatur zur Durchführung des Kerbschlagbiegeversuches (0 = 0 °C)					2	Temperatur zur Durchführung des Kerbschlagbiegeversuches (-20 °C)		
C	Eignung zum Abkanten								
+N	Lieferzustand normalisierend gewalzt					+AR	Lieferzustand wie gewalzt		

### DIN EN 10025-1 Warmgewalzte Erzeugnisse aus Baustählen – Allgemeine technische Lieferbedingungen (Feb 2005)

In der Normenreihe DIN EN 10025 wurden folgende früheren Europäischen Normen in sechs Teilen zusammengeführt. Im Teil 1 der Norm sind die allgemeinen technischen Lieferbedingungen der bisherigen Normung zusammengefasst.

neue DIN EN Norm	abgelöste DIN EN Norm	
DIN EN 10025-2	DIN EN 10025: 1990 +A1: 1993	Warmgewalzte Erzeugnisse aus unlegierten Baustählen
DIN EN 10025-3	DIN EN 10113-2	Warmgewalzte Erzeugnisse aus schweißgeeigneten Feinkornbaustählen (normalgeglühte/normalisierend gewalzte Stähle)
DIN EN 10025-4	DIN EN 10113-3	Warmgewalzte Erzeugnisse aus schweißgeeigneten Feinkornbaustählen (thermomechanisch gewalzte Stähle)
DIN EN 10025-5	DIN EN 10137	Blech und Breitflachstahl aus Baustählen mit höherer Streckgrenze im vergüteten oder im ausscheidungsgehärteten Zustand
DIN EN 10025-6	DIN EN 10155	Warmgewalzte Erzeugnisse aus Baustählen – wetterfeste Baustähle

Somit sind alle wesentlichen als Konstruktionswerkstoff einzustufende Stahlsorten in einer Norm zusammengefasst. Mit Ausnahme von Teil 6 der Norm, gelten die Festlegungen der neuen Norm für Flach- und für Langerzeugnisse.

Erzeugnisse nach den Teilen 2 bis 6 der Norm können das CE-Kennzeichen erhalten, d. h. die Erzeugnisse genügen allen geltenden, EU-weit harmonisierten Vorschriften, die auf das Erzeugnis zutreffen.

**Bezeichnungsbeispiele**, s. Tab 116.1: Notierung der Kurzbezeichnung ohne Leerstellen.

In der Norm sind für Erzeugnisse nach EN 10025-2 bis EN 10025-6 eine Reihe von Optionen zur Bestellangabe festgelegt, zusätzliche Optionen s. jeweiligen Teil der Norm: **1)** Das Herstellverfahren des Stahles ist dem Besteller bekannt zu geben. **2)** Die Stückanalyse ist durchzuführen; die Anzahl der Probenabschnitte und die zu prüfenden Elemente sind zu vereinbaren. **3)** Die Kerbschlagarbeit einer Stahlsorte ist durch Prüfung bei einer vereinbarten Temperatur nachzuweisen. **4)** Erzeugnisse der betreffenden Stahlsorte müssen einer der Anforderungen an die Eigenschaften in Dickenrichtung des Erzeugnisses nach EN 10164 „Stahlerzeugnisse mit verbesserten Verformungseigenschaften senkrecht zur



Erzeugungsoberfläche“ entsprechen. **5)** Das Erzeugnis muss zum Schmelztauchverzinken geeignet sein. **6)** Für Flacherzeugnisse in Dicken  $\geq 6$  mm ist die Freiheit von inneren Fehlern nach EN 10160 „Ultraschallprüfung von Flacherzeugnissen aus Stahl mit einer Dicke größer oder gleich 6 mm“ nachzuweisen. **7)** Für H-Profile mit parallelen Flanschen und für IPE-Profile ist die Freiheit von inneren Fehlern nach EN 10306 „Ultraschallprüfung von H-Profilen mit parallelen Flanschen und IPE-Profilen“ nachzuweisen. **8)** Für Stäbe ist die Freiheit von inneren Fehlern nach EN 10308 „Zerstörungsfreie Prüfung – Ultraschallprüfung von Stäben aus Stahl“. **9)** Prüfung der Oberflächenbeschaffenheit und der Maße im Herstellerwerk in Anwesenheit des Bestellers. **10)** Die Art der verlangten Kennzeichnung. In der Aufzählung genannte Normen, s. jeweils Norm.

Wird bei der Bestellung von den entsprechenden Optionen kein Gebrauch gemacht, gelten die Grundfestlegungen:

die zu liefernde Menge, die Erzeugnisform, die Nummer des betreffenden Teiles dieses Dokumentes, Stahlbezeichnung, Maße, zusätzliche Anforderungen bezüglich Prüfung und Prüfbescheinigungen entsprechend den Angaben in EN 10025-2 bis EN 10025-6.

## DIN EN 10025-2 Warmgewalzte Erzeugnisse aus Baustählen – Technische Lieferbedingungen für unlegierte Baustähle (Apr 2005)

**Sorteneinteilung:** Dieser Teil der Europäische Norm enthält die Stahlsorten, die sich in ihren mechanischen Eigenschaften unterscheiden: S185, S235, S275, S355, S450, E295, E335 und E360. Die Stahlsorten S235 und S275 können in den Gütegruppen JR, J0 und J2 geliefert werden. Die Stahlsorte S355 ist in den Gütegruppen JR, J0, J2 und K2 lieferbar, die Sorte S450 in der Gütegruppe J0. Damit stehen insgesamt 15 unterschiedliche Stähle zur Auswahl, s. Tab. 117.1 und Tab. 118.1. Die Gütegruppen unterscheiden sich in den festgelegten Anforderungen an die Kerbschlagarbeit. Der Lieferzustand der Erzeugnisse bleibt, falls nicht anders vereinbart, dem Hersteller überlassen: im Walzzustand (+AR) oder normalgeglüht/normalisierend gewalzt (+N). Die Kennzeichen G3 und G4 werden damit im Kurznamen überflüssig. Alle Stahlsorten sind unlegierte Qualitätsstähle.

Die Desoxidationsart ist den Stahlsorten fest zugeordnet. Unberuhigter Stahl (FU) ist nicht mehr zulässig. Dadurch wurden die früheren Kennzeichen für die Desoxidationsart durch die Symbole G1 und G2 im Kurznamen überflüssig. Die Stahlsorte S185 und die Maschinenbaustähle E295, E335 und E360, für die keine Werte für die Kerbschlagarbeit festgelegt sind, dürfen nicht für Erzeugnisse mit CE-Kennzeichnung verwendet werden.

**Technologische Anforderungen:** Die Erschmelzungsart des Stahles bleibt dem Hersteller überlassen. Mit Ausnahme beim Stahl S185 sind Vereinbarungen möglich. Die Herstellung der Stähle nach dem Siemens-Martin-Verfahren (SM) ist nicht mehr zulässig.

Die mechanischen Eigenschaften müssen den Anforderungen nach Tab. 117.1 bis Tab. 118.2 entsprechen. Im Gegensatz zur bisherigen Ausgabe der Norm wurden bei Stählen der Gütegruppen J2 und K2 die maximalen Dicken auf 400 mm, bei der Stahlsorte S185 auf 250 mm erhöht. Chemische Zusammensetzung (C, Mn, Si, P, S, N, Cu) nach der Schmelzen-

Tabelle 117.1 Stahlsorten mit Werten für die Kerbschlagarbeit nach DIN EN 10025-2: Zugfestigkeit

Stahlsorte	Bezeichnung nach	Desoxidationsart <sup>4)</sup>	Zugfestigkeit $R_m$ in N/mm <sup>2,3)</sup> für Nenndicken in mm						
			Kurzname <sup>1)</sup>	WNR <sup>1)</sup>	DIN EN 10025:1994 <sup>2)</sup>	EU 25-72 <sup>2)</sup>	DIN 17100 (Jan 80) <sup>2)</sup>	<3	$\geq 3$ $\leq 100$
S235JR	1.0038 S235JRG2	Fe 360 B	RSt 37-2	FN	360/510	360/470	350/500	340/490	–
S235J0	1.0114 S235J0	Fe 360 C	St 37-3 U	FN	360/510	360/470	350/500	340/490	–
S235J2	1.0117 S235J2G4	Fe 360 D2	–	FF	360/510	360/470	350/500	340/490	330/480
S275JR	1.0044 S275JR	Fe 430 B	St 44-2	FN	430/580	410/560	400/540	380/540	–
S275J0	1.0143 S275J0	Fe 430 C	St 44-3 U	FN	430/580	410/560	400/540	380/540	–
S275J2	1.0145 S275J2G4	Fe 430 D2	–	FF	430/580	410/560	400/540	380/540	380/550
S355JR	1.0045 S355JR	Fe 510 B	–	FN	510/680	470/630	450/600	450/600	–
S355J0	1.0553 S355J0	Fe 510 C	St 52-3U	FN	510/680	470/630	450/600	450/600	–
S355J2	1.0577 S355J2G3	Fe 510 D	–	FF	510/680	470/630	450/600	450/600	450/600
S355K2	1.0596 S355K2G4	Fe 510 DD2	–	FF	510/680	470/630	450/600	450/600	450/600
S450J0 <sup>6)</sup>	1.0590 –	–	–	FF	–	550/720	530/700	–	–

<sup>1)</sup> Kurzname und Werkstoffnummer nach DIN EN 10027.

<sup>2)</sup> Vergleichbare frühere Bezeichnungen. Lieferzustand DIN 17100: U = warmgewalzt, unbehandelt.

<sup>3)</sup> Die Werte für den Zugversuch gelten für Proben längs zur Walzrichtung (l), für Band, Blech und Breitflachstahl in Breiten  $\geq 600$  mm gilt die Richtung quer zur Walzrichtung (t). Gegenüber der Ausgabe DIN EN 10025:1994 wurden bei Stählen der Gütegruppen J2 und K2 die maximalen Dicken auf 400 mm erhöht. Zugfestigkeitswerte wurden teilweise geändert.

<sup>4)</sup> FN: Unberuhigter Stahl nicht zulässig; FF: Vollberuhigter Stahl (mit einem ausreichendem Gehalt an Stickstoff abbindenden Elementen, z. B. min. 0,020% Al<sub>ges.</sub>).

<sup>5)</sup> Die Werte gelten für Flacherzeugnisse.

<sup>6)</sup> Nur für Langerzeugnisse (zusätzlich aufgenommen).

Tabelle 118.1 Stahlsorten mit Werten für die Kerbschlagarbeit nach DIN EN 10025-2: Werte für die Bruchdehnung

Stahlsorte		Probenlage <sup>2)</sup>	Mindestbruchdehnung in % <sup>1)</sup>										
Kurzname	WNR		$L_0 = 80 \text{ mm}$ für Nenndicken in mm					$L_0 = 5,65 \text{ mm}$ für Nenndicken in mm					
			$\leq 1$	$> 1$ $\leq 1,5$	$> 1,5$ $\leq 2$	$> 2$ $\leq 2,5$	$> 2,5$ $\leq 3$	$\geq 3$ $= 40$	$> 40$ $\leq 63$	$> 63$ $\leq 100$	$> 100$ $\leq 150$	$> 150$ $\leq 250$	$> 250$ $\leq 400$ nur für J2 und K2
<b>S235JR</b>	1.0038	/	17	18	19	20	21	26	25	24	22	21	–
<b>S235J2</b>	1.0117	t	15	16	17	18	19	24	23	22	22	21	21 (l und t)
<b>S275JR</b>	1.0044	/	14	15	16	17	18	23	21	20	18	17	–
<b>S275J2</b>	1.0145	t	12	13	14	15	16	21	19	18	18	17	18 (l und t)
<b>S355JR</b>	1.0045	/	14	15	16	17	18	22	21	20	18	17	–
<b>S355J2</b>	1.0577	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	17 (l und t)
<b>S355K2</b>	1.0596	t	12	13	14	15	16	20	19	18	18	17	17 (l und t)
<b>S450J0<sup>2)</sup></b>	1.0590	/	–	–	–	–	–	17	17	17	17	–	–

<sup>1)</sup> Die Werte für den Zugversuch gelten für Proben längs zur Walzrichtung (l), für Band, Blech und Breitflachstahl in Breiten  $\geq 600 \text{ mm}$  gilt die Richtung quer zur Walzrichtung (t). Gegenüber der Ausgabe DIN EN 10025:1994 wurden bei Stählen der Gütegruppen J2 und K2 die maximalen Dicken auf 400 mm erhöht. Zugfestigkeitswerte wurden teilweise geändert.

<sup>2)</sup> Nur für Langerzeugnisse.

Tabelle 118.2 Stahlsorten nach DIN EN 10025-2: Werte für die obere Streckgrenze sowie für die Kerbschlagarbeit

Stahlsorte		Mindeststreckgrenze $R_{eH}$ in $\text{N/mm}^2$ , min für Nenndicken in $\text{mm}^1$									Prüf-temperatur in $^{\circ}\text{C}$	KV in J, min. für Nenndicken in $\text{mm}^2$		
Kurzname	WNR	$\leq 16$	$> 16$ $\leq 40$	$> 40$ $\leq 63$	$> 63$ $\leq 80$	$> 80$ $\leq 100$	$> 100$ $\leq 150$	$> 150$ $\leq 200$	$> 200$ $\leq 250$	$> 250$ $\leq 400^3)$		$\leq 150$	$> 150$ $\leq 250$	$> 250$ $\leq 400^3)$
<b>S235JR</b>	1.0038	235	225	215	215	215	195	185	175	–	20	27	27	–
<b>S235J0</b>	1.0114	235	225	215	215	215	195	185	175	–	0	27	27	–
<b>S235J2</b>	1.0117	235	225	215	215	215	195	185	175	165	–20	27	27	27
<b>S275JR</b>	1.0044	275	265	255	245	235	225	215	205	–	0	27	27	–
<b>S275J0</b>	1.0143	275	265	255	245	235	225	215	205	–	0	27	27	–
<b>S275J2</b>	1.0145	275	265	255	245	235	225	215	205	195	–20	27	27	27
<b>S355JR</b>	1.0045	355	345	335	325	315	295	285	275	–	20	27	27	–
<b>S355J0</b>	1.0553	355	345	335	325	315	295	285	275	–	0	27	27	–
<b>S355J2</b>	1.0577	355	345	335	325	315	295	285	275	265	–20	27	27	27
<b>S355K2</b>	1.0596	355	345	335	325	315	295	285	275	265	–20	40 <sup>5)</sup>	33	33
<b>S450J0<sup>4)</sup></b>	1.0590	450	430	410	390	380	380	–	–	–	0	27	–	–

<sup>1)</sup> Die Werte für den Zugversuch gelten für Proben längs zur Walzrichtung (l), für Band, Blech und Breitflachstahl in Breiten  $\geq 600 \text{ mm}$  gilt die Richtung quer zur Walzrichtung (t). Gegenüber der Ausgabe DIN EN 10025:1994 wurden bei Stählen der Gütegruppen J2 und K2 die maximalen Dicken auf 400 mm erhöht. *Anmerkung:*  $1 \text{ N/mm}^2 = 1 \text{ MPa}$ .

<sup>2)</sup> Kerbschlagarbeit KV: Flach- und Langerzeugnisse (Spitzkerb-Längsproben). Für Proben mit geringerer Breite gelten andere Werte s. Norm. Bei Profilen mit einer Nenndicke  $> 100 \text{ mm}$  sind die Werte zu vereinbaren. Die Sorten ohne Werte für die Kerbschlagarbeit (s. Tab. 119.1) kommen für eine CE-Kennzeichnung nicht in Betracht.

<sup>3)</sup> Die Werte gelten für Flacherzeugnisse.

<sup>4)</sup> Nur für Langerzeugnisse.

analyse und der Stückanalyse s. Norm. Die maximal zulässigen Gehalte für Phosphor und Schwefel wurden für alle Stähle für den Stahlbau (S) gegenüber der vorigen Ausgabe der Norm abgesenkt. Die maximalen Massenanteile für Stickstoff wurden für alle Stähle angehoben. Der maximale Kupfergehalt in der Schmelzenanalyse ist für alle Stahlsorten gegenüber DIN EN 10020 auf 0,55% angehoben worden. Jedoch ist zu beachten, dass ein Cu-Gehalt über 0,45% Warmrissigkeit beim Warmumformen verursachen kann. Gütegruppe P%/S%/N%: JR 0,045/0,045/0,009; J0 0,04/0,04/0,009; J2...K2 0,035/0,035/–.

Die Stahlsorten nach dieser Norm haben keine uneingeschränkte Eignung zum Schweißen. Mit zunehmender Erzeugnisdicke und Festigkeit können Kaltrisse auftreten. Kaltrissigkeit wird z. B. von folgenden Einflussgrößen verursacht: Gehalt an diffusiblem Wasserstoff im Schweißgut, sprödes Gefüge in der Wärmeeinflusszone, hohe Zugspannungskonzentration in der Schweißverbindung. Für die Stahlsorten S185, E295, E335 und E360 werden keine Angaben über die Schweißbarkeit gemacht, da für sie keine Anforderungen an die chemische Zusammensetzung besteht. Die Stähle der Gütegruppen JR, J0, J2 und K2 sind im Allgemeinen zum Schweißen nach allen gängigen Verfahren geeignet. Die Schweißbarkeit verbessert sich bei jeder Sorte von der Gütegruppe JR bis zur Gütegruppe K2. Die angegebenen

Tabelle 119.1 Stahlsorten ohne Werte für die Kerbschlagarbeit nach DIN EN 10025-2: Werte für die Zugfestigkeit

Kurznamen <sup>1)</sup>	Stahlsorte Bezeichnung nach			Desoxidationsart <sup>4)</sup>	Mindeststreckgrenze $R_{eH}$ in N/mm <sup>2</sup> für Nenndicken in mm <sup>3)</sup>									Zugfestigkeit $R_m$ in N/mm <sup>2</sup> für Nenndicken in mm <sup>3)</sup>			
	WNR <sup>1)</sup>	EU25 – 72 <sup>2)</sup>	DIN17100 (JAN80) <sup>2)</sup>		≤ 16	> 16 ≤ 40	> 40 ≤ 63	> 63 ≤ 80	> 80 ≤ 100	> 100 ≤ 150	> 150 ≤ 200	> 200 ≤ 250	< 3	≥ 3 ≤ 100	> 100 ≤ 150	> 150 ≤ 250	
					185	175	175	175	175	165	155	145	310/ 540	290/ 510	280/ 500	270/ 490	
<b>S185</b>	1.0035	Fe 310-0	St 33	frei- ge- stellt	185	175	175	175	175	165	155	145	310/ 540	290/ 510	280/ 500	270/ 490	
<b>E295</b>	1.0050	Fe 490-2	St 50-2	FN	295	285	275	265	255	245	235	225	490/ 660	470/ 610	450/ 610	440/ 610	
<b>E335</b>	1.0060	Fe 590-2	St 60-2	FN	335	325	315	305	295	275	265	255	590/ 770	570/ 710	550/ 710	540/ 710	
<b>E360</b>	1.0070	Fe 690-2	St 70-2	FN	360	355	345	335	325	305	295	285	690/ 900	670/ 830	650/ 830	640/ 830	

<sup>1)</sup> Kurzname und Werkstoffnummer nach DIN EN 10027. Die Stahlsorten E295, E335 und E360 werden üblicherweise nicht für U-Stahl, Winkel und Profile verwendet. Aus den Stahlsorten hergestellte Erzeugnisse dürfen nicht mit CE gekennzeichnet werden.

<sup>2)</sup> Vergleichbare frühere Bezeichnungen.

<sup>3)</sup> Die Werte für den Zugversuch gelten für Proben längs zur Walzrichtung (l), für Band, Blech und Breitflachstahl in Breiten ≥ 600 mm gilt die Richtung quer zur Walzrichtung (t). Gegenüber der Ausgabe DIN EN 10025:1994 wurden bei Stählen der Gütegruppen J2 und K2 die maximalen Dicken auf 400 mm erhöht. Zugfestigkeitswerte wurden teilweise geändert. *Anmerkung:* 1 N/mm<sup>2</sup> = 1 MPa.

<sup>4)</sup> FN: Unberuhigter Stahl nicht zulässig. Freigestellt: Nach Wahl des Herstellers (Desoxidationsart).

Höchstwerte für das Kohlenstoffäquivalent (CEV) nach der Schmelzenanalyse gelten grundsätzlich und nicht nur nach Vereinbarung. Das CEV ist ein Kenngröße, welche für unlegierte Stähle Auskunft über die Schweißbarkeit gibt:  $CEV \text{ in } \% = \% C + \% Mn/6 + (\% Cr + \% Mo + \% V)/5 + (\% Ni + \% Cu)/15$ . CEV für Nenndicke ≤ 30 mm: S235 = 0,35%; S275 = 0,40%; S355 = 0,45%; S450 = 0,47%, für höhere Abmessungen, bis ≤ 400 mm, s. Norm.

Für die Eignung zum Feuerverzinken wurden für die Erzeugnisse drei Klassen mit kontrolliertem Si-Gehalt aufgenommen (≤ 0,03%; ≤ 0,35%, 0,14% ≤ Si ≤ 0,25%), näheres s. Norm.

Die in diesem Teil 2 spezifizierten Stähle sind nicht für eine Wärmebehandlung vorgesehen, jedoch ist Spannungsarmglühen zulässig. Erzeugnisse im Lieferzustand +N können nach der Lieferung warm umgeformt und/oder normalglüht werden.

Die bisher üblichen Kennzeichnungen für die Eignung zum Kaltumformen (Q = Abkanten, Z = Blankziehen, K = Walzprofilieren) wurden mit dem gemeinsamen Kennbuchstaben C zusammengefasst. Kaltumformen kann zu einer Verringerung der Zähigkeit führen.

Anhaltangaben zur Umformbarkeit (z. B. Kaltbiegen, Abkanten, Walzprofilieren, Stabziehen), Bearbeitbarkeit und Oberflächenbeschaffenheit sowie Anforderungen an Maße, Grenzabmaße und Formtoleranzen s. Norm.

Tabelle 119.2 Stahlsorten DIN EN 10025-2 und gewährleistete Werte für die Bruchdehnung (ohne Werte für die Kerbschlagarbeit)

Kurznamen	WNR <sup>1)</sup>	Stahlsorte Proben- lage <sup>1)</sup>	Mindestbruchdehnung in %									
			$L_0 = 80 \text{ mm}$ für Nenndicken in mm					$L_0 = \sqrt{5,65}$ mm für Nenndicken in mm				
			≤ 1	> 1 ≤ 1,5	> 1,5 ≤ 2	> 2 ≤ 2,5	> 2,5 ≤ 3	> 3 ≤ 40	> 40 ≤ 63	> 63 ≤ 100	> 100 ≤ 150	> 150 ≤ 250
<b>S185</b>	1.0035	l t	10 8	11 9	12 10	13 11	14 12	18 16	17 15	16 14	15 13	15 13
<b>E295<sup>2)</sup></b>	1.0050	l t	12 10	13 11	14 12	15 13	16 14	20 18	19 17	18 16	16 15	15 14
<b>E335<sup>2)</sup></b>	1.0060	l t	8 6	9 7	10 8	11 9	12 10	16 14	15 13	14 12	12 11	11 10
<b>E360<sup>2)</sup></b>	1.0070	l t	4 3	5 4	6 5	7 6	8 7	11 10	10 9	9 8	8 7	7 6

<sup>1)</sup> Die Werte für den Zugversuch gelten für Proben längs zur Walzrichtung (l), für Band, Blech und Breitflachstahl in Breiten ≥ 600 mm gilt die Richtung quer zur Walzrichtung (t).

<sup>2)</sup> Die Stahlsorten E295, E335 und E360 werden üblicherweise nicht für U-Stahl, Winkel und Profile verwendet. Aus den Stahlsorten hergestellte Erzeugnisse dürfen nicht mit CE gekennzeichnet werden.



### DIN EN 10025-3 Warmgewalzte Erzeugnisse aus Baustählen – Technische Lieferbedingungen für normalgeglühte/normalisierend gewalzte schweißgeeignete Feinkornbaustähle (Feb 2005)

Teil 3 der Norm enthält in Verbindung mit Teil 1 Anforderungen an Lang- und Flacherzeugnisse aus warmgewalzten, schweißgeeigneten Feinkornbaustählen. Gegenüber bisher geltender Festlegungen wurde die maximale Blechdicke für die Stahlsorten S275, S355 und S420 auf 250 mm und für die Stahlsorte S460 auf 200 mm angehoben. Die beiden erstgenannten Stahlsorten sind unlegierte Qualitätsstähle, die beiden anderen legierte Edelmetalle. **Feinkornstähle** sind Stähle mit feinkörnigem Gefüge mit einer Ferritkorngröße von  $\geq 6$  bei der Ermittlung nach EN ISO 643, s. Norm. Die Stähle sind für die Verwendung in hochbeanspruchten geschweißten Baugruppen, z. B. Brücken, Schleusentore, Lagerbehälter und Wassertanks auch bei niedrigen Temperaturen bestimmt.

Die folgenden Angaben enthalten den Kurznamen, die Werkstoffnummer, in Klammern Werte der Zugfestigkeit für die Erzeugnisdicken  $\leq 100$  mm und die Bruchdehnung für die Erzeugnisdicke  $\leq 16$  mm: **S275N** – 1.0490, **S275NL** – 1.0491 (370 bis 510 N/mm<sup>2</sup>; 24%); **S355N** – 1.0545, **S355NL** – 1.0546 (470 bis 630 N/mm<sup>2</sup>; 22%); **S420N** – 1.8902, **S420NL** – 1.8912 (520 bis 680 N/mm<sup>2</sup>; 19%); **S460N** – 1.8901; **S460NL** – 1.8903 (550 bis 720 N/mm<sup>2</sup>; 17%). Die Kennwerte für größere Erzeugnisdicken liegen niedriger, s. Norm. Werte für die Kerbschlagarbeit s. Tab. 121.1

Hinweise zur Schweißseignung und zur Eignung der Werkstoffe zum Feuerverzinken (Schmelztauchverzinken) s. Teil 2 der Norm.

Chemische Zusammensetzung nach der Schmelzenanalyse und der Stückanalyse s. Norm. Die maximal zulässigen Gehalte für Phosphor und Schwefel wurden abgesenkt. Der maximale Kupfergehalt in der Schmelzenanalyse ist für alle Stahlsorten auf 0,55% festgelegt worden. Anhaltsangaben zur Umformbarkeit, Bearbeitbarkeit und Oberflächenbeschaffenheit sowie Anforderungen an Maße, Grenzabmaße und Formtoleranzen s. Norm.

DIN EN 10025-3 ersetzt mit dem Teil 1 der Norm die frühere Europäische Norm DIN EN 10113-2.

Tabelle 120.1 Stahlsorten DIN EN 10025-3 und gewährleistete Werte für die obere Streckgrenze und Höchstwerte für das Kohlenstoffäquivalent nach der Schmelzenanalyse

Stahlsorte <sup>1)</sup>		Mindeststreckgrenze $R_{eH}$ in N/mm <sup>2</sup> für Nenndicken in mm <sup>2)</sup>								Kohlenstoffäquivalent % max. für Nenndicken in mm <sup>3)</sup>		
Kurzname	WNr	$\leq 16$	$> 16$ $\leq 40$	$> 40$ $\leq 63$	$> 63$ $\leq 80$	$> 80$ $\leq 100$	$> 100$ $\leq 150$	$> 150$ $\leq 200$	$> 200$ $\leq 250$	$\leq 63$	$> 63$ $\leq 100$	$> 100$ $\leq 250$
<b>S275N</b>	1.0490	275	265	255	245	235	225	215	205	0,40	0,40	0,42
<b>S275NL</b>	1.0491	275	265	255	245	235	225	215	205			
<b>S355N</b>	1.0545	355	345	335	325	315	295	285	275	0,43	0,45	0,45
<b>S355NL</b>	1.0546	355	345	335	325	315	295	285	275			
<b>S420N</b>	1.8902	420	400	390	370	360	340	330	320	0,48	0,50	0,52
<b>S420NL</b>	1.8912	420	400	390	370	360	340	330	320			
<b>S460N</b>	1.8901	460	440	430	410	410	380	370	–	0,53	0,54	0,55
<b>S460NL</b>	1.8903	460	440	430	410	410	380	370	–			

<sup>1)</sup> Kurzname und Werkstoffnummer nach DIN EN 10027. N: festgelegte Mindestwerte der Kerbschlagarbeit bei Temperaturen bis  $-20$  °C; NL: festgelegte Mindestwerte der Kerbschlagarbeit bei Temperaturen bis  $-50$  °C, Werte s. Tab. 121.1. Mit zus. Anforderungen nach DIN EN 10225 (s. Norm) sind die Sorten S355, S420 und S460 für Offshore-Konstruktionen einsetzbar.

<sup>2)</sup> Die Werte für den Zugversuch gelten für Proben längs zur Walzrichtung (l), für Band, Blech und Breitflachstahl in Breiten  $\geq 600$  mm gilt die Richtung quer zur Walzrichtung (t). Gegenüber der Ausgabe DIN EN 10113-2:1993 wurde der Nenndickenbereich erweitert.

<sup>3)</sup> Die Werte gelten für normalgeglühte Stähle. Die Höchstwerte des Kohlenstoffäquivalentes nach der Schmelzenanalyse (CEV) gelten grundsätzlich und nicht nur nach Vereinbarung. Für Stahlsorten, die zum Feuerverzinken vorgesehen sind, führt die Bestellung nach Klasse 1 ( $Si \leq 0,03\%$ ) zu einer Anhebung des zulässigen CEV um 0,02% und nach Klasse 3 ( $Si \leq 0,25\%$ ) zu einer Anhebung des zulässigen CEV um 0,01%. Formel s. S. 119

### DIN EN 10025-4 Warmgewalzte Erzeugnisse aus Baustählen – Technische Lieferbedingungen für thermomechanisch gewalzte schweißgeeignete Feinkornbaustähle (Apr 2005)

Dieser Teil der Norm enthält in Verbindung mit dem Teil 1 Anforderungen für Flacherzeugnisse in Nenndicken  $\leq 120$  mm und Langerzeugnisse in Nenndicken  $\leq 150$  mm aus schweißgeeigneten Feinkornbaustählen im thermomechanisch gewalzten Zustand (Symbol M). Die in der Norm enthaltenen Stahlsorten S275, S355, S420 und S460 sind legierte Edelmetalle. Begriff **Feinkornstahl** und Anwendungsbeispiele s. Teil 3 der Norm.

Die folgenden Angaben enthalten den Kurznamen, die Werkstoffnummer, in Klammern Werte der Zugfestigkeit für die Erzeugnisdicken  $\leq 40$  mm: **S275M** – 1.8818, **S275ML** – 1.8819 (370 bis 530 N/mm<sup>2</sup>); **S355M** – 1.8823, **S355ML** – 1.8834 (470 bis 630 N/mm<sup>2</sup>); **S420M** – 1.8825, **S420ML** – 1.8836 (520 bis 680 N/mm<sup>2</sup>); **S460M** – 1.8827, **S460ML** – 1.8838 (550 bis 710 N/mm<sup>2</sup>). Die Kennwerte für größere Erzeugnisdicken liegen niedriger, s. Norm. Für alle Stahlsorten wurde die Mindestzugfestigkeit bis Nenndicke 40 mm angehoben.

Tabelle 121.1 Mindestwerte der Kerbschlagarbeit für Stähle nach DIN EN 10025-3 und 10025-4<sup>1)</sup>

DIN EN 10025	Stahlsorte <sup>2)</sup>	Mindestwerte der Kerbschlagarbeit an Spitzkerb-Längsproben in J bei Prüftemperatur in °C							Mindestwerte der Kerbschlagarbeit an Spitzkerb-Querproben in J bei Prüftemperatur in °C						
		+20	0	-10	-20	-30	-40	-50	+20	0	-10	-20	-30	-40	-50
Teil 3	S...N	55	47	43	40	–	–	–	31	27	24	20	–	–	–
Teil 4	S...M														
Teil 3	S...NL	63	55	51	47	40	31	27	40	34	34	27	23	20	16
Teil 4	S...ML														

<sup>1)</sup> Prüfbedingungen s. Norm. Die Werte gelten für normalgeglühte Stähle (Teil 3 der Norm) und für thermomechanisch gewalzte Stähle (Teil 4 der Norm).

<sup>2)</sup> Kurzname nach DIN EN 10027, Werkstoffnummer s. Tab. 120.1 oder Werkstoffverzeichnis. N und M: festgelegte Mindestwerte der Kerbschlagarbeit bei Temperaturen bis –20 °C; NL und ML: festgelegte Mindestwerte der Kerbschlagarbeit bei Temperaturen bis –50 °C.

Chemische Zusammensetzung nach der Schmelzenanalyse und der Stückanalyse s. Norm. Die maximal zulässigen Gehalte für Phosphor und Schwefel wurden abgesenkt. Der maximale Kupfergehalt in der Schmelzenanalyse ist für alle Stahlsorten an die Stahlsorten der Teile 2 und 3 der Norm angepasst worden.

**Thermomechanisches Walzen** (auch: Thermomechanical Control Process TMCP) ist ein Walzverfahren mit einer Endumformung in einem bestimmten Temperaturbereich, das zu einem Werkstoffzustand mit bestimmten Eigenschaften führt, der durch eine Wärmebehandlung allein nicht erreicht wird und nicht wiederholbar ist. Nachträgliches Erwärmen oberhalb 580 °C kann die Festigkeitseigenschaften vermindern. Die Erzeugnisse dürfen nicht warm umgeformt werden. Inhaltsangaben zum Kaltbiegen, Abkanten und Walzprofilieren s. Norm.

Hinweise zur Schweißeignung und zur Eignung der Werkstoffe zum Feuerverzinken s. Teil 2 der Norm. Die Erzeugnisse müssen eine entsprechend dem angewendeten Formgebungsverfahren glatte Oberfläche haben. Oberflächenfehler, die über das für Unvollkommenheiten zulässige Ausmaß hinausgehen, sind mit geeigneten Mitteln zu beseitigen. Die hierdurch gebildeten Vertiefungen müssen ausgeebnet werden. Oberflächenfehler dürfen durch Schweißen und Schleifen gemäß DIN EN 10163 „Lieferbedingungen für die Oberflächenbeschaffenheit von warmgewalzten Stahlerzeugnissen“ ausgebaut werden, wenn mit dem Besteller vereinbart (s. Norm).

DIN EN 10025-4 ersetzt mit dem Teil 1 der Norm die frühere Europäische Norm DIN EN 10113-3.

Tabelle 121.2 Stahlsorten DIN EN 10025-4: Mechanischen Eigenschaften und Höchstwerte für das Kohlenstoffäquivalent

Stahlsorte <sup>1)</sup>		Mindeststreckgrenze $R_{eH}$ in N/mm <sup>2</sup> für Nennicken in mm <sup>2)</sup>						Mindestbruchdehnung %	Kohlenstoffäquivalent % max. für Nennicken in mm <sup>4)</sup>				
Kurzname	WNR	≤ 16	> 16 ≤ 40	> 40 ≤ 63	> 63 ≤ 80	> 80 ≤ 100	> 100 ≤ 120 <sup>3)</sup>		≤ 16	> 16 ≤ 40	> 40 ≤ 63	> 63 ≤ 120	> 120 ≤ 150
<b>S275M</b>	1.8818	275	265	255	245	245	240	24	0,34	0,34	0,35	0,38	0,38
<b>S275ML</b>	1.8819	275	265	255	245	245	240	24					
<b>S355M</b>	1.8823	355	345	335	325	325	320	22	0,39	0,39	0,40	0,45	0,45
<b>S355ML</b>	1.8834	355	345	335	325	325	320	22					
<b>S420M</b>	1.8825	420	400	390	380	370	365	19	0,43	0,45	0,46	0,47	0,47
<b>S420ML</b>	1.8836	420	400	390	380	370	365	19					
<b>S460M</b>	1.8827	460	440	430	410	400	385	17	0,45	0,46	0,47	0,48	0,48
<b>S460ML</b>	1.8838	460	440	430	410	400	385	17					

<sup>1)</sup> Kurzname und Werkstoffnummer nach DIN EN 10027. Gütegruppe M: festgelegte Mindestwerte der Kerbschlagarbeit bei Temperaturen bis –20 °C; Gütegruppe ML: festgelegte Mindestwerte der Kerbschlagarbeit bei Temperaturen bis –50 °C. Kurzname und Werkstoffnummer sind gegenüber der früheren Norm DIN EN 10113-3 unverändert.

<sup>2)</sup> Die Werte für den Zugversuch gelten für Proben längs zur Walzrichtung (l), für Band, Blech und Breitflachstahl in Breiten ≥ 600 mm gilt die Richtung quer zur Walzrichtung (t). Gegenüber der Ausgabe DIN EN 10113-3:1993 wurde der Nennickenbereich für Flacherzeugnisse von 63 mm auf 120 mm erweitert. Mindestbruchdehnung:  $L_0 = 5,65 \sqrt{S_0}$ .

<sup>3)</sup> Bei Langerzeugnissen gelten die Werte für Dicken ≤ 150 mm.

<sup>4)</sup> Die Werte gelten für thermomechanisch gewalzte Stähle. Die Höchstwerte des Kohlenstoffäquivalentes nach der Schmelzenanalyse (CEV) gelten grundsätzlich und nicht nur nach Vereinbarung. Für Stahlsorten, die zum Feuerverzinken vorgesehen sind, führt die Bestellung nach Klasse 1 (Si ≤ 0,03%) zu einer Anhebung des zulässigen CEV um 0,02% und nach Klasse 3 (Si ≤ 0,25%) zu einer Anhebung des zulässigen CEV um 0,01%.

## DIN EN 10025-5 Warmgewalzte Erzeugnisse aus Baustählen – Technische Lieferbedingungen für wetterfeste Baustähle – Technische Lieferbedingungen (Feb 2005)

Die korrosionshemmende Wirkung der wetterfesten Stähle (engl. auch „Weathering Steels“) ist auf eine besonders dichte, daher selbstschützende Oxidschicht zurückzuführen. Wetterfeste Stähle sind aber keine nichtrostenden Stähle. Der Widerstand gegenüber atmosphärischer Korrosion hängt von den Witterungsbedingungen mit der Aufeinanderfolge von trockenen und nassen Zeiten ab, unter denen sich die schützende Oxidschicht auf dem Grundwerkstoff bilden kann.

DIN EN 10025-5 enthält folgende Stahlsorten (in Klammern WNr.): **S235J0W** (1.8958); **S235J2W** (1.8961); **S355J0WP** (1.8945); **S355J2WP** (1.8946); **S355J0W** (1.8959); **S355J2W** (1.8965); **S355K2W** (1.8967). Chemische Zusammensetzung der wetterfesten Stähle (C, Si, Mn, P, S, N, Cr und Cu) sowie mechanische Eigenschaften von Flach- und Langerzeugnissen s. Norm. Alle Stahlsorten sind legierte Edelmehle, die in den Gütegruppen J0, J2 und K2 lieferbar sind. Die Gütegruppen unterscheiden sich in den Werten, die für die Kerbschlagarbeit festgelegt sind. Die Sorte S355 ist in die Klassen W und WP unterteilt. Die Klasse WP ist durch geringere Werte für den Kohlenstoffgehalt und eine festgelegte Spanne für den Phosphorgehalt gekennzeichnet. Beim Schweißen wetterfester Stähle, insbesondere der Sorten S355J0WP und S355J2WP mit einem Phosphorgehalt von 0,06% bis 0,15% sollten besondere Vorsichtsmaßnahmen getroffen werden. Weitere Hinweise zur Verarbeitung durch Schweißen, Nieten und Schrauben s. Norm.

Der Lieferzustand der Erzeugnisse bleibt, sofern bei der Bestellung nicht anders vereinbart, dem Hersteller überlassen. Sollen die Erzeugnisse im normalgeglühten/normalisierend gewalzten Zustand geliefert werden, ist die Stahlbezeichnung durch das Zusatzsymbol +N zu ergänzen. Bestellbar ist auch der Lieferzustand „wie gewalzt“ mit dem Zusatzsymbol +AR („as rolled“).

Neundickenbereich für Flacherzeugnisse: für die Sorten 1.8945 und 1.8946 = 12 mm, für die Sorten 1.8958, 1.8961, 1.8959, 1.8965, 1.8967 = 150 mm. Nenndicke oder -durchmesser für Langerzeugnisse: Profile = 40 mm (für alle Sorten), Stäbe = 150 mm und Walzdraht = 60 mm für die Sorten 1.8958, 1.8961, 1.8959, 1.8965, 1.8967.

Maßnormen: DIN EN 10029 für Blech, DIN EN 10051 für Band. DIN EN 10025-5 ersetzt DIN EN 10155.

Tabelle 122.1 Biegehalbmesser beim Abkanten von Flacherzeugnissen nach DIN EN 10025-5

Stahlsorte <sup>1)</sup>	Richtung <sup>2)</sup>	Empfohlener kleinster innerer Biegehalbmesser für Nenndicken mm <sup>3)</sup>												
		>1,5 ≤2,5	>2,5 ≤3	>3 ≤4	>4 ≤5	>5 ≤6	>6 ≤7	>7 ≤8	>8 ≤10	>10 ≤12	>12 ≤14	>14 ≤16	>16 ≤18	>18 ≤20
<b>S235J0W</b> <b>S235J2W</b>	<i>t</i> <i>l</i>	2,5 2,5	3 3	5 6	6 8	8 10	10 12	12 16	16 20	20 25	25 28	28 32	36 40	45 50
<b>S355J0WP</b> <b>S355J2WP</b>	<i>t</i> <i>l</i>	4 4	5 5	6 8	8 10	10 12	12 16	16 20	– –	– –	– –	– –	– –	– –
<b>S355J0W</b> <b>S355J2W</b> <b>S355K2W</b>	<i>t</i> <i>l</i>	4 4	5 5	6 8	8 10	10 12	12 16	16 20	20 25	25 32	32 36	36 40	45 50	50 63

<sup>1)</sup> Kurzname nach DIN EN 10027.

<sup>2)</sup> Richtung der Biegekante: *t* = quer zur Walzrichtung, *l* = parallel zur Walzrichtung.

<sup>3)</sup> Die Werte gelten für Biegewinkel ≤90°.

## DIN EN 10025-6 Warmgewalzte Erzeugnisse aus Baustählen – Technische Lieferbedingungen für Flacherzeugnisse aus Stählen mit höherer Streckgrenze im vergüteten Zustand (Feb 2005)

Der Teil 6 der Norm enthält in Verbindung mit dem Teil 1 Anforderungen für Flacherzeugnisse in Nenndicken von 3 mm bis 150 mm bei den Sorten S460, S500, S550, S620, S690, maximal 100 mm bei der Sorte S890 und maximal 50 mm bei der Sorte S960 mm. Die in der Norm enthaltenen Stahlsorten sind legierte Edelmehle, sie müssen vollberuhigt sein (FF), feinkörnig sein und ausreichende Gehalte an Stickstoff abbindende Elemente haben.

Folgende Sorten sind genormt, Kurzname – Werkstoffnummer: **S460Q** – 1.8906, **S460QL** – 1.8906, **S460QL1** – 1.8916; **S500Q** – 1.8924, **S500QL** – 1.8909, **S500QL1** – 1.8984; **S550Q** – 1.8904, **S550QL** – 1.8926, **S550QL1** – 1.8986; **S620Q** – 1.8914; **S620QL** – 1.8927; **S620QL1** – 1.8987; **S690Q** – 1.8931, **S690QL** – 1.8928, **S690QL1** – 1.8988; **S890Q** – 1.8940, **S890QL** – 1.8983, **S890QL1** – 1.8925; **S960Q** – 1.8941, **S960QL** – 1.8933. Das Symbol Q kennzeichnet den Lieferzustand vergütet, L und L1 sind Gütegruppen.

Warmumformen ist nur bis zur Spannungsarmglühtemperatur zulässig (Empfehlung des Herstellers einholen). Kaltumformen führt zu einer Verringerung der Zähigkeit. Inhaltsangaben zum Kaltbiegen und Abkanten s. Norm. Hinweise zur Schweißseignung und zur Eignung der Werkstoffe zum Feuerverzinken s. Teil 2 der Norm.

Die Erzeugnisse müssen eine entsprechend dem angewendeten Formgebungsverfahren glatte Oberfläche haben. Oberflächenfehler, die über das für Unvollkommenheiten zulässige Ausmaß hinausgehen, sind mit geeigneten Mitteln zu beseitigen. Die hierdurch gebildeten Vertiefungen müssen ausgeebnet werden. Oberflächenfehler dürfen durch Schweißen und Schleifen gemäß DIN EN 10163 ausgebessert werden, wenn mit dem Besteller vereinbart.

Die Inhaltsangaben zur chemischen Zusammensetzung nach der Schmelzenanalyse gelten für alle Sorten (Maximalwerte): C = 0,20%; Si = 0,80%; Mn = 1,70%; P = 0,020 (für Gütegruppen L und L1); S = 0,010 (für Gütegruppen L und

L1), N = 0,015%; B = 0,0050%; Cr = 1,50%; Cu = 0,50%; Mo = 0,70%; Nb = 0,06%; Ni = 2,0%; Ti = 0,05%; V = 0,12%; Zr = 0,15%. Mindestens eines der kornfeinenden Elemente Ti, V, Zr, zu denen auch Al gehört, muss mit einem Mindestanteil von 0,015% vorhanden sein. Anhaltsangaben zur chemischen Zusammensetzung nach der Stückanalyse, d. h. Prüfung am fertigen Produkt s. Norm. Maßnormen, z. B. DIN EN 10029 und DIN EN 10051.

DIN EN 10025-6 ersetzt mit dem Teil 2 der Norm die frühere Europäische Norm DIN EN 10137-2.

Tabelle 123.1 Stahlsorten DIN EN 10025-6: Mechanische Eigenschaften der vergüteten Stähle und Kohlenstoffäquivalent

Stahlsorte Kurzname <sup>1)</sup>	Mechanische Eigenschaften für Nenndicken in mm <sup>2)</sup>						CEV% für Nenndicken in mm <sup>3)</sup> (max.)			
	$R_{eH}$ in N/mm <sup>2</sup>			$R_m$ in N/mm <sup>2</sup>			A %	≤ 50	> 50 ≤ 100	> 100 ≤ 150
	≥ 3 ≤ 50	> 50 ≤ 100	> 100 ≤ 150	≥ 3 ≤ 50	> 50 ≤ 100	> 100 ≤ 150				
<b>S460Q, QL, QL1</b>	460	440	400	550/720			17	0,47	0,48	0,50
<b>S500Q, QL, QL1</b>	500	480	440	590/770			17	0,47	0,70	0,70
<b>S550Q, QL, QL1</b>	550	530	490	640/820			16	0,65	0,77	0,83
<b>S620Q, QL, QL1</b>	620	580	560	700/890			15	0,65	0,77	0,83
<b>S690Q, QL, QL1</b>	690	650	630	770/940	760/930	710/900	14	0,65	0,77	0,83
<b>S890Q, QL, QL1</b>	890	830	–	940/1100	880/1100	–	11	0,72	0,82	–
<b>S960Q, QL</b>	960	–	–	980/1150	–	–	10	0,82	–	–

<sup>1)</sup> Kurzname und Werkstoffnummer nach DIN EN 10027. Für die Stahlsorten sind drei Gütegruppen festgelegt: z. B. S460Q, S460QL, S460QL1.

<sup>2)</sup> Die Werte für den Zugversuch gelten bei Raumtemperatur, Prüfbedingungen s. Norm.  $R_{eH}$  = Mindeststreckgrenze,  $R_m$  = Zugfestigkeit, A = Mindestbruchdehnung:  $L_0 = 5,65 \sqrt{S_0}$ .

<sup>3)</sup> Die Werte gelten nach der Schmelzenanalyse für vergütete Stähle. Die Höchstwerte des Kohlenstoffäquivalentes (CEV) gelten grundsätzlich und nicht nur nach Vereinbarung. Für Stahlsorten, die zum Feuerverzinken vorgesehen sind, führt die Bestellung nach Klasse 1 ( $Si \leq 0,03\%$ ) zu einer Anhebung des zulässigen CEV um 0,02% und nach Klasse 3 ( $Si \leq 0,25\%$ ) zu einer Anhebung des zulässigen CEV um 0,01%.

Tabelle 123.2 Mindestwerte der Kerbschlagarbeit für Stähle nach DIN EN 10025-6<sup>1)</sup>

Stahlsorte <sup>2)</sup>	Mindestwerte der Kerbschlagarbeit an Spitzkerb-Längsproben für vergütete Stähle in J bei Prüftemperatur in °C				Mindestwerte der Kerbschlagarbeit an Spitzkerb-Querproben für vergütete Stähle <sup>3)</sup> in J bei Prüftemperatur in °C			
	0	–20	–40	–60	0	–20	–40	–60
S...Q	40	30	–	–	30	27	–	–
S...QL	50	40	30	–	35	30	27	–
S...QL1	60	50	40	30	40	35	30	27

<sup>1)</sup> Prüfbedingungen s. Norm.

<sup>2)</sup> Kurzname nach DIN EN 10027, Werkstoffnummer oder Werkstoffverzeichnis. Q (kein weiteres Symbol): festgelegte Mindestwerte der Kerbschlagarbeit bei Temperaturen bis –20 °C; QL: festgelegte Mindestwerte der Kerbschlagarbeit bei Temperaturen bis –40 °C, QL1: festgelegte Mindestwerte der Kerbschlagarbeit bei Temperaturen bis –60 °C.

<sup>3)</sup> Mindestwerte, wenn der Kerbschlagbiegeversuch an Querproben zum Zeitpunkt der Bestellung vereinbart wurde.

### DIN EN 10149-2 Warmgewalzte Flacherzeugnisse aus Stählen mit hoher Streckgrenze zum Kaltumformen – Lieferbedingungen für thermomechanisch gewalzte Stähle (Nov 1995)

### DIN EN 10149-3 – Lieferbedingungen für normalgeglühte, normalisierend gewalzte Stähle (Nov 1995)

Allgemeine Lieferbedingungen und Grenzabmaße sind in DIN EN 10149-1 festgelegt; s. Norm. Technische Anforderungen, die über den Inhalt der Tab. 124.1 hinausgehen, s. Norm.

Tabelle 124.1 Eigenschaften der Stähle nach DIN EN 10149

Stahlsorte		Mechanische Eigenschaften <sup>1)</sup>				Chemische Zusammensetzung (Schmelzanalyse) Massenanteile in %, max.					
Kurzname	WNr.	$R_{eH}$ min.	$R_m$	A <3 mm	A ≥3 mm	C	Mn	Al	Nb	V	Ti
DIN EN 10149-2: thermomechanisch gewalzte Stähle <sup>2)</sup>											
<b>S315MC</b>	1.0972	315 <sup>3)</sup>	390/510	20	24	0,12	1,30	≥0,015	0,09	0,20	0,15
<b>S355MC</b>	1.0976	355 <sup>3)</sup>	430/550	19	23	0,12	1,50		0,09	0,20	0,15
<b>S420MC</b>	1.0980	420 <sup>3)</sup>	480/620	16	19	0,12	1,60		0,09	0,20	0,15
<b>S460MC</b>	1.0982	460 <sup>3)</sup>	520/670	14	17	0,12	1,60		0,09	0,20	0,15
<b>S500MC</b>	1.0984	500 <sup>4)</sup>	550/700	12	14	0,12	1,70		0,09	0,20	0,15
<b>S550MC</b>	1.0986	550 <sup>4)</sup>	600/760	12	14	0,12	1,80		0,09	0,20	0,15
<b>S600MC<sup>5)</sup></b>	1.8969	600 <sup>4)</sup>	650/820	11	13	0,12	1,90		0,09	0,20	0,22
<b>S650MC<sup>5)</sup></b>	1.8976	650 <sup>4)</sup>	700/880	10	12	0,12	2,00		0,09	0,20	0,22
<b>S700MC<sup>5)</sup></b>	1.8974	700 <sup>4)</sup>	750/950	10	12	0,12	2,10		0,09	0,20	0,22
DIN EN 10149-3: normalgeglüht/normalisierend gewalzte Stähle (legierte Qualitätsstähle)											
<b>S260NC</b>	1.0971	260 <sup>3)</sup>	370/490	24	30	0,16	1,20	≥0,015	0,09	0,10	0,15
<b>S315NC</b>	1.0973	315 <sup>3)</sup>	430/550	22	27	0,16	1,40		0,09	0,10	0,15
<b>S355NC</b>	1.0977	355 <sup>3)</sup>	470/610	20	25	0,18	1,60		0,09	0,10	0,15
<b>S420NC</b>	1.0981	420 <sup>3)</sup>	530/670	18	23	0,20	1,60		0,09	0,10	0,15

<sup>1)</sup>  $R_{eH}$  = Obere Streckgrenze in N/mm<sup>2</sup>,  $R_m$  = Zugfestigkeit in N/mm<sup>2</sup>, A = Bruchdehnung in % min. (<3 mm:  $L_0 = 80$  mm; ≥3 mm:  $L_0 = 5,65 \sqrt{S_0}$ ).

<sup>2)</sup> Die Sorten S650MC und S700MC sind legierte Edelstähle, alle anderen Sorten sind legierte Qualitätsstähle nach DIN EN 10020.

<sup>3)</sup> Warmgewalzte Flacherzeugnisse in Nenndicken von 1,5 mm bis 20 mm. Definition s. Teil 1 der Norm oder DIN EN 10025-4.

<sup>4)</sup> Warmgewalzte Flacherzeugnisse in Nenndicken von 1,5 mm bis 16 mm.

<sup>5)</sup> Chemische Zusammensetzung, max.: Mo = 0,50%; B = 0,005%.

### DIN EN 10210-1 Warmgefertigte Hohlprofile für den Stahlbau aus unlegierten Baustählen und aus Feinkornbaustählen – Technische Lieferbedingungen (Sep 1994)

Hohlprofile können kreisförmigen, quadratischen oder rechteckigen Querschnitt haben. Unlegierte Baustähle, Kurzname und Werkstoffnummer in ( ): **S235JRH** (1.0039), **S275JOH** (1.0149), **S275J2H** (1.0138), **S355JOH** (1.0547), **S355J2H** (1.0575). Streckgrenze für Nenndicke ≤ 16 mm bis ≤ 40 mm und Zugfestigkeit für Nenndicke <3 mm und ≥3 mm bis = 63 mm s. DIN EN 10025-2. Feinkornbaustähle Kurzname und Werkstoffnummer in ( ): **S275NH** (1.0493), **S275NLH** (1.0497), **S355NH** (1.0539), **S355NLH** (1.0549), **S460NH** (1.8953), **S460NLH** (1.8956). Streckgrenze für Nenndicke ≤ 16 mm bis ≤ 40 mm und Zugfestigkeit für Nenndicke ≤ 65 mm s. DIN EN 10025-3. Werte für höhere Abmessungen, Bruchdehnung und Kerbschlagarbeit s. Norm. Maße, Grenzabmaße und statische Werte s. Teil 2 der Norm, s. Norm.

**Bezeichnungsbeispiel: EN 10210 – S275JOH** (Kennbuchstabe H für Hohlprofil, s. DIN EN 10027-1).

#### 8.1.2.1.2 Stähle für Druckbehälter

Die Europäische Norm DIN EN 10028 besteht unter dem Haupttitel „Flacherzeugnisse aus Druckbehälterstählen“ aus sieben Teilen, in denen die Stahlsorten zur Herstellung von Druckbehältern behandelt werden. Bei der Verwendung der Flacherzeugnisse im Druckbehälterbau stehen häufig sicherheitstechnische Aspekte im Vordergrund. So wird in allen Teilen der DIN EN 10028 in einem Anhang auf Sicherheitsbestimmungen gemäß der Druckgeräterichtlinie 97/23/EG hingewiesen. Flacherzeugnisse für Druckbehälter aus nichtrostenden Stählen sind im Teil 7 der DIN EN 10028 genormt, s. Norm. Diese Werkstoffe werden auch für gewellte Metallschlauchleitungen für Druckanwendungen nach DIN EN 14585-1 (s. Norm) verwendet, z. B. die Werkstoffe mit Nummer 1.4306, 1.4435, 1.4401, 1.4404, 1.4541 und 1.4571. Grenzabmaße und Formtoleranzen dafür s. DIN EN 10029. Stahlguss für Druckbehälter s. DIN EN 10213, nahtlose und geschweißte Rohre für Druckbeanspruchungen s. DIN EN 10216 und DIN EN 10217, nichtrostende Stäbe für Druckbehälter s. DIN EN 10272. Stahlblech und -band für geschweißte Stahlflaschen s. DIN EN 10120, warmgewalzte schweißgeeignete Stäbe aus Stahl für Druckbehälter mit festgelegten Eigenschaften bei erhöhten Temperaturen s. DIN EN 10273, s. jeweils Norm.



Tabelle 125.1 Aufbau des Bezeichnungssystems nach DIN EN 10027-1 für Druckbehälterstähle

Aufbau	Hauptsymbole					Zusatzsymbol für Stähle	Zusatzsymbol für Stahlerzeugnisse
	a	a	n	n	n	an...	+ an + an ...
	1	2	3	4	5	6	7
Beispiele	-	P	3	5	5	NH	-
	G	P	2	4	0	GH	-

a = Buchstabe, n = Ziffer, an = alphanumerisch

Pos. 1 G = Stahlguss, wenn erforderlich

Pos. 2 Hauptsymbol nach Tab. 111.1 (P für Druckbehälterstähle, „pressure pipe“).

Pos. 3 bis 5 Mindeststreckgrenze in N/mm<sup>2</sup> für den kleinsten Dickenbereich

Pos. 6 Gruppe 1: Zusatzsymbole nach Tab. 112.3 (N = normalgeglüht, normalisierend gewalzt). Gruppe 2: Zusatzsymbole nach Tab. 112.2 (H = Hochtemperatur)

Pos. 7 Zusatzsymbole für Stahlerzeugnisse nach Tab. 112.4, Tab. 113.1 und Tab. 113.2

### DIN EN 10028-1 Flacherzeugnisse aus Druckbehälterstählen – Allgemeine Anforderungen (Sep 2003)

Es werden die allgemeinen technischen Lieferbedingungen für die vornehmlich im Druckbehälterbau verwendeten Flacherzeugnisse geregelt. Für die Anwendung dieser Norm gelten überwiegend die Begriffe der Europäischen Normen DIN EN 10020, DIN EN 10079 und DIN EN 10052. Die Stähle sind mit Kurznamen und Werkstoffnummern nach DIN EN 10027 bezeichnet. Wird bei der Bestellung von den entsprechenden Optionen kein Gebrauch gemacht, gelten die Grundfestlegungen: Bestellmenge; Art des Flacherzeugnisses; Norm für Grenzabmaße; Formtoleranzen und Grenzabweichungen der Masse, Nennmaße des Erzeugnisses; Nummer dieser Europäischen Norm; Werkstoffbezeichnung; Lieferzustand; auszustellende Prüfbescheinigung. In der Norm sind für Erzeugnisse nach DIN EN 10028-2 bis DIN EN 10025-7 eine Reihe von Optionen zur Bestellangabe festgelegt, zusätzliche Optionen s. jeweiligen Teil der Norm: a) Abweichende Toleranzklasse; b) Festlegung des Stahlherstellungsverfahrens; c) Mechanische Eigenschaften nach einer zusätzlichen Wärmebehandlung; d) Festlegung besonderer Klassen für die Brucheinschnürung; e) Zusätzliche Prüfungen; f) Abweichender Prüfumfang; g) Abweichender Lieferzustand; h) Verwendung von Längsproben für den Kerbschlagbiegeversuch; i) Festlegung eines Analyseverfahrens; j) Prüftemperatur des Zugversuchs bei erhöhten Temperaturen; k) Abweichende Prüftemperatur für den Kerbschlagbiegeversuch; l) Kennzeichnungsverfahren; m) Besondere Kennzeichnung; n) Bei der Kennzeichnung zu berücksichtigende Angaben.

Zulässige Maß- und Formabweichungen s. DIN EN 10048 und DIN EN 10051. Für Erzeugnisse ist die Übereinstimmung mit den Anforderungen durch spezifische Prüfungen nachzuweisen, d. h. bei einer Bestellung muss angegeben werden welche Art der Prüfbescheinigung nach DIN EN 10204 zu liefern ist.

Die Stähle müssen mit Ausnahme der nichtrostenden Stähle vollberuhigt sein (Desoxidationsart FF). Für Bleche gelten die Anforderungen an die Oberflächengüte nach DIN EN 10163-2: Güteklasse B2 für die Teile 2 bis 6 der Norm, Güteklasse B3 für Teil 7.

### DIN EN 10028-2 Flacherzeugnisse aus Druckbehälterstählen – Unlegiert und legiert Stähle mit festgelegten Eigenschaften bei erhöhten Temperaturen (Mai 2006)

DIN EN 10028-2 enthält die Anforderungen an Flacherzeugnisse für Druckbehälter aus schweißgeeigneten unlegierten und legierten Stählen. Unlegierte Qualitätsstähle sind die Sorten **P235GH**, **P265GH**, **P295GH** und **P355GH**, üblicher Lieferzustand Normalgeglüht (+N). Alle anderen Sorten sind legierte Edelmetalle: 16Mo3 (15 Mo 3); 13CrMo4-5 (13 CrMo 44), 10CrMo9-10 (10 CrMo 9 10); 18MnMo4-5; 20MnMoNi4-5; 15NiCuMoNb5-6-4; 13CrMoSi5-5; X12CrMo5; 13CrMoV9-10; 12CrMoV12-10 und X10CrMoVNb9-1 genormt. In ( ) stehen vergleichbare Stahlsorten der früher geltenden Norm DIN 17155. Die Stahlsorte 12CrMo9-10 ersetzt die bisher genormte Stahlsorte 11CrMo9-10, Näheres s. Norm. Die maximal zulässigen Gehalte für Phosphor und Schwefel wurden gegenüber der vorherigen Ausgabe der Norm abgesenkt. Anhaltsangaben für das Normalglühen der in Tab. 125.1 aufgeführten Stahlsorten: 890 °C bis 950 °C, Wärmebehandlungstemperaturen weiterer Stähle s. Norm. Ein Höchstwert für das Kohlenstoffäquivalent für die Stähle P...GH kann vereinbart werden, Formel s. DIN EN 10025.

Tabelle 125.2 0,2%-Dehngrenze bei erhöhten Temperaturen für unlegierte Stähle nach DIN EN 10028-2

Stahlsorte <sup>1)</sup> Kurzname WNR	Erzeugnisdicke t <sup>2)</sup> mm		Mindest – 0,2%-Dehngrenze R <sub>p0,2</sub> in N/mm <sup>2 3)</sup> bei einer Temperatur von °C von							
	über	bis	50	100	150	200	250	300	350	400
<b>P235GH</b> 1.0345	–	16	227	214	198	182	167	153	142	133
	16	40	218	205	190	174	160	147	136	128
(H I)	40	60	193	196	181	167	153	140	130	122
	60	100	179	182	169	155	142	130	121	114
	100	150	164	168	156	143	131	121	112	105
	150	250	256	155	143	132	121	11	103	97

Fortsetzung s. nächste Seite

Tabelle 125.2 Fortsetzung

Stahlsorte <sup>1)</sup> Kurzname WNr	Erzeugnisdicke $t^2)$ mm		Mindest – 0,2%-Dehngrenze $R_{p0,2}$ in N/mm <sup>2,3)</sup> bei einer Temperatur von °C von							
	über	bis	50	100	150	200	250	300	350	400
<b>P265GH</b> 1.0425 (H II)	–	16	256	241	223	205	188	173	160	150
	16	40	247	232	215	197	181	166	154	145
	40	60	237	223	206	190	174	160	148	139
	60	100	208	196	181	167	153	140	130	122
	100	150	193	182	169	155	142	130	121	114
	150	250	179	168	156	143	131	121	112	105
<b>P295GH</b> 1.0481 (17 Mn 4)	–	16	285	268	249	228	209	192	178	167
	16	40	280	264	244	225	206	189	175	165
	40	60	276	259	240	221	202	186	172	162
	60	100	251	237	219	201	184	170	157	148
	100	150	227	214	198	182	167	153	142	133
	150	250	213	200	185	170	156	144	133	125
<b>P355GH</b> 1.0473 (19 Mn 6)	–	16	343	323	299	275	252	232	214	202
	16	40	334	314	291	267	245	225	208	196
	40	60	324	305	282	259	238	219	202	190
	60	100	305	287	265	244	224	206	190	179
	100	150	285	268	249	228	209	192	178	167
	150	250	271	255	236	217	199	183	169	159

<sup>1)</sup> Kurzname und Werkstoffnummer nach DIN EN 10027. In ( ) stehen vergleichbare Stahlsorten der früher geltenden Norm DIN 17155 (früher: Kesselblech). Anhaltsangaben für legierte Edelmehle s. Norm.

<sup>2)</sup> Gegenüber der Ausgabe DIN EN 10028-2:1993 ist die maximale Blechdicke von 150 mm auf 250 mm angehoben worden. Ausnahme 15NiCuMoNb5-6-4:  $t \leq 200$ .

<sup>3)</sup> Feststellung der neuen 0,2%-Dehngrenzwerte bei erhöhten Temperaturen nach DIN EN 10314.

Tabelle 126.1 Mechanische Eigenschaften der unlegierten Qualitätsstähle DIN EN 10028-2

Stahlsorte <sup>1,2)</sup> Kurzname WNr	Erzeugnisdicke $t^3)$ mm		Zugversuch bei Raumtemperatur <sup>4)</sup>			Kerbschlagarbeit KV in J <sup>4,5)</sup> bei einer Temperatur °C		
	über	bis	$R_{eH}$ N/mm <sup>2</sup> min.	$R_m$ N/mm <sup>2</sup>	A % min.	-20	0	+20
<b>P235GH</b> 1.0345 (H I)	–	16	235	360 bis 480	24	27	34	40
	16	40	225					
	40	60	215					
	60	100	200					
	100	150	185					
	150	250	170					
<b>P265GH</b> 1.0425 (H II)	–	16	265	410 bis 530	22	27	34	40
	16	40	255					
	40	60	245					
	60	100	215					
	100	150	200					
	150	250	185					
<b>P295GH</b> 1.0481 (17 Mn 4)	–	16	295	460 bis 580	221	27	34	40
	16	40	290					
	40	60	285					
	60	100	260					
	100	150	235					
	150	250	220					
<b>P355GH</b> 1.0473 (19 Mn 6)	–	16	355	510 bis 650	20	27	34	40
	16	40	345					
	40	60	335					
	60	100	315					
	100	150	295					
	150	250	280					

<sup>1)</sup> Kurzname und Werkstoffnummer nach DIN EN 10027. In ( ) stehen vergleichbare Stahlsorten der früher geltenden Norm DIN 17155 (früher: Kesselblech). Anhaltsangaben für legierte Edelmehle s. Norm.

<sup>2)</sup> Üblicher Lieferzustand: normalgeglüht (+N). Anmerkungen zu Ersatzverfahren s. Norm.

<sup>3)</sup> Für Erzeugnisdicken > 250 mm können Werte vereinbart werden.

<sup>4)</sup> Mechanische Eigenschaften anwendbar quer zur Walzrichtung.  $R_{eH}$  = Streckgrenze,  $R_m$  = Zugfestigkeit, A = Bruchdehnung.

<sup>5)</sup> Gegenüber dem Vorgänger der Norm wurde die Prüftemperatur beim Kerbschlagbiegeversuch von 0 auf –20 °C abgesenkt.

Anhaltsangaben zur chemischen Zusammensetzung (Schmelzenanalyse), und Langzeitwarmfestigkeit s. Norm. CrMo – Stähle können dazu neigen, im Einsatz bei Temperaturen zwischen 400 °C und 500 °C spröde zu werden. Zur Prüfung der Versprödung wird in der Norm ein Stufenglügen empfohlen. Näheres zur Bewertung der Sprödbbruchneigung s. Norm. Eine Prüfung zur Bewertung der Beständigkeit gegen wasserstoffinduzierte Rissbildung (hydrogen induced cracking: HIC – Test) kann vereinbart werden. Berichtigung 1 zu DIN EN 10028-2 beachten.

### DIN EN 10028-3 Flacherzeugnisse aus Druckbehälterstählen – Schweißgeeignete Feinkornbaustähle, normalgeglüht (Sep 2003)

Im Teil 3 der Norm sind Feinkornstähle aufgenommen, die in Form von Flacherzeugnissen zur Verwendung im Druckbehälterbau zum Einsatz kommen. Üblicher Lieferzustand: normalgeglüht (+N). In der Norm werden Stahlsorten in vier Gütereihen eingeteilt: a) Die Reihe für den Einsatz bei Raumtemperatur (P...N), b) die warmfeste Reihe (PNH) mit Mindestwerten für die 0,2%-Dehngrenze bei erhöhten Temperaturen, s. Norm, c) die kaltzähe Reihe (PN...L1), d) die kaltzähe Sonderreihe (PN...L2).

Kohlenstoffäquivalent (CEV) für  $t \leq 60$  mm: P275 = 0,40%; P355 = 0,43%; P460 = 0,53%, Werte für höhere Abmessungen und Anhaltswerte für die chemische Zusammensetzung (Schmelzenanalyse) s. Norm. Die maximal zulässigen Gehalte für Phosphor und Schwefel wurden gegenüber der vorherigen Ausgabe der Norm abgesenkt. Eine Prüfung zur Bewertung der Beständigkeit gegen wasserstoffinduzierte Rissbildung kann vereinbart werden (HIC-Test).

Tabelle 127.1 Mindestwerte der Kerbschlagarbeit für Stähle nach DIN EN 10028-3 im normalgeglühten Zustand<sup>1)</sup>

Stahlsorte <sup>2)</sup>	Probenlage <sup>3)</sup>	Mindestwert der Kerbschlagarbeit KV in J min. bei einer Prüftemperatur in °C <sup>4)</sup>				
		-50	-40	-20	0	+20
P355N, P355NH	längs	–	–	45	65	75
	quer	–	–	30	40	50
4)	längs	–	–	(40)	(47)	(55)
	quer	–	–	(20)	(27)	(31)
P...NL1	längs	30	40	50	70	80
	quer	–	27	35	50	60
4)	längs	(27)	(34)	(47)	(55)	(63)
	quer	(16)	(20)	(27)	(34)	(40)
P...NL2	längs	42	45	55	75	85
	quer	27	30	40	60	70
4)	längs	(30)	(40)	(65)	(90)	(100)
	quer	(27)	(30)	(40)	(60)	(70)

<sup>1)</sup> Das Normalglühen darf bei den Stählen P275NH, P275NL1, P275NL2, P355NH, P355NL1 und P355NL2 durch normalisierendes Walzen ersetzt werden, s. Teil 1 der Norm.

<sup>2)</sup> Kurzname und Werkstoffnummer nach DIN EN 10027. N = normalgeglüht, H = Hochtemperatur, L = Tieftemperatur.

<sup>3)</sup> Erzeugnisdicke 5 mm bis 250 mm. Für die Stahlsorten P460NH, P460NL1 und P460NL2 bis 100 mm Erzeugnisdicke. Die Werte für Längsproben gelten für Erzeugnisdicken bis 40 mm.

<sup>4)</sup> Änderung der Anforderungen an die Kerbschlagarbeit. In ( ) die Werte der ersetzten Ausgabe DIN EN 10028-2:1993 informativ.

Tabelle 127.2 Mechanische Eigenschaften für Stähle nach DIN EN 10028-3

Stahlsorte <sup>1)</sup>	Erzeugnisdicke $t^2)$ mm	Mechanische Eigenschaften bei Raumtemperatur <sup>3)</sup>		
		Streckgrenze $R_m$ in N/mm <sup>2</sup>	Zugfestigkeit $R_{mH}$ in N/mm <sup>2</sup>	Bruchdehnung A in % min.
<b>P275NH</b> 1.0487 <b>P275NL1</b> 1.0488 <b>P275NL2</b> 1.1104	$\leq 16$	275	390 bis 510	24
	$16 < t \leq 40$	265	390 bis 510	24
	$40 < t \leq 60$	255	390 bis 510	24
	$60 < t \leq 100$	235	370 bis 490	23
	$100 < t \leq 150$	225	460 bis 480	23
	$150 < t \leq 250$	215	350 bis 470	23
<b>P355N</b> 1.0562 <b>P355NH</b> 1.0565 <b>P355NL1</b> 1.0566 <b>P355NL2</b> 1.1106	$\leq 16$	355	490 bis 630	22
	$16 < t \leq 40$	345	490 bis 630	22
	$40 < t \leq 60$	335	490 bis 630	22
	$60 < t \leq 100$	315	470 bis 610	21
	$100 < t \leq 150$	305	460 bis 600	21
	$150 < t \leq 250$	295	450 bis 590	21

Fortsetzung s. nächste Seite

Tabelle 127.2 Fortsetzung

Stahlsorte <sup>1)</sup> Kurzname WNR	Erzeugnisdicke $t^2)$ mm	Mechanische Eigenschaften bei Raumtemperatur <sup>3)</sup>		
		Streckgrenze $R_m$ in N/mm <sup>2</sup>	Zugfestigkeit $R_{eH}$ in N/mm <sup>2</sup>	Bruchdehnung A in % min.
<b>P460NH</b> 1.8935	$\leq 16$	460	570 bis 720	17
<b>P460NL1</b> 1.8915	$16 < t \leq 40$	445	570 bis 720	17
<b>P460NL2</b> 1.8918	$40 < t \leq 60$	430	570 bis 720	17
	$60 < t \leq 100$	400	540 bis 710	16
	$100 < t \leq 250$	<sup>3)</sup>	<sup>3)</sup>	<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> Üblicher Lieferzustand: normalgeglüht (+N). Das Normalglühen darf bei den Stählen P275NH, P275NL1, P275NL2, P355NH, P355NL1 und P355NL2 durch normalisierendes Walzen ersetzt werden, s. Teil 1 der Norm. Unlegierte Qualitätsstähle: P275NH, P275NL1, P355N, P355NH; P355NLQ; unlegierte Edeltähle: P460NH, P460NL1 P460NL2.

<sup>2)</sup> Gegenüber der Ausgabe DIN EN 10028-2:1993 ist die maximale Blechdicke von 150 mm auf 250 mm angehoben worden.

<sup>3)</sup> Werte für Blechdicken über 100 mm können bei der Bestellung vereinbart werden.

### DIN EN 10028-4 Flacherzeugnisse aus Druckbehälterstählen – Nickellegierte kaltzähe Stähle (Mai 2006)

Folgende Werkstoffe sind genormt (Werkstoffnummer s. Werkstoffübersicht): **11MnNi5-3, 13MnNi6-3, 15NiMn6, 12Ni14, X8Ni9, X7Ni9**. Die Stahlsorte 12Ni19 wurde in **X12Ni5** umbenannt, die Stahlsorte X7NiMo6 wurde gestrichen. Für die Stahlsorte X8Ni9 ist der Lieferzustand Bestandteil des Kurznamens geworden: **X8Ni9 + NT640; X8Ni9 + QI640; X8Ni9 + QT680** (+N: normalgeglüht; +NT: normalgeglüht und angelassen; +QT: vergütet; +NT640/+QT640/+QT680: Wärmebehandlungsvariante mit Mindestzugfestigkeit von 640 N/mm<sup>2</sup> oder 680 N/mm<sup>2</sup>).

Der Bereich der Erzeugnisdicke wurde für die ersten vier Stahlsorten mit einem Ni-Gehalt bis 3,75% auf 80 mm angehoben, für die anderen Sorten ist der Dickenbereich weiterhin auf 50 mm begrenzt.

Chemische Zusammensetzung, mechanische Eigenschaften bei Raumtemperatur und Mindestwerte der Kerbschlagarbeit von 20 °C bis –196 °C s. Norm. Bitte Berichtigung 1 zu DIN EN 10028-4 (Mai 2006) beachten.

### DIN EN 10028-5 Flacherzeugnisse aus Druckbehälterstählen – Schweißgeeignete Feinkornbaustähle thermomechanisch gewalzt (Sep 2003)

Folgende Werkstoffe sind genormt (Werkstoffnummer s. Werkstoffübersicht): **P355M, P355ML1, P355ML2, P420M, P420ML1, P420ML2, P460M, P460ML1, P460ML2**. Alle Stahlsorten sind legierte Edeltähle. In der Norm werden Stahlsorten in drei Gütereihen eingeteilt: a) Die Grundreihe (P...M), b) die kaltzähe Reihe bis –40 °C (P...ML1), c) die kaltzähe Reihe bis –50 °C (P...ML2). Die Stähle sind nicht für Warmumformung geeignet.

Kohlenstoffäquivalent (CEV) für  $t \leq 16$  mm: P355 = 0,39%; P420 = 0,43%; P460 = 0,45%, Werte für höhere Abmessungen und Anhaltswerte für die chemische Zusammensetzung (Schmelzenanalyse) s. Norm. Mindeststreckgrenze für den kleinsten Dickenbereich ( $t \leq 16$  mm) s. Werkstoffbezeichnung, weitere mechanische Eigenschaften und Mindestwerte für die Kerbschlagarbeit s. Norm. Hinweise zur Wärmebehandlung nach dem Schweißen beachten, s. Norm.

### DIN EN 10028-6 Flacherzeugnisse aus Druckbehälterstählen – Schweißgeeignete Feinkornbaustähle, vergütet (Okt 2003)

Folgende Werkstoffe sind genormt (Werkstoffnummer s. Werkstoffübersicht): **P355Q, P355QH, P355QL1, P355QL2, P460Q, P460QH, P460QL1, P460QL2, P500Q, P500QH, P500QL1, P500QL2, P690Q, P690QH, P690QL1, P690QL2**, Lieferzustand vergütet (+Q). Alle Stahlsorten sind legierte Edeltähle. In der Norm werden die Stahlsorten in vier Gütereihen eingeteilt: a) Die Grundreihe (P...Q), b) die warmfeste Reihe (P...QH), c) die kaltzähe Reihe bis –40 °C (P...QL1), d) die kaltzähe Reihe bis –60 °C (P...QL2).

Mindeststreckgrenze für den kleinsten Dickenbereich ( $t \leq 50$  mm) bei Raumtemperatur s. Werkstoffbezeichnung, weitere mechanische Eigenschaften, Mindestwerte für die Kerbschlagarbeit für Erzeugnisdicken  $t$  bis 150 mm und chemische Zusammensetzung s. Norm.

### DIN EN 10207 Stähle für einfache Druckbehälter – Technische Lieferbedingungen für Blech, Band und Stabstahl (Jun 2005)

Mit dieser Norm liegt eine Technische Lieferbedingung für Erzeugnisse vor, welche den in der EG-Richtlinie 87/404/EEC für Druckbehälter vorgeschriebenen Anforderungen genügen müssen, s. Norm. Inhaltsangaben zu Art und Inhalt von Prüfbescheinigungen nach EN 10204 s. Norm. Genormt sind die Stähle mit Kurzname/WNR. nach DIN EN 10027 (s. Tab. 113.1): **P235S/1.0112, P265S/1.0130, P275SL/1.1100**, Lieferzustand normalgeglüht (+N). Die Stähle dürfen nicht unberührt und nicht alterungsempfindlich sein. P275SL ist ein unlegierter Edeltahl, die beiden anderen Stähle sind un-

gierte Qualitätsstähle. Mindeststreckgrenze für den kleinsten Dickenbereich ( $t \leq 16$  mm) s. Werkstoffbezeichnung. Weitere Anhaltsangaben zu den mechanischen Eigenschaften, zum Verhalten bei erhöhten Temperaturen und zur chemischen Zusammensetzung (Schmelzenanalyse) s. Norm. Grenzabmaße und Formtoleranzen s. DIN EN 10029 (bei warmgewalztem Stahlblech ab 3 mm Dicke Dickentoleranzklasse B), DIN EN 10051 (bei warmgewalztem Breitband  $\geq 600$  mm, Spaltband in Breiten  $< 600$  mm, warmgewalztem Blech  $< 3$  mm) und DIN EN 10048 (bei warmgewalztem Bandstahl  $< 600$  mm). Es gilt bei Stabstahl mit rechteckigem Querschnitt DIN EN 10058, quadratischem Querschnitt DIN EN 10059, kreisförmigem Querschnitt DIN EN 10060 und DIN EN 10061 bei sechseckigem Querschnitt.

Im Sinne der Richtlinie 87/404/EEC ist unter einem einfachen **Druckbehälter** jeder geschweißte Behälter zu verstehen, der einen relativen Druck von mehr als 0,5 bar ausgesetzt und zur Aufnahme von Luft oder Stickstoff bestimmt ist, jedoch keiner Flammeneinwirkung ausgesetzt wird (Ergänzungen, wie auch Ausnahmen s. Norm).

### 8.1.2.1.3 Stähle für Leitungsrohre

Sofern keine anderen Festlegungen genormt sind, gilt für Stähle, die für Leitungsrohre bestimmt sind, die in Tab. 129.1 vorgestellte Systematik.

Tabelle 129.1 Aufbau des Bezeichnungssystems nach DIN EN 10027-1 für Stähle für Leitungsrohre

Aufbau	Hauptsymbole				Zusatzsymbol für Stähle	Zusatzsymbol für Stahlerzeugnisse
	a	n	n	n	an ...	+ an + an ...
	1	2	3	4	5	6
<b>Beispiele</b>	L	3	6	0	<b>MB</b>	–

a = Buchstabe, n = Ziffer, an = alphanumerisch

Pos. 1 Hauptsymbol nach Tab. 111.1 (L für Stähle für Leitungsrohre, Line Pipe)

Pos. 2 bis 4 Mindeststreckgrenze in N/mm<sup>2</sup> für den kleinsten Dickenbereich: 360 N/mm<sup>2</sup>

Pos. 5 Gruppe 1: Zusatzsymbole nach Tab. 112.2 (M = thermomechanisch gewalzt). Zusatzsymbole nach Tab. 129.2 (Anforderungsklasse B)

Pos. 6 Zusatzsymbole für Stahlerzeugnisse nach Tab. 112.4, Tab. 113.1 und Tab. 113.2

## DIN 1615 Geschweißte kreisförmige Rohre aus unlegiertem Stahl ohne besondere Anforderungen – Technische Lieferbedingungen (Okt 1984)

Die Norm gilt für geschweißte kreisförmige Rohre vorläufig noch aus der Stahlqualität St 33 (WNr. 1.0035) nach DIN 17100 (s. auch Vorbemerkungen zu DIN EN 10025). Sie lassen sich nur bedingt biegen, bördeln bzw. ähnlich umformen. Je nach den Schweißbedingungen und Betriebsbedingungen sind die Rohre mit Einschränkungen zum Lichtbogen- und Gasschmelzschweißen geeignet. Die Rohre dürfen an der Oberfläche durch das Herstellungsverfahren bedingte Erhöhungen, Vertiefungen, flache Riefen, Anrisse und Schalen aufweisen, soweit die zulässigen Abweichungen für die Wanddicke eingehalten werden. Zulässige Maß- und Formabweichungen s. Norm. Für die Maße (Außendurchmesser und Wanddicke) gilt DIN 2458. Anhaltsangaben zu Eigenschaftswerten s. Norm.

Tabelle 129.2 Normen für Leitungsrohre

Europäische Norm	Technische Lieferbedingungen	Ersatz für	mit	Teilweise Ersatz für
DIN EN 10208-1	Stahlrohre für Rohrleitungen für brennbare Medien – Rohre der Anforderungsklasse A	–	DIN EN 10216-1 DIN EN 10217-1	DIN 1626 DIN 1629
DIN EN 10208-2	Stahlrohre für Rohrleitungen für brennbare Medien – Rohre der Anforderungsklasse B	DIN 2470-2 DIN 17172	–	–
DIN EN 10224	Rohre und Fittings aus unlegierten Stählen für den Transport von Wasser und anderen wässrigen Flüssigkeiten	–	DIN EN 10208-1 DIN EN 10216-1 DIN EN 10217-1 DIN EN 10297	DIN 1629 DIN 1626 DIN 2460 <sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> s. Norm

Die Normen der Reihe DIN EN 10208 beziehen sich sowohl auf nahtlose als auch auf geschweißte Stahlrohre. In der Norm sind für die Stahlrohre verschiedene Qualitätsstufen vorgesehen. Eine Grundqualität als Anforderungsklasse A und, sofern Anforderungen über die Grundqualität hinausgehen, die Anforderungsklasse B. Erweiterte Anforderungen können z. B. bezüglich der Zähigkeit der Werkstoffe und der zerstörungsfreien Werkstoffprüfung bestehen. Für die Auswahl der Anforderungsklasse sind Faktoren zu berücksichtigen wie Eigenschaften der Medien, die Betriebsbedingungen, Berechnungsregeln und gesetzliche Anforderungen.

## DIN EN 10208-1 Stahlrohre für Rohrleitungen und brennbare Medien – Technische Lieferbedingungen – Rohre der Anforderungsklasse A (Feb 1998)

Für die im Teil 1 der Norm festgelegten Werkstoffe mit geringer bis mittlerer Festigkeit bis zu einer Streckgrenze von 360 N/mm<sup>2</sup> sind keine Kerbschlagarbeitswerte festgelegt. Hinsichtlich der chemischen Zusammensetzung (Schmelzen-

analyse) werden höhere Werte für den C-, P- und S-Gehalt zugelassen, als für die im Teil 2 genormten Werkstoffe, s. Tab. 130.1.

Die in dieser Norm festgelegten Rohre sind für die öffentliche Gasversorgung verwendbar, werden aber auch für Wasserleitungen in der Öl- und Gasindustrie verwendet.

Typen von Rohren und Schweißverbindungen: s. Tab. 131.1.

Behandlungszustände: normalisierend umgeformt +N, thermomechanisch umgeformt +M und vergütet +Q.

Grundfestlegungen bei einer Bestellung: Bestellmenge, Begriff „Rohr“, Rohrtyp (s. Tab. 131.1), Stahlbezeichnung, Maße, Gruppe der Herstelllänge, Art der Prüfbescheinigung nach DIN EN 10204.

#### Bestellbeispiel: 1000 m Rohr W EN 10208-1 – L235GA – 219,1 × 6,3 – r2, Prüfbescheinigung EN 10204-2.2

Wird eine nichtspezifische Prüfung verlangt, ist ein Werkzeugezeugnis 2.2 nach DIN EN 10204 auszustellen, für spezifische Prüfungen dagegen ein Abnahmeprüfzeugnis 3.1. Herstelllängen sind nach festgelegten Längengruppen r1 bis r4 zu liefern, r2 im Beispiel bedeutet Minstdurchschnittslänge 11 m. Näheres s. Norm. Anhaltsangaben zum Oberflächenzustand, Maße, Masse, Grenzabweichungen und Prüfungen s. Norm.

DIN EN 10208-1 ersetzt gemeinsam mit anderen Europäischen Normen die früheren nationalen Normen DIN 1626 und DIN 1629.

### DIN EN 10208-2 Stahlrohre für Rohrleitungen für brennbare Medien – Technische Lieferbedingungen – Rohre der Anforderungsklasse B (Aug 1996)

Diese technischen Lieferbedingungen gelten für unlegierte und legierte, nahtlose und geschweißte Stahlrohre mit erhöhten Anforderungen (z. B. bezüglich der Zähigkeit) gegenüber denen, die im Teil 1 der Norm festgelegt sind. Sie enthält Qualitäts- und Prüfanforderungen für Rohre, die üblicherweise für den Transport brennbarer Medien bestimmt sind. Es wird unterschieden in normalgeglühte (N), vergütete (Q) und thermomechanisch behandelte (M) Stähle. Der Kurzname nach DIN EN 10027-1 enthält die Angabe der gewährleisteten Mindeststreckgrenze in N/mm<sup>2</sup>.

Kerbschlagarbeit und weitere Anhaltsangaben zu mechanischen Eigenschaften s. Norm. Die Übereinstimmung mit den Anforderungen ist durch spezifische Prüfungen nachzuweisen, d. h. Prüfbescheinigung mindestens DIN EN 10204-3.1. Stahlrohre in Grundqualität A s. Teil 1 der Norm. Typen von Rohren und Schweißverbindungen: s. Tab. 131.1 Kontinuierlich geschweißte (BW-)Rohre sind nicht zugelassen.

Es sind die Eigenschaften für 16 Stahlsorten festgelegt, Auswahl s. Tab. 130.1. L245NB: Beispiel für nahtlose und geschweißte Rohre, L360QB: Beispiel für nahtlose Rohre, L450MB: Beispiel für geschweißte Rohre. Kohlenstoffäquivalent für die Stückanalyse, Anhaltsangaben zum Oberflächenzustand, Maße, Masse, Grenzabweichungen und Prüfungen s. Norm.

Grundfestlegungen bei einer Bestellung s. Teil 1 der Norm. Der Teil 2 der Norm ersetzt die bisher geltende nationale Norm DIN 17172.

Tabelle 130.1 Mechanische Eigenschaften und chemische Zusammensetzung für Stahlrohre nach DIN EN 10208-1 und DIN EN 10208-2 (Auswahl)

Stahlbezeichnung <sup>1)</sup>		Rohrkörper, nahtlos und geschweißt			Chemische Zusammensetzung <sup>2)</sup>				
Kurzname	WNR	Streckgrenze <sup>3)</sup> $R_{10,5}$ in N/mm <sup>2</sup>	Zugfestigkeit $R_m$ in N/mm <sup>2</sup> min.	Dehnung A in % min.	C in % max.	Si in % max.	Mn in % max.	P in % max.	S in % max.
Stahlrohre nach DIN EN 10208-1									
L210GA	1.0319	≥210	335 bis 475	25	0,21	0,40	0,90	0,30	0,30
L235GA	1.0458	≥235	370 bis 510	23	0,16	0,40	1,20		
L245GA	1.0459	≥245	415 bis 555	22	0,20	0,40	1,15		
L290GA	1.0483	≥290	415 bis 555	21	0,20	0,40	1,40		
L360GA	1.0499	≥360	460 bis 620	20	0,21	0,55	1,45		
Stahlrohre nach DIN EN 10208-2									
L245NB	1.0457	245 bis 440	415	22	0,16	0,40	1,1	0,25	0,20
L360QB	1.8948	360 bis 510	460	20	0,16	0,45	1,4		
L450MB	1.8952	450 bis 570	535	18	0,16	0,45	1,6		

<sup>1)</sup> L = Stahl für den Rohrleitungsbau, B = Anforderungsklasse B. A = Anforderungsklasse A.

<sup>2)</sup> Schmelzenanalyse. Höchstanteile für V, Nb und Ti s. Norm.

<sup>3)</sup> Streckgrenze für 0,5%-Gesamtdehnung ( $R_{10,5}$ );  $R_{10,5}/R_m$ : L245NB = 0,80; L360QB = 0,88; L450MB = 0,90. Die Werte für das Streckgrenzenverhältnis gelten für das Erzeugnis „Rohr“. Sie können nicht für das Ausgangsmaterial gefordert werden.

Tabelle 131.1 Herstellungsverfahren für europäisch genormte Stahlrohre

Norm	Herstellungsverfahren		Definition nach DIN EN 10266 <sup>1)</sup>
	Symbol	Bedeutung	
DIN EN 10255 DIN EN 10208-1	W	geschweißtes Rohr	Rohr, das durch Einformen von Flachmaterial zu einem offenen Profil und Zusammenschweißen der aufeinander treffenden Bandkanten hergestellt wird. Nach dem Schweißen kann das Rohr durch Warm- oder Kaltumformen auf die Endabmessung weiter verarbeitet werden.
DIN EN 10208-1 DIN EN 10217-1 DIN EN 10224 DIN EN 10296-1 DIN EN 10305-2 DIN EN 10305-3 DIN EN 10305-5	EW	elektrisch geschweißte Rohre	Rohr, das durch Pressschweißen in einem kontinuierlichen oder diskontinuierlichen Verfahren entsteht, bei dem Band kalt zu einem offenen Profil geformt wird. Die Schweißnaht entsteht durch Zusammenpressen der aufeinander treffenden Bandkanten, die zuvor durch Widerstandserwärmung mittels hoch- oder niederfrequentem Strom erhitzt wurden. Der elektrische Strom wird entweder durch unmittelbaren Elektrodenkontakt oder durch Induktion übertragen.
DIN EN 10296-1	EWRH	Warmreduzieren nach dem elektrischen Schweißen	–
DIN EN 10208-1 DIN EN 10224	BW	kontinuierlich geschweißte Rohre, auch Stumpfgeschweißte Rohre oder Fretz – Moon – Rohre	Rohr, das in einem kontinuierlichen Verfahren hergestellt wird, bei dem vom Coil abgewickeltes Band aneinander geschweißt, durch einen Ofen geführt und zu einem offenen Profil eingeformt wird. Die Schweißnaht entsteht nach weiterer Erhöhung der Temperatur der aufeinander treffenden Bandkanten (z. B. unter Anwendung eines Sauerstoffstrahls) durch Zusammenpressen der Bandkanten.
DIN EN 10296-1	LBWL	Laserstrahlschweißen mit Längsnaht	–
DIN EN 10296-1	LBWH	Laserstrahlschweißen mit Spiralnaht	–
DIN EN 10208-1 DIN EN 10208-2 DIN EN 10224	SAW	Unterpulvergeschweißte Rohre	Rohr, das durch Warm- oder Kalteinformen von Band oder Blech zu einem offenen Profil und Zusammenschweißen der aufeinandertreffenden Kanten ohne Druck unter Zugabe eines Schweißzusatzwerkstoffs hergestellt wird. Die aufeinander treffenden Kanten und der Schweißzusatzwerkstoff werden mit Hilfe von elektrischem Strom durch Widerstandserwärmung auf Schweißtemperatur gebracht, und der erzeugte Lichtbogen wird durch eine Schicht aus Schweißpulver gegen Beeinträchtigungen durch die Atmosphäre geschützt. Die Rohre können eine oder zwei Längsnähte (SAWL) oder eine Spiralnaht (SAWH) haben, mit mindestens einer Innenlage und mindestens einer Außenlage.
DIN EN 10208-1 DIN EN 10217-1 DIN EN 10208-2 DIN EN 10296-1	SAWL	Unterpulvergeschweißte Rohre mit Längsnaht	
DIN EN 10208-1 DIN EN 10217-1 DIN EN 10208-2 DIN EN 10296-1	SAWH	Unterpulvergeschweißte Rohre mit Spiralnaht	
DIN EN 10208-1 DIN EN 10208-2	COW	kombiniertes Schutzgas- und Unterpulverschweißverfahren	Rohr, das durch Warm- oder Kalteinformen von Band oder Blech zu einem offenen Profil und Zusammenschweißen der aufeinander treffenden Kanten ohne Druck unter Zugabe eines Schweißzusatzwerkstoffs hergestellt wird. Die erste Schweißlage wird nach einem kontinuierlichen Schutzgasschweißverfahren erzeugt. Daran schließt sich das automatische Unterpulverschweißverfahren an, mit mindestens einer Innenlage und mindestens einer Außenlage. Die Rohre können eine oder zwei Längsnähte (COWL) oder eine Spiralnaht (COWH) haben.
DIN EN 10208-1 DIN EN 10208-2	COWL	mit Längsnaht	
DIN EN 10208-1 DIN EN 10208-2	COWH	mit Spiralnaht	
DIN EN 10208-2	HFV	Hochfrequenzgeschweißte Rohre	Rohr, das durch Pressschweißen in einem kontinuierlichen oder diskontinuierlichen Verfahren entsteht, bei dem Band kalt zu einem offenen Profil geformt wird. Die Schweißnaht entsteht durch Zusammenpressen der aufeinander treffenden Bandkanten, die zuvor durch Widerstandserwärmung mittels hochfrequentem Strom erhitzt wurden. Der elektrische Strom wird entweder durch unmittelbaren Elektrodenkontakt oder durch Induktion übertragen.
DIN EN 10208-1 DIN EN 10208-2 DIN EN 10216-1 DIN EN 10216-2 DIN EN 10224 DIN EN 10255 DIN EN 10297-1 DIN EN 10305-1	S	nahtlose Rohre	Rohr, das aus einem Vollstück durch Lochen zu einem hohlen Rohling geformt und anschließend durch Warm- oder Kaltumformen auf die Endabmessung weiterverarbeitet wird.

<sup>1)</sup> DIN EN 10266 „Stahlrohre, Fittings und Hohlprofile für den Stahlbau – Symbole und Definition von Begriffen für die Verwendung in Erzeugnisnormen“.

## DIN EN 10224 Röhre und Fittings aus unlegierten Stählen für den Transport von Wasser und anderen wässrigen Flüssigkeiten – Technische Lieferbedingungen (Dez 2005)

Erzeugnisse nach dieser Norm sind z. B. nahtlose und geschweißte Röhre aus unlegiertem Stahl und aus Röhren, bzw. aus Blech oder Band gefertigte Fittings. **Fitting:** Zubehörteil zum Anschließen und Verbinden, zur Richtungs- oder Querschnittsänderung von Röhren. DIN EN 10224 ersetzt gemeinsam mit anderen Europäischen Normen u. a. DIN 1629 und DIN 1626.

Herstellverfahren: s. Tab. 131.1. Die Norm gilt für Röhre mit einem Außendurchmesser von 26,9 mm bis 2743 mm mit Wanddicken von 2 mm bis 25 mm in Längen von 3 m bis 18 m. Zuordnung von Außendurchmesser zur Wanddicke sowie festgelegte Längenbereiche s. Norm. Die Außendurchmesser sind in drei Reihen eingeteilt, welche die Verfügbarkeit von Zubehör für Rohrleitungssysteme darstellt. In der Reihe 1, für die das für den Bau von Rohrleitungssystemen benötigte Zubehör vollständig genormt ist, stehen folgende Außendurchmesser zur Verfügung (mm): 26,9 33,7 42,4 48,3 60,3 76,1 88,9 114,3 139,7 168,3 219,1 273,0 323,9 355,6 406,4 457,0 508,0. Grenzabmaße des Außendurchmessers für elektrisch geschweißte und stumpfgeschweißte Röhre:  $D \leq 219,1 \text{ mm} \pm 1\%$  oder  $\pm 0,5 \text{ mm}$ , es gilt jeweils der größere Wert;  $D > 219,1 \text{ mm}$ :  $\pm 0,75\%$ . Weitere Maße und Grenzabmaße s. Norm

Es sind die Anforderungen für drei vollberühigte Stahlsorten enthalten, Anhaltswerte s. Tab. 132.1. Anhaltswerte für die 0,2%-Dehngrenze bei erhöhten Temperaturen sind jetzt in den Normenreihen DIN EN 10216 und DIN EN 10217 festgelegt.

Festlegungen zur Oberflächenbeschaffenheit, zur inneren Beschaffenheit, zu Prüfungen und Prüfverfahren s. Norm.

**Bestellbeispiel: 5000 m – Röhre – EN 10224 – L275 – 914 × 10,0 – Optionen 1:SAW, 8 und 10.**

In der Norm sind eine Reihe von Optionen zur Bestellangabe festgelegt, s. Norm. Die im Beispiel gewählten Optionen bedeuten: 1 = Herstellverfahren Unterpulverschweißen (SAW) ist festgelegt; 8 = Die Enden der Röhre sind für das Stumpfschweißen vorzubereiten, s. Norm; 10 = Die Erzeugnisse sind mit spezifischer Prüfung zu liefern, d. h. es ist ein Abnahmeprüfzeugnis 3.1 nach DIN EN 10204 zu liefern. Wird bei der Bestellung von den entsprechenden Optionen kein Gebrauch gemacht, so gelten die Grundfestlegungen: Bestellmenge, Begriff „Rohr“, Stahlbezeichnung, Maße. Grundfestlegungen für Fittings s. Norm. Geschweißte Röhre aus nichtrostenden Stählen für den Transport von Wasser s. DIN EN 10312, s. Norm.

Tabelle 132.1 Röhre nach DIN EN 10224: Mechanische Eigenschaften und chemische Zusammensetzung

Stahlbezeichnung <sup>1)</sup>	WNR	Mechanische Eigenschaften bei Raumtemperatur				Chemische Zusammensetzung <sup>2)</sup>			
		Streckgrenze <sup>3)</sup>		Zugfestigkeit $R_m$ in N/mm <sup>2</sup>	Bruchdehnung <sup>4)</sup>		C in % max.	Si in % max.	Mn in % max.
		$R_e$ in N/mm <sup>2</sup> min. $T \leq 16$	$T > 16$		$A$ in % min. $l$	$t$			
L235	1.0252	235	255	225	25	23	0,16	0,35	1,20
L275	1.0260	275	265	265	21	19	0,20	0,40	1,40
L355	1.0419	355	345	345	21	19	0,22	0,55	1,60

<sup>1)</sup> Kurznamen und Werkstoffnummer nach DIN EN 10027. L = Stahl für den Rohrleitungsbau.

<sup>2)</sup> Chemische Zusammensetzung nach der Schmelzenanalyse. Höchstanteile P = 0,030% und S = 0,025%.

<sup>3)</sup>  $R_e$  für die Wanddicke  $T$  in mm ist als  $R_{eH}$  oder, wenn keine ausgeprägte Streckgrenze vorliegt, als  $R_{p0,2}$  oder  $R_{t0,5}$  zu bestimmen.  $R_{t0,5}$  = Streckgrenze für 0,5% – Gesamtdehnung.

<sup>4)</sup>  $l$ : in Längsrichtung;  $t$ : in Querrichtung.

Tabelle 132.2 Rohrnormen für Konstruktion und Maschinenbau

Europäische Norm	Technische Lieferbedingungen	Ersatz für	mit	Ersatz für
DIN EN 10255	Röhre aus unlegiertem Stahl mit Eignung zum Schweißen und Gewindeschneiden	DIN 2440 DIN 2441	–	–
DIN EN 10296-1	Geschweißte kreisförmige Stahlrohre für den Maschinenbau und allgemeine technische Anwendungen – Röhre aus unlegierten und legierten Stählen	DIN 1626 DIN 1628	DIN EN 10208-1 DIN EN 10216-1 DIN EN 10217-1 DIN EN 10224 DIN EN 10297-1	DIN 1629  DIN 1628
DIN EN 10296-2	Geschweißte kreisförmige Stahlrohre für den Maschinenbau und allgemeine technische Anwendungen – 2: Röhre aus nichtrostenden Stählen	–	DIN EN 10312	DIN 17455 (vorgesehen)
DIN EN 10297-1	Nahtlose kreisförmige Stahlrohre für den Maschinenbau und allgemeine technische Anwendungen – Röhre aus unlegierten und legierten Stählen	DIN 17204	DIN EN 10208-1 DIN EN 10216-1	DIN 1629 DIN 1630
DIN EN 10297-2 (s. Norm)	Nahtlose kreisförmige Stahlrohre für den Maschinenbau und allgemeine technische Anwendungen – Röhre aus nichtrostenden Stählen	DIN 17456 (vorgesehen)	–	–



## DIN EN 10255 Rohre aus unlegiertem Stahl mit Eignung zum Schweißen und Gewindeschneiden – Technische Lieferbedingungen (Nov 2004)

Diese Europäische Norm gilt für kreisförmige Rohre aus dem unlegierten Qualitätsstahl **S195T** (W Nr 1.0026) mit der Eignung zum Schweißen und Gewindeschneiden. Der Stahl muss vollberuhigt sein (FF). Die Festlegungen gelten für Rohre mit Nennaußendurchmesser von 10,2 mm bis 165,1 mm (Gewindegröße 1/8 bis 6) für eine mittlere und eine schwere Wanddickenreihe (M oder H), und drei weitere Rohrarten mit festgelegter Wanddicke (L, L1 oder L2). Reihe und Rohrart sind Begriffe, die in Verbindung mit dem Durchmesser zur Definition der Wanddicke und der längenbezogenen Masse des Rohres verwendet werden. Anhaltsangaben zur längenbezogenen Masse beziehen sich auf roh-schwarzes Rohr, d. h. auf Rohr mit einer Oberfläche im Herstellungszustand ohne Beschichtung oder Überzug. Die Rohre können u. a. für den Transport und die Verteilung von wässrigen Flüssigkeiten und gasförmigen Medien verwendet werden.

Bei der Bestellung muss verbindlich die Menge, das Rohrfertigungsverfahren (nahtlos S oder geschweißt W, s. Tab. 133.1), der Nennaußendurchmesser  $D$  in mm oder die Gewindegröße  $R$ , die Wanddicke  $T$  in mm oder die Wanddickenreihe oder die Rohrart angegeben werden. Wenn nichts anderes festgelegt ist, sind die Rohre mit einer Werksbescheinigung 2.1 nach DIN EN 10204 zu liefern. Bestellung nach Außendurchmesser und Wanddicke oder Gewindegröße und Reihe, Bestellbeispiele s. Norm.

Diese technische Lieferbedingung enthält sowohl Güterwerte als auch Grenzabmaße. Nennaußendurchmesser in mm, Gewindegröße, Wanddicke schwere Reihe in mm, Wanddicke mittlere Reihe in mm ( $D$  R TH TM): **10,2** 1/8 2,6, 2,0; **13,5** 1/4 2,9 2,3; **17,2** 3/8 2,9 2,3; **21,3** 1/2 3,2 2,6; **26,9** 3/4 3,2 2,6; **33,7** 1 4,0 3,2; **42,4** 1 1/4 4,0 3,2; **48,3** 1 1/2 4,0 3,2; **60,3** 2 4,5 3,6; **76,1** 2 1/2 4,5 3,6; **88,9** 3 5,0 4,0; **114,3** 4 5,4 4,5; **139,7** 5 5,4 5,0; **165,1** 6 5,4 5,0. Anhaltsangaben für Grenzabmaße, längenbezogene Masse und für Rohrarten L, L1 und L2 s. Norm. Rohre müssen auf geeignete Weise dauerhaft gekennzeichnet werden, Näheres s. Norm.

Mechanische Eigenschaften für die Stahlsorte S195T: Obere Streckgrenze, min. = 195 N/mm<sup>2</sup>, Zugfestigkeit = 320 N/mm<sup>2</sup> bis 520 N/mm<sup>2</sup>, Bruchdehnung, min. = 20%. Chemische Zusammensetzung, Massenanteile (Schmelzenanalyse) in %, max.: C = 0,20; Mn = 1,40; P = 0,035; S = 0,035.

Gewindeausführung s. DIN EN 10226-1 und DIN EN 10226-2, s. Norm. Mit DIN EN 10255 werden die früheren nationalen Normen DIN 2440 und DIN 2441 ersetzt und damit die Festlegungen für mittelschwere und schwere Gewinderohre zusammengefasst.

## DIN EN 10296-1 Geschweißte kreisförmige Stahlrohre für den Maschinenbau und allgemeine technische Anwendungen – Technische Lieferbedingungen – Rohre aus unlegierten und legierten Stählen (Feb 2004)

Herstellverfahren, s. Tab. 136.1. Liegen keine gesonderten Vereinbarungen vor bleibt die Wahl des Verfahrens zur Rohrerstellung dem Hersteller überlassen. Laserstrahlgeschweißte und unterpulvergeschweißte Rohre dürfen mit Längsnaht (Symbol: L) oder Spiralnaht (Symbol: H) hergestellt werden. Beim Warmreduzieren wird der Außendurchmesser eines Rohres durch ein Walz- oder Streckreduzieren nach Austenitisierung reduziert. Die bisher in DIN 1626 und DIN 1628 genannten allgemeinen Baustähle wurden in dieser Norm vollständig durch Maschinenbaustähle mit geänderten Eigenschaften ersetzt.

### Bestellbeispiel: 15 t Rohre – 60,3 × 3,6 – EN 10296-1 E275 – Option 10

In der Norm sind eine Reihe von Optionen zur Bestellangabe festgelegt, s. Norm. Die im Beispiel gewählte Option 10 bedeutet: spezifische Prüfung für Rohre aus unlegiertem Qualitätsstahl. Wird die spezifische Prüfung verlangt, ist ein Abnahmeprüfzeugnis 3.1 nach DIN EN 10204 auszustellen! Wird bei der Bestellung von den entsprechenden Optionen kein Gebrauch gemacht, so gelten die Grundfestlegungen: Bestellmenge, Begriff „Rohr“, Maße, Stahlbezeichnung.

Anhaltsangaben für die chemische Zusammensetzung für die Stahlsorten E275K2, E355K2, E460K2 (K2 = Kerbschlagarbeit von 40 J bei –20 °C) und für die thermomechanisch behandelten Stähle E275M, E355M, E420M, E460M s. Norm. Mindeststreckgrenze für den kleinsten Dickenbereich ( $t \leq 16$  mm) s. Werkstoffbezeichnung, weitere mechanische Eigenschaften s. Norm. Werkstoffnummer s. Werkstoffübersicht.

Anhaltsangaben zur Oberflächenbeschaffenheit und zur inneren Beschaffenheit, Beschaffenheit der Rohrenden, zur längenbezogenen Masse und Grenzabmaße s. Norm. Allgemeine Tabellen für Maße und längenbezogene Masse s. DIN EN 10220. DIN EN 10296-1 ersetzt gemeinsam mit anderen Europäischen Normen die früheren nationalen Normen DIN 1626 und DIN 1628. Geschweißte kreisförmige Stahlrohre für den Maschinenbau aus nichtrostenden Stählen sind im Teil 2 der Norm festgelegt, s. Norm.

Diese technische Lieferbedingung enthält sowohl Güterwerte als auch Grenzabmaße. Außendurchmesser  $D$  in mm und zugeordnete Wanddicke  $T$  in mm (Vorzugsmaße): **10,2** × 0,5 0,6 0,8 1,0 1,2 1,4 1,6 1,8 2,0 2,3 2,6; **12,0** × 0,5 (... künftig: in gleicher Folge wie zuvor) 2,9 3,2; **12,7** **13,5** **14,0** × 0,5 (...) 3,6; **16,0** **17,2** **18,0** × 0,5 (...) 4,5; **19,0** **20,0** × 0,5 (...) 5,0; **21,3** **22,0** × 0,5 (...) 5,4; **25,0** **25,4** × 0,5 (...) 6,3; **26,9** **30,0** **31,8** **32,0** × 0,5 (...) 7,1 8,0; **33,7** **35,0** × 0,5 (...) 8,8; **38,0** **40,0** **42,4** × 0,5 (...) 10,0; **44,5** **48,3** **51,0** × 0,5 (...) 11,0 12,5; **54,0** **57,0** × 0,5 (...) 14,2; **60,3** **60,5** × 0,6 (...) 16,0; **70,0** **73,0** × 0,8 (...) 17,5; **76,1** × 0,8 (...) 20,0; **82,5** × 0,8 (...) 22,2; **88,9** × 0,8 (...) 25,0; **101,6** × 1,2 (...) 28; **108,0** × 1,2 (...) 30,0; **114,3** × 1,2 (...) 32,0; **127,0** × 1,6 (...) 36,0; **133,0** **139,7** **141,3** **152,4** **159,0** **168,3** × 1,6 (...) 40,0; **177,8** **193,7** **219,1** × 1,8 (...); **323,9** **355,6** **406,4** × 2,3 (...); **457,0** **508,0** **559,0** **610,0** × 2,9 (...); **660,0** **711,0** **762,0** **813,0** **864,0** **914,0** **1016,0** **1067,0** **1118,0** × 3,6 (...); **1168,0** **1219,0** × 5,0 (...); **1321,0** **1422,0** × 5,6 (...); **1524,0** **1626,0** × 7,1 8(...); **1727,0** **1829,0** × 8,0 (...); **2030,0** **2031,0** × 8,8 (...); **2134,0** **2235,0** × 10,0 (...); **2337,0** **2483,0** **2540,0** × 11,0 (...).

Tabelle 134.1 Rohr-Herstellverfahren und Lieferzustände für Stahlrohre nach DIN EN 10296-1

Herstellverfahren <sup>1)</sup>	Formgebungsverfahren	Lieferzustand	Symbol für den Lieferzustand
EW	Kalteinformung	geschweißt <sup>2)</sup> 3)	+U
		geschweißt <sup>2)</sup> 4)	+CR
		geglüht	+A
		Rohr vollständig normalgeglüht	+N
		Schweißnahtbereich geglüht	+NW
EWHR	Kalteinformung + Warmreduzierung oder Warmeinformung + Warmreduzierung	warmreduziert	+U
LBWL	Kalteinformung oder Warmeinformung	geschweißt <sup>1)</sup> 3)	+U
LBWH	Kalteinformung	geschweißt	ohne
SAWL	Kalteinformung oder Warmeinformung	geschweißt <sup>1)</sup> 3)	+U
SAWH	Kalteinformung	geschweißt	ohne

<sup>1)</sup> s. auch Tab. 131.1. Ausgangsmaterial: warmgewaltes Band/Blech (EW, EWHR, LBWL, SAWL), **normalisierendes Walzen** ist ein Walzverfahren mit Endumformung in einem bestimmten Temperaturbereich, das zu einem Lieferzustand (+N) führt, der nach einem Normalglühen gleichwertig ist (+N ist: EW, LBWL, SAWL), **thermomechanisches Walzen** (M) ist ein Walzverfahren mit Endumformung in einem bestimmten Temperaturbereich, das zu einem Werkstoffzustand mit bestimmten Eigenschaften führt, der durch eine Wärmebehandlung allein nicht erreicht wird und nicht wiederholbar ist (+M ist: EW, LBWH, SAWH).

<sup>2)</sup> Eine geeignete Wärmebehandlung für den Schweißnahtbereich ist zugelassen.

<sup>3)</sup> Geschweißtes Erzeugnis, bei dem nach der Wärmebehandlung die für den Lieferzustand (+N) festgelegten Eigenschaften erreicht werden können.

<sup>4)</sup> Geschweißtes Erzeugnis, bei dem nach der Wärmebehandlung die für den Lieferzustand (+N) festgelegten Eigenschaften möglicherweise nicht erreicht werden können.

Weitere Anmerkungen s. Norm.

Tabelle 134.2 DIN EN 10296-1: Chemische Zusammensetzung und mechanische Eigenschaften

Stahlsorte <sup>1)</sup> Kurzname WNR	chemische Zusammensetzung <sup>2)</sup> , max.		mechanische Eigenschaften in den Lieferzuständen <sup>3)</sup> 4)									
	C %	Mn %	+A			+N			+CR			
			$R_{eH}$ N/mm <sup>2</sup>	$R_m$ N/mm <sup>2</sup>	$A^{5)}$ %	$R_{eH}$ N/mm <sup>2</sup>	$R_m$ N/mm <sup>2</sup>	$A^{5)}$ %	$R_{eH}$ N/mm <sup>2</sup>	$R_m$ N/mm <sup>2</sup>	$A$ in % <sup>6)</sup> $l$ $t$	
<b>E155</b> 1.0033	0,11	0,70	260	260	28	155	270	28	–	–	–	–
<b>E190</b> 1.0031	0,10	0,70	–	–	–	–	–	–	190	270	26	24
<b>E195</b> 1.0034	0,15	0,70	300	300	28	195	300	28	–	–	–	–
<b>E220</b> 1.0215	0,14	0,70	–	–	–	–	–	–	220	310	23	21
<b>E235</b> 1.0308	0,17	1,20	315	315	25	235	340	25	–	–	–	–
<b>E260</b> 1.0220	0,16	1,20	–	–	–	–	–	–	260	340	21	19
<b>E275</b> 1.0225	0,21	1,40	390	390	21	275	410	21	–	–	–	–
<b>E320</b> 1.0237	0,20	1,40	–	–	–	–	–	–	320	410	19	17
<b>E355</b> 1.0580	0,22	1,60	490	490	22	355	490	22	–	–	–	–
<b>E370</b> 1.0261	0,21	1,60	–	–	–	–	–	–	370	450	15	13

<sup>1)</sup> Unlegierte Qualitätsstähle.

<sup>2)</sup> Chemische Zusammensetzung (Schmelzenanalyse), Massenanteile in %: Si, max. = 0,35; P, max. = 0,045; S, max. = 0,045.

<sup>3)</sup> s. Tab. 134.1.

<sup>4)</sup> mechanische Eigenschaften:  $R_m$  = Zugfestigkeit,  $R_{p0,2}$  = 0,2%-Dehngrenze,  $A$  = Bruchdehnung.

<sup>5)</sup> Die Werte gelten für Längsproben und sind bei Prüfung in Querrichtung um 2% zu vermindern.

<sup>6)</sup>  $l$ : Längsrichtung,  $t$ : Querrichtung.

## DIN EN 10297-1 Nahtlose kreisförmige Stahlrohre für den Maschinenbau und allgemeine technische Anwendungen – Technische Lieferbedingungen – Rohre aus legierten und unlegierten Stählen (Jun 2003)

Die Norm gilt für nahtlose Rohre mit kreisförmigem Querschnitt aus unlegierten und legierten Stählen. Die Rohre sind bevorzugt für den Maschinenbau und für allgemeine Anwendungen bestimmt. Es erfolgte der vollständige Ersatz der bisher in DIN 1629 und 1630 genormten allgemeinen Baustähle durch Maschinenbaustähle mit geänderten Eigenschaftswerten. Die Rohre müssen nach einem Verfahren der nahtlosen Fertigung hergestellt werden. Sie müssen frei von inneren und äußeren Oberflächenfehlern sein, die durch Sichtprüfung nachweisbar sind. Unregelmäßigkeiten der Oberfläche dürfen nur durch Schleifen oder spanender Bearbeitung nachbearbeitet werden, soweit die verbleibende Wanddicke bezüglich der zulässigen Wanddickenabweichungen und die Verwendbarkeit nicht beeinträchtigt wird. Die Anhaltsangaben zur chemischen Zusammensetzung (Schmelzanalyse) der unlegierten Qualitätsstähle nach Tab. 135.1 und Tab. 136.1 s. Norm. Diese technische Lieferbedingung enthält sowohl Güterwerte als auch Grenzabmaße. Anforderungen an die Härte, Oberflächenbeschaffenheit und inneren Beschaffenheit, Beschaffenheit der Rohrenden, Anhaltsangaben zur längenbezogenen Masse und zu Prüfungen s. Norm.

Mechanische Eigenschaften und chemische Zusammensetzung (Schmelzanalyse) der Rohre aus unlegierten Edelmetallen im Lieferzustand normalgeglüht oder normalisierend gewalzt (+N) C22E, C35E, C45E, C60E, 38Mn6 und aus legierten Edelmetallen im Lieferzustand vergütet (+QT) 41Cr4, 25CrMo4, 30CrMo4, 34CrMo4, 42CrMo4, 36CrNiMo4, 30CrNiMo8, 41NiCrMo7-3-2 s. Norm.

### Bestellbeispiel: 25 t Rohre – 60,3 × 3,6 – EN 10297-1 E275 + N – Option 14

In der Norm sind eine Reihe von Optionen zur Bestellangabe festgelegt, s. Norm. Die im Beispiel gewählte Option 14 bedeutet: spezifische Prüfung der Rohre aus unlegiertem Qualitätsstahl. Wird die spezifische Prüfung verlangt, ist ein Abnahmeprüfzeugnis 3.1 nach EN 10204 auszustellen! Für nichtspezifische Prüfungen ist die Werksbescheinigung 2.1 nach DIN EN 10204 auszustellen. Wird bei der Bestellung von den entsprechenden Optionen kein Gebrauch gemacht, so gelten die Grundfestlegungen: Bestellmenge, Begriff „Rohr“, Maße, Stahlbezeichnung, Lieferzustand. Die Rohre werden ohne temporären Korrosionsschutz geliefert.

Außendurchmesser  $D$  in mm und zugeordnete Wanddicke  $T$  in mm (Vorzugsmaße für nahtlose Stahlrohre): 26,9 × 2,3 2,6 2,9 3,2 3,6 4,0 4,5 5,0 5,4 5,6 6,3 7,1 8,0; 33,7 × 2,3 2,6 2,9 3,2 3,6 4,0 4,5 5,0 5,4 5,6 6,3 7,1 8,0 8,8; 35,0 × 2,6 (... künftig: in gleicher Folge wie zuvor); 38,0 40,0 42,2 × 2,6 (...) 10,0; 44,5 48,3 51,0 × 2,6 (...) 11,0 12,5; 54,0 57,0 × 2,6 (...) 14,2; 60,3 63,5 × 2,9 (...) 16,0; 70,0 73,0 × 2,9 (...) 17,7; 76,1 × 2,9 (...) 20,0; 82,5 × 3,2 (...) 22,2; 88,9 × 3,2 (...) 25,0; 101,6 × 3,6 (...) 28,0; 108,0 × 3,6 (...) 30,0; 114,3 × 3,6 (...) 32,0; 121,0 127,0 133,0 139,7 × 4,0 (...) 36,0; 141,3 × 4,5 (...) 36,0; 152,4 159,0 × 4,5 (...) 40,0; 168,3 × 4,5 (...) 45,0; 177,8 × 5,0 (...) 50,0; 193,7 × 5,6 (...) 55,0; 203,0 219,1 × 6,3 (...) 60,0 65,0; 229,0 244,5 × 6,3 (...) 70,0; 273,0 × 6,3 (...) 80,0; 298,5 323,9 × 7,1 (...) 80,0; 355,6 × 8,0 (...) 90,0 100,0; 368,0 406,4 × 8,8 (...); 419,0 457,0 × 10,0 (...); 508,0 × 11,0 (...); 521,0 559,0 610,0 × 12,5 (...). Grenzabmaße des Außendurchmessers:  $D \leq 219,1$  mm  $\pm 1\%$  oder  $\pm 0,5$  mm, es gilt jeweils der größere Wert;  $D > 219,1$  mm:  $\pm 1\%$ . Weitere Grenzabmaße s. Norm.

DIN EN 10297-1 ersetzt gemeinsam mit anderen Europäischen Normen die früheren nationalen Normen DIN 17204, DIN 1629 und DIN 1630. Nahtlose kreisförmige Stahlrohre für den Maschinenbau aus nichtrostenden Stählen sind im Teil 2 der Norm festgelegt, s. Norm.

Tabelle 135.1 Mechanische Eigenschaften der Rohre aus unlegierten Qualitätsstählen nach DIN EN 10297-1

Stahlsorte <sup>1)</sup> Kurzname WNR	Lieferzustand <sup>3)</sup>	mechanische Eigenschaften <sup>2)</sup>										
		Streckgrenze $R_{eH}$ N/mm <sup>2</sup> für $T$ in mm					Zugfestigkeit $R_m$ N/mm <sup>2</sup> für $T$ in mm				Bruchdehnung <sup>4)</sup> A %	
		$\leq 16$	$> 16$ bis 40	$> 40$ bis 65	$> 65$ bis 80	$> 80$ bis 100	$\leq 16$	$> 16$ bis 40	$> 40$ bis 65	$> 65$ bis 100	$l$	$t$
E235 1.0308	+AR oder +N	235	225	215	205	195	360	360	360	340	25	23
E275 1.0225	+AR oder +N	275	265	255	245	235	410	410	410	390	22	20
E315 1.0236	+AR oder +N	315	305	295	280	270	450	450	450	420	21	19
E355 1.0580	+AR oder +N	355	345	335	315	295	490	490	490	470	20	18
E470 1.0536	+AR	470	430	–	–	–	650	600	–	–	17	15

<sup>1)</sup> Kurznamen und Werkstoffnummern nach DIN EN 10027

<sup>2)</sup> 1 N/mm<sup>2</sup> = 1 MPa.  $T$  = Wanddicke

<sup>3)</sup> Lieferzustände: (+AR) wie gewalzt, (+N) normalgeglüht, normalisierend gewalzt. E470 wird nur im Walzzustand geliefert.

<sup>4)</sup>  $l$ : Längsrichtung;  $t$  = Querrichtung

Tabelle 136.1 Mechanische Eigenschaften der Rohre mit festgelegten Werten der Kerbschlagarbeit nach DIN EN 10297-1

Stahlsorte <sup>1)</sup>	Lieferzustand <sup>3)</sup>	mechanische Eigenschaften <sup>2)</sup>												
		Streckgrenze $R_{eH}$ N/mm <sup>2</sup> für $T$ in mm					Zugfestigkeit $R_m$ N/mm <sup>2</sup> für $T$ in mm				Bruchdehnung <sup>4)</sup> A in %		Kerbschlagarbeit <sup>5)</sup> KV in J min.	
		≤ 16	> 16 bis 40	> 40 bis 65	> 65 bis 80	> 80 bis 100	≤ 16	> 16 bis 40	> 40 bis 65	> 65 bis 100	l	t	l	t
<b>E275K2</b> 1.0456	+N	275	265	255	245	235	410	410	410	380	22	20	40	27
<b>E355K2</b> 1.0920	+N	355	345	335	315	295	490	490	470	470	20	18	40	27
<b>E420J2</b> 1.0599	+N	420	400	390	370	360	600	560	530	500	19	17	27	20
<b>E460K2</b> 1.8891	+N	460	440	430	410	390	550	550	550	520	19	17	40	27
<b>E590K2</b> 1.0644	+QT	590	540	480	455	420	700	650	570	520	16	14	40	27
<b>E730K2</b> 1.8893	+QT	730	670	620	580	540	790	750	700	680	15	13	40	27

<sup>1)</sup> Kurznamen und Werkstoffnummern nach DIN EN 10027, Zusatzsymbole s. Tab. 112.5.

<sup>2)</sup> 1 N/mm<sup>2</sup> = 1 MPa.  $T$  = Wanddicke

<sup>3)</sup> Lieferzustände: (+N) normalgeglüht, normalisierend gewalzt, (+QT) vergütet

<sup>4)</sup> l: Längsrichtung; t = Querrichtung

<sup>5)</sup> Kerbschlagarbeit bei einer Prüftemperatur von  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Die Normen der Normenreihen DIN EN 10208 und DIN EN 10224 beziehen sich sowohl auf nahtlose als auch auf geschweißte Stahlrohre. Im Fall der Stahlrohre für Druckbeanspruchung sind die Festlegungen in zwei verschiedenen Normenreihen zu finden. Die nahtlosen Stahlrohre für Druckbeanspruchung sind in den fünf Teilen der Reihe DIN EN 10216 genormt. Für die geschweißten Stahlrohre für Druckbeanspruchung gelten die Festlegungen der Reihe DIN EN 10217, s. Tab. 136.2.

Tabelle 136.2 Rohre für Druckbeanspruchung

Europäische Norm		Ersatz für
Nahtlose Stahlrohre für Druckbeanspruchungen – Technische Lieferbedingungen		
DIN EN 10216-1	Rohre aus unlegierten Stählen mit festgelegten Eigenschaften bei Raumtemperatur	DIN 1629 DIN 1630
DIN EN 10216-2	Rohre aus unlegierten und legierten Stählen mit festgelegten Eigenschaften bei erhöhten Temperaturen	DIN 17175 DIN 17176
DIN EN 10216-3 <sup>1)</sup>	Rohre aus legierten Feinkornbaustählen	DIN 17179
DIN EN 10216-4 <sup>1)</sup>	Rohre aus unlegierten und legierten Stählen mit festgelegten Eigenschaften bei tiefen Temperaturen	DIN 17173
DIN EN 10216-5 <sup>1)</sup>	Rohre aus nichtrostenden Stählen	DIN 17458 DIN 17459
Geschweißte Stahlrohre für Druckbeanspruchungen – Technische Lieferbedingungen		
DIN EN 10217-1	Rohre aus unlegierten Stählen mit festgelegten Eigenschaften bei Raumtemperatur	DIN 1626 DIN 1628
DIN EN 10217-2 <sup>1)</sup>	Elektrisch geschweißte Rohre aus unlegierten und legierten Stählen mit festgelegten Eigenschaften bei erhöhten Temperaturen	DIN 17177
DIN EN 10217-3 <sup>1)</sup>	Rohre aus legierten Feinkornbaustählen	DIN 17178
DIN EN 10217-4 <sup>1)</sup>	Elektrisch geschweißte Rohre aus unlegierten und legierten Stählen mit festgelegten Eigenschaften bei tiefen Temperaturen	DIN 17174
DIN EN 10217-5 <sup>1)</sup>	Unterpulverschweißte Rohre aus unlegierten und legierten Stählen mit festgelegten Eigenschaften bei erhöhten Temperaturen	–
DIN EN 10217-6 <sup>1)</sup>	Unterpulverschweißte Rohre aus unlegierten und legierten Stählen mit festgelegten Eigenschaften bei tiefen Temperaturen	DIN 17174
DIN EN 10217-7 <sup>1)</sup>	Rohre aus nichtrostenden Stählen	DIN 17457

<sup>1)</sup> s. Norm

## DIN EN 10216-1 Nahtlose Stahlrohre für Druckbeanspruchungen – Technische Lieferbedingungen – Rohre aus unlegierten Stählen mit festgelegten Eigenschaften bei Raumtemperatur (Jul 2004)

Die Norm enthält die technischen Anforderungen an nahtlose kreisförmige Rohre. Gemeinsam mit DIN EN 10297-1 werden die früher national geltenden Normen DIN 1629 und DIN 1630 ersetzt. In der neuen Norm wird das bisherige Prinzip unterschiedlicher Anforderungsstufen durch die Einführung von zwei Güten, TR1 und TR2, je Festigkeitsstufe abgelöst, s. Tab. 137.1. Die früher enthaltenen Anhaltswerte für die 0,2%-Dehngrenze bei erhöhten Temperaturen sind entfallen. Warmfestigkeitseigenschaften sind in den Teilen zwei und drei der Norm festgelegt. Ebenfalls entfallen ist die Angabe über zulässige Betriebsdrücke.

Die Rohre müssen nach einem Verfahren der nahtlosen Fertigung hergestellt werden. Entweder durch warm Umformen oder warm Umformen und kalt Fertigbearbeiten. Üblicherweise werden die Rohre entweder im Lieferzustand normalgeglüht oder normalisierend umgeformt geliefert. Der Stahl muss vollberuhigt sein (Desoxidationsart FF).

Der Höchstanteil für Schwefel beträgt 0,020% und für Phosphor 0,025%, Anhaltsangaben für weitere Elemente der chemischen Zusammensetzung (Schmelzenanalyse) s. Norm. Sofern nichts anderes vereinbart wird, werden die Rohre ohne temporären Korrosionsschutz geliefert. Anforderungen an die Oberflächenbeschaffenheit und innere Beschaffenheit, längenbezogene Masse und Prüfungen s. Norm.

Tabelle 137.1 DIN EN 10216-1 und DIN EN 10217-1: Mechanische Eigenschaften der Rohre mit festgelegten Werten der Kerbschlagarbeit (Auswahl).

Stahlsorte <sup>1)</sup> Kurzname WNr	$R_{eH}$ oder $R_{p0,2}$ N/mm <sup>2</sup> min. für $T$ in mm			mechanische Eigenschaften <sup>2) 3)</sup> $R_m$ N/mm <sup>2</sup>			Kerbschlagarbeit <sup>4) 5)</sup> KV in J min. bei einer Prüftemperatur in °C		
	≤ 16	> 16 bis 40	> 40 bis 60	$l$	$t$				
						0	-10	0	
<b>P195TR1</b> 1.0107	195	185	175	320 bis 440	27	25	–	–	–
<b>P195TR2</b> 1.0108							40	28 <sup>6)</sup>	27
<b>P235TR1</b> 1.0254	235	225	215	360 bis 500	25	23	–	–	–
<b>P235TR2</b> 1.0255							40	28 <sup>6)</sup>	27
<b>P265TR1</b> 1.0258	265	255	245	410 bis 570	21	19	–	–	–
<b>P265TR2</b> 1.0259							40	28 <sup>6)</sup>	27

<sup>1)</sup> Kurznamen und Werkstoffnummern nach DIN EN 10027. Gegenüber den früher geltenden Normen DIN 1629 und DIN 1630 sind die Stahlsorten St 52.0 und St 52.4 entfallen.

P = Stahl für Druckbeanspruchungen (pressure pipe), TR1 = Güten ohne festgelegten Aluminiumanteil, ohne festgelegte Werte für die Kerbschlagarbeit und ohne spezifische Prüfungen, TR2 = Güten mit festgelegtem Aluminiumanteil ( $Al_{gesamt}$  min. 0,02%), mit festgelegten Werten für die Kerbschlagarbeit und mit spezifischer Prüfung.

<sup>2)</sup> Zugversuch:  $R_{p0,2} = 0,2\%$ -Dehngrenze,  $R_{eH}$  = obere Streckgrenze,  $R_m$  = Zugfestigkeit. Ist die Streckgrenze nicht ausgeprägt, so ist die 0,2%-Dehngrenze zu bestimmen. Anmerkung: 1 N/mm<sup>2</sup> = 1 MPa.

<sup>3)</sup> Für Wanddicken > 60 mm sind die mechanischen Eigenschaften zu vereinbaren. **DIN EN 10217-1**: Anhaltsangaben zu mechanischen Eigenschaften gelten bis zu Wanddicken  $T \leq 40$  mm.

<sup>4)</sup>  $l$ : Längsrichtung;  $t$  = Querrichtung

<sup>5)</sup> Mindest-Durchschnittswert der Kerbschlagarbeit KV aus einem Satz von drei Proben.

<sup>6)</sup> Die Kerbschlagarbeit in Längsrichtung ist bei  $-10$  °C nachzuweisen (Bestellangaben Option 4).

### Bestellbeispiel: 100 t Rohre – 168,3 × 4,5 – EN 10216-1 – P235TR2 – Option 10: 3.1.C

In der Norm sind eine Reihe von Optionen zur Bestellangabe festgelegt, s. Norm. Die im Beispiel gewählte Option 10 bedeutet: von der Standardprüfbescheinigung abweichende Art der Prüfbescheinigung, hier Abnahmeprüfzeugnis 3.1 C nach DIN EN 10204. Standardprüfbescheinigung: Für die Güte TR1 wird ein Werkszeugnis 2.2 nach DIN EN 10204 ausgestellt, für die Güte TR2 ein Abnahmeprüfzeugnis 3.1. Wird bei der Bestellung von den entsprechenden Optionen kein Gebrauch gemacht, so gelten die Grundfestlegungen: Bestellmenge, Begriff „Rohr“, Maße, Stahlbezeichnung.

Die Rohre werden üblich nach Außendurchmesser  $D$  und Wanddicke  $T$  bestellt. Der Außendurchmesser ist in drei Reihen eingeteilt, welche die Verfügbarkeit von Zubehör für Rohrleitungssysteme darstellt. In der Reihe 1 sind Vorzugsmaße für Außendurchmesser  $D$  × Wanddicke  $T$  in mm enthalten: **10,2** × 1,6 1,8 2,0 2,3 2,6; **13,5** × 1,8 (... in gleicher Folge wie zuvor) 2,9 3,2 3,6; **17,2** × 1,8 (...) 4,0 4,5; **21,3** × 2,0 (...) 5,0; **26,9** × 2,0 (...) 5,6 6,3 7,1 8,0; **33,7** × 2,3 (...) 8,8; **42,4** × 2,6 (...) 10,0; **48,3** × 2,6 (...) 11,0 12,5; **60,3** × 2,9 (...) 14,2 16,0; **76,1** × 2,9 (...) 17,5 20,0; **88,9** × 3,2 (...) 22,2 25,0; **114,3** × 3,6 (...) 28,0 30,0 32,0; **139,7** × 4,0 (...) 36,0 40,0; **168,3** × 4,5 (...) 45,0 50,0; **219,1** × 5,6 (...) 55,0 60,0 65,0 70,0; **273,0** × 6,3 (...) 80,0; **323,9** × 7,1 (...) 90,0 100,0; **355,6** × 8,0 (...) 100,0; **406,4** × 8,8 (...) 100; **457,0** × 10,0 (...) 100,0; **508,0** × 11,0 (...) 100,0; **610,0** × 12,5 (...) 100,0; **711,0** × 25,0 (...) 100,0.

Grenzabmaße des Außendurchmessers:  $\pm 1\%$  oder  $\pm 0,5$  mm es gilt jeweils der größere Wert; weitere Maße und Grenzabmaße s. Norm. Festlegungen für die Reihen 2 und 3 s. Norm

## DIN EN 10216-2 Nahtlose Stahlrohre für Druckbeanspruchungen – Technische Lieferbedingungen – Rohre aus unlegierten und legierten Stählen mit festgelegten Eigenschaften bei erhöhten Temperaturen (Jul 2004)

Dieser Teil der DIN EN 10216 enthält die technischen Lieferbedingungen für nahtlose Rohre mit kreisförmigem Querschnitt aus unlegiertem und legiertem Stahl mit festgelegten Eigenschaften bei erhöhten Temperaturen.

Es sind zwei Prüfkategorien festgelegt: TC1 und TC2. Art der Prüfungen und Prüfumfang s. Norm. Bei der Prüfkategorie 2 werden zusätzlich zerstörungsfreie Prüfverfahren zum Nachweis von Längs- und Querfehlern und von Dopplungen gefordert. Die Rohrherstellung muss einem Verfahren der nahtlosen Fertigung erfolgen. Der Stahl muss vollberuhigt sein (Desoxidationsart FF).

Der Höchstanteil für Schwefel beträgt 0,020% und für Phosphor 0,025%, Anhaltangaben für weitere Elemente der chemischen Zusammensetzung (Schmelzenanalyse) s. Norm. Sofern nichts anderes vereinbart wird, werden die Rohre ohne temporären Korrosionsschutz geliefert. Anforderungen an die Oberflächenbeschaffenheit und innere Beschaffenheit, längenbezogene Masse und Prüfungen s. Norm. Für die Stahlsorten dieser Norm befinden sich informativ Anhaltangaben der Zeitstandfestigkeit in der Anlage A, s. Norm.

Tabelle 138.1 Rohre nach DIN EN 10216-2: Mindestwerte der 0,2%-Dehngrenze bei erhöhten Temperaturen (Auswahl)<sup>1)</sup>

Stahlsorte	Wanddicke in mm	Mindestdehngrenze $R_{p0,2}$ in N/mm <sup>2</sup> bei einer Temperatur in °C von										
		100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600
<b>P235GH</b>	≤60	198	187	170	150	132	120	112	108	–	–	–
<b>P265GH</b>	≤60	226	213	192	171	154	141	134	128	–	–	–
<b>16Mo3</b>	≤60	243	237	224	205	173	159	156	150	146	–	–
<b>14MoV6-3</b>	≤60	282	276	267	241	225	216	209	293	200	197	–
<b>13CrMo4-5</b>	≤60	264	253	245	236	192	182	174	168	166	–	–
<b>10CrMo9-10</b>	≤60	249	241	234	224	219	212	207	193	180	–	–
<b>X20CrMoV11-1</b>	≤100	–	–	430	415	390	380	360	330	290	250	–

<sup>1)</sup> Bei den Bestellangaben Option 6 angeben: Die 0,2%-Dehngrenze  $R_{p0,2}$  ist nachzuweisen. Die Prüftemperatur ist bei der Bestellung zu vereinbaren.

Tabelle 138.2 Mechanische Eigenschaften der Rohre nach DIN EN 10216-2 mit festgelegten Werten der Kerbschlagarbeit (Auswahl).

Stahlsorte <sup>1)</sup>	mechanische Eigenschaften <sup>2)</sup> <sup>3)</sup>													
	Kurzname WNr	$R_{eH}$ oder $R_{p0,2}$ N/mm <sup>2</sup> für $T$ in mm				$R_m$ N/mm <sup>2</sup>	$A^4)$ % min.		Kerbschlagarbeit <sup>4)</sup> <sup>5)</sup> KV in J min. bei einer Prüftemperatur in °C von					
		≤16	>16 bis 40	>40 bis 60	>60 bis 100		$l$	$t$	$l$					
									20	0	–10	20	$t$	0
<b>P235GH</b> 1.0345	235	225	215	–	360 bis 500	25	23	–	40 <sup>6)</sup>	28 <sup>7)</sup>	–	–	27 <sup>6)</sup>	–
<b>P265GH</b> 1.0425	265	255	245	–	410 bis 570	23	21	–	40 <sup>6)</sup>	28 <sup>7)</sup>	–	–	27 <sup>6)</sup>	–
<b>16Mo3</b> 1.5415	280	270	260	–	450 bis 600	22	20	–	–	–	–	–	27 <sup>6)</sup>	–
<b>14MoV6-3</b> 1.7715	320	320	310	–	460 bis 610	20	18	40 <sup>6)</sup> <sup>8)</sup>	–	–	–	–	27 <sup>6)</sup>	–
<b>13CrMo4-5</b> 1.7335	290	290	280	–	440 bis 590	22	20	40 <sup>6)</sup>	–	–	–	–	27 <sup>6)</sup>	–
<b>10CrMo9-10</b> 1.7380	280	280	270	–	480 bis 630	22	20	40 <sup>6)</sup>	–	–	–	–	27 <sup>6)</sup>	–
<b>X20CrMoV11-1</b> 1.4922	490	490	490	490	690 bis 840	17	14	40 <sup>6)</sup> <sup>8)</sup>	–	–	–	–	27 <sup>6)</sup>	–

<sup>1)</sup> Kurznamen und Werkstoffnummern nach DIN EN 10027. Von den in DIN 17175 genannten Stählen ersetzt P235GH die Stahlsorte St 35.8 (1.0305) und P265GH die Stahlsorte St 45.6 (1.0405), 17Mn4 (1.0481) und 19Mn5 (1.0482) sind entfallen. Insgesamt sind 21 Stahlsorten in DIN EN 10216-2 genormt.

P = Stahl für den Druckbehälterbau (pressure pipe), G = andere Merkmale, H = Hochtemperatur

<sup>2)</sup> mechanische Eigenschaften:  $R_{p0,2}$  = 0,2%-Dehngrenze,  $R_{eH}$  = obere Streckgrenze,  $R_m$  = Zugfestigkeit,  $A$  = Bruchdehnung.

<sup>3)</sup> Lieferzustände: +N: Normalglühen, +NT: Normalglühen +Anlassen, +QT: Vergüten (an Luft oder in Flüssigkeit), Zuordnung s. Norm

<sup>4)</sup>  $l$ : Längsrichtung;  $t$  = Querrichtung

<sup>5)</sup> Mindest-Durchschnittswert der Kerbschlagarbeit KV aus einem Satz von drei Proben.

<sup>6)</sup> Die Kerbschlagarbeit ist nachzuweisen (Bestellangaben Option 4)

<sup>7)</sup> Die Kerbschlagarbeit in Längsrichtung ist nachzuweisen (Bestellangaben Option 5)

<sup>8)</sup> Für Wanddicken  $T \geq 16$  mm ist der Kerbschlagbiegeversuch verbindlich

**Bestellbeispiel: 100 t Rohre – 168,3 × 4,5 – EN 10216-2 P265GH TC1 – Option 13: 3.1.C**

In der Norm sind eine Reihe von Optionen zur Bestellangabe festgelegt, s. Norm. Die im Beispiel gewählte Option 13 bedeutet: von der Standardprüfbescheinigung abweichende Art der Prüfbescheinigung, hier Abnahmeprüfzeugnis 3.1 C nach DIN EN 10204. Ein Abnahmeprüfzeugnis 3.1 B nach DIN EN 10204 ist auszustellen, wenn nicht Option 13 festgelegt ist. Wird bei der Bestellung von den entsprechenden Optionen kein Gebrauch gemacht, so gelten die Grundfestlegungen: Bestellmenge, Begriff „Rohr“, Maße, Stahlbezeichnung, Prüfkategorie für unlegierten Stahl.

Rohraußendurchmesser in Stufen bis 711,0 mm und Grenzabmaße des Außendurchmessers wie DIN EN 10216-1. DIN EN 10216-2 ersetzt die früheren national geltenden Normen DIN 17175 und DIN 17176.

**DIN EN 10217-1 Geschweißte Stahlrohre für Druckbeanspruchungen – Technische Lieferbedingungen – Rohre aus unlegierten Stählen mit festgelegten Eigenschaften bei Raumtemperatur (Apr 2005)**

Die Norm enthält die technischen Anforderungen geschweißter Stahlrohre. Gemeinsam mit anderen Europäischen Normen werden die früher national geltenden Normen DIN 1626 und DIN 1628 ersetzt. In der neuen Norm wird das bisherige Prinzip unterschiedlicher Anforderungsstufen durch die Einführung von zwei Güten, TR1 und TR2, je Festigkeitsstufe abgelöst. Die früher enthaltenen Anhaltswerte für die 0,2%-Dehngrenze bei erhöhten Temperaturen sind entfallen. Warmfestigkeitseigenschaften sind in den Teilen 2, 3 und 5 der Norm festgelegt. Ebenfalls entfallen ist die Angabe über zulässige Betriebsdrücke.

Das Stahlherstellungsverfahren bleibt der Wahl des Herstellers überlassen, der Stahl muss vollberuhigt sein (Desoxidationsart FF). Die Rohrherstellung bleibt ohne besondere Vereinbarung der Wahl des Herstellers überlassen. Herstellungsverfahren s. Tab. 132.1. Kontinuierliches Schweißen (BW) kommt nur für die Stahlsorten P195 und P235 mit  $D \leq 114,3$  mm zum Einsatz. Lieferzustände: geschweißt (ohne Wärmebehandlung), gesamtes Rohr normalgeglüht (NP), Schweißnahtbereich normalgeglüht (NW), normalisierend gewalzt (NR). Zuordnung zu einem Herstellverfahren s. Norm. Der Höchstanteil für Schwefel beträgt 0,020% und für Phosphor 0,025%, Anhaltangaben für weitere Elemente der chemischen Zusammensetzung (Schmelzenanalyse) s. Norm. Sofern nichts anderes vereinbart wird, werden die Rohre ohne temporären Korrosionsschutz geliefert. Anforderungen an die Oberflächenbeschaffenheit und innere Beschaffenheit, längenbezogene Masse und Prüfungen s. Norm. Werkstoffe und Anhaltangaben zu mechanischen Eigenschaften bis zu Wanddicken  $T = 40$  mm s. Tab. 139.1. Für höhere Wanddicken sind die mechanischen Eigenschaften zu vereinbaren.

**Bestellbeispiel: 100 t Rohre – 168,3 × 4,5 – EN 10217-1 – P235TR2 – Option 10: 3.1.C**

In der Norm sind eine Reihe von Optionen zur Bestellangabe festgelegt, s. Norm. Die im Beispiel gewählte Option 10 bedeutet: von der Standardprüfbescheinigung abweichende Art der Prüfbescheinigung, hier Abnahmeprüfzeugnis 3.1 C nach DIN EN 10204. Standardprüfbescheinigung: Für die Güte TR1 wird ein Werkzeugnis 2.2 nach DIN EN 10204 ausgestellt, für die Güte TR2 ein Abnahmeprüfzeugnis 3.1. Wird bei der Bestellung von den entsprechenden Optionen kein Gebrauch gemacht, so gelten die Grundfestlegungen: Bestellmenge, Begriff „Rohr“, Maße, Stahlbezeichnung.

Um eine unnötige Qualifizierung von Schweißverfahren zu vermeiden, werden Stähle ähnlichen Typs für SAW – Stahlrohre in die Gruppen 1 und 2 zusammengefasst. Ein für einen Stahl der Gruppe qualifiziertes Verfahren gilt für alle anderen Stähle innerhalb der Gruppe als qualifiziert. Ein für einen bestimmten Stahl der Gruppe 2 qualifiziertes Verfahren gilt auch für alle Stähle der Gruppe 1 als qualifiziert. Gruppe 1: **P195TR1/1.0107, P235TR1/1.0254, P265TR1/1.0258.**

Gruppe 2: **P195TR2/1.0108, P235TR2/1.0255, P265TR2/1.0259**

Die Rohre werden üblich nach Außendurchmesser  $D$  und Wanddicke  $T$  bestellt. Der Außendurchmesser ist in drei Reihen eingeteilt, welche die Verfügbarkeit von Zubehör für Rohrleitungssysteme darstellt. In der Reihe 1 sind Vorzugsmaße für Außendurchmesser  $D \times$  Wanddicke  $T$  in mm enthalten: **10,2 × 1,4 1,6 1,8 2,0 2,3 2,6; 13,5 × 1,4 (... in gleicher Folge wie zuvor) 2,9 3,2 3,6; 17,2 × 1,4 ... 4,0; 21,3 × 1,4 (...) 4,5; 26,9 × 1,4 (...) 5,0; 33,7 × 1,4 (...) 6,3 7,1 8,0; 42,4 48,3 × 1,4 (...) 8,8; 60,3 76,1 88,9 × 1,4 (...) 10,0; 114,3 × 1,4 (...) 11,0; 139,7 168,3 × 1,6 ... 11,0; 219,1 273,0 × 2,0 (...) 12,5; 323,9 355,6 406,4 × 2,6 (...) 12,5; 457,0 × 3,2 (...) 12,5; 508,0 × 3,2 (...) 14,2 16,0; 610,0 × 3,2 17,5 20,0 22,2 25,0 26,0; 711,0 × 4,0 (...) 30,0 32,0. Weitere genormte Außendurchmesser in mm: 813 914 1016 1067 1118 1219 1422 1829 2032 2235 2540.**

Grenzabmaße des Außendurchmessers:  $D \leq 219,1$  mm  $\pm 1\%$  oder  $\pm 0,5$  mm, es gilt jeweils der größere Wert,  $D > 219,1$  mm  $0,75\%$  oder  $\pm 6$  mm, es gilt jeweils der größere Wert, weitere Maße und Grenzabmaße s. Norm. Festlegungen für die Reihen 2 und 3 s. Norm.

**8.1.2.1.4 Präzisionsstahlrohre**

Unter dem gemeinsamen Titel Präzisionsstahlrohre besteht die Europäische Norm DIN EN 10305 aus sechs Teilen. Im Folgenden werden die Technischen Lieferbedingungen für nahtlose kaltgezogene, geschweißte kaltgezogene und geschweißte maßgewalzte Rohre behandelt. Die Festlegungen für die in den Teilen 4 bis 6 genannten Rohre für Hydraulik- und Pneumatik-Druckleitungen und Rohre mit quadratischem oder rechteckigem Querschnitt s. Norm. Typische Anwendungsgebiete der Teile 1 bis 4 der Norm: Allgemeiner Maschinenbau, Fahrzeugindustrie und Möbelindustrie.

Für die behandelten Teile 1 bis 3 der DIN EN 10305 gilt:

Das Stahlherstellungsverfahren bleibt der Wahl des Herstellers überlassen, der Stahl muss vollberuhigt sein (Desoxidationsart FF). Der Höchstanteil für Schwefel und für Phosphor beträgt jeweils 0,025%, Anhaltangaben für weitere Elemente (C, Si, Mn, Al) der chemischen Zusammensetzung nach der Schmelzenanalyse s. Norm. Sofern nichts anderes vereinbart wird, werden die Rohre mit einem temporären Korrosionsschutz nach Wahl des Herstellers geliefert.

**Bestellbeispiel:** Das Beispiel wurde für den Teil 3 der Norm gewählt, der Aufbau ist jedoch auf die anderen Teile übertragbar. **12 000 m Rohre – 40 × 1,5 – EN 10305-3 – E235 + N, S2 – 6 m Standardlänge – Option 18**

In der Norm sind eine Reihe von Optionen zur Bestellangabe festgelegt, s. Norm. Die im Beispiel gewählte Option 18 bedeutet: spezifische Prüfung. Wird die spezifische Prüfung verlangt, ist ein Abnahmeprüfzeugnis 3.1 nach DIN EN 10204 auszustellen! Die Standardprüfbescheinigung ist das Werkszeugnis 2.2 nach DIN EN 10204. Wird bei der Bestellung von den entsprechenden Optionen kein Gebrauch gemacht, so gelten die Grundfestlegungen: Bestellmenge, Begriff „Rohr“, Maße, Bezeichnung der Norm, Stahlbezeichnung, Lieferzustand einschließlich der Oberflächenbeschaffenheit (für die Teile 3 und 5), Art der Rohrlänge.

### DIN EN 10305-1 Präzisionsstahlrohre – Technische Lieferbedingungen – Nahtlose kaltgezogene Rohre (Feb 2003)

Es sind die technischen Lieferbedingungen und Maße für nahtlose kaltgezogene Präzisionsstahlrohre aus Stahl mit kreisförmigem Querschnitt festgelegt. Die Rohre sind aus warmgefertigten nahtlosen Rohren z. B. durch Kaltziehen herzustellen.

Tabelle 140.1 Stahlsorten nach DIN EN 10305-1 und DIN EN 10305-2 und mechanische Eigenschaften bei Raumtemperatur

Stahlsorte <sup>1)</sup>		Mindestwerte für den Lieferzustand <sup>2)</sup> 3)						
Kurzname WNR	Kurzname nach DIN 2391 und DIN 2393	$R_m$ N/mm <sup>2</sup>	+N		+C		+LC	
			$R_{eH}$ 4) N/mm <sup>2</sup>	A %	$R_m$ N/mm <sup>2</sup>	A %	$R_m$ N/mm <sup>2</sup>	A %
Stahlsorten nach DIN EN 10305-1								
<b>E215</b> <sup>5)</sup> 1.0212	St 30 Al	290 bis 430	215	30	430	8	380	12
<b>E235</b> 1.0308	St 35	340 bis 480	235	25	480	6	420	10
<b>E355</b> 1.0580	St 52	490 bis 630	355	22	640	4	580	7
Stahlsorten nach DIN EN 10305-2								
<b>E155</b> 1.0033	–	270 bis 410	155	28	400	6	350	10
<b>E195</b> 1.0034	RSt 34-2	300 bis 440	195	28	420	6	370	10
<b>E235</b> 1.0308	RSt 37-2	340 bis 480	235	25	490	6	440	10
<b>E275</b> 1.0225	St 44-2	410 bis 550	275	21	560	5	510	8
<b>E355</b> 1.0580	St 52-3	490 bis 630	355	22	640	4	590	6

1) Kurzname und Werkstoffnummer nach DIN EN 10027. Verwendung des Hauptsymbols „E“ statt „S“. Wert der oberen Streckgrenze, s. Werkstoffbezeichnung.

2) mechanische Eigenschaften:  $R_m$  = Zugfestigkeit,  $R_{eH}$  = obere Streckgrenze, A = Bruchdehnung. Eine nachfolgende Behandlung (kalt oder warm) kann die mechanischen Eigenschaften ändern.

3) Lieferzustände s. Tab. 140.2. Mindestwerte für die Lieferzustände +SR, +A s. Norm.

4) Bei Rohren mit einem Außendurchmesser  $\leq 30$  mm und einer Wanddicke  $\leq 3$  mm sind die  $R_{eH}$ -Mindestwerte um 10 N/mm<sup>2</sup> niedriger als hier angegeben

5) Aluminium, Massenanteil in %, min. = 0,025.

Die Rohre müssen innen, wie außen eine glatte Oberfläche aufweisen, s. Tab. 140.2, weitere Hinweise zur Oberflächenbeschaffenheit, Beschaffenheit der Rohrenden und Prüfungen s. Norm.

Tabelle 140.2 Lieferzustände und Oberflächenbeschaffenheit für Präzisionsstahlrohre nach DIN EN 10305-1

Bezeichnung	Symbol	Früheres Symbol (DIN 2391-1)	Beschreibung	Oberflächenbeschaffenheit <sup>1)</sup>
zugblank/hart	+C	BK	Ohne Wärmebehandlung nach dem abschließenden Kaltziehen.	$R_a \leq 4 \mu\text{m}$ für die äußere und innere Oberfläche
zugblank/weich	+LC	BKW	Nach der letzten Wärmebehandlung folgt in geeigneter Weise ein Kaltziehen in einem Stich.	$R_a \leq 4 \mu\text{m}$ für die äußere und innere Oberfläche
zugblank und spannungsarmgeglüht	+SR	BKS	Nach dem letzten Kaltziehen wird unter kontrollierter Atmosphäre spannungsarmgeglüht.	$R_a \leq 4 \mu\text{m}$ für die äußere Oberfläche
geglüht	+A	GBK	Nach dem letzten Kaltziehen werden die Rohre unter kontrollierter Atmosphäre geblüht.	$R_a \leq 4 \mu\text{m}$ für die äußere Oberfläche
normalgeglüht	+N	NBK	Nach dem letzten Kaltziehen werden die Rohre unter kontrollierter Atmosphäre normalgeglüht.	$R_a \leq 4 \mu\text{m}$ für die äußere Oberfläche

1)  $R_a$  Rauheit. Für die innere Oberfläche gilt diese Anforderung bei einem Innendurchmesser  $\geq 15$  mm.

Die Rohre sind nach Außen- und Innendurchmesser festgelegt. Nennmaße: Nennaußendurchmesser **D** und Nennwanddicke **T** in mm ( ): **4** 5 (0,5 0,8 1,0 1 2); **6** 7 (s. 4 u. 5 zusätzlich 1,5 1,8 2,0); **8** (s. 6 u. 7 zus. 2,2 2,5); **9** (s. 8 zus. 2,8); **10** (s.



9 zus. 3,0); **12** (s. 10 zus. 3,5 4,0); **14** (s. 12 zus. 4,5); **15** (s. 14 zus. 5,0); 16 18 (s. 15 zus. 5,5 6,0); **20 22** (s. 18 zus. 7,0); **25 26 28** (s. 22 zus. 8,0); **30 32 35 38 40** (s. 28 zus. 9,0 10,0); **42 45, 48, 50** (1,0 1,2 1,5 1,8 2,0 2,2 2,5 2,8 3,0 3,5 4,0 4,5 5,0 5,5 6,0 7,0 8,0 9,0 10,0); **55 60** (s. 50 zus. 12); **65 70** (s. 60 zus. 14); **75 80** (s. 70 zus. 16); **85 90** (von 1,5 in gleicher Folge wie bisher); **95 100 110 120** (von 2,0 wie 90 zus. 18); **130 140** (von 2,5 wie 120); **150 160 170** (von 3,0 wie 140 zus. 20); 180 (von 3,5 wie 170); **190 200** (von 3,5 wie 180 zus. 22); **220 240** (von 4,5 wie 200 zus. 25); **260** (von 5,0 wie 240). Grenzabmaße s. Norm.

DIN EN 10305-1 ersetzt die beiden Teile der früheren nationalen Norm DIN 2391.

### DIN EN 10305-2 Präzisionsstahlrohre – Technische Lieferbedingungen – Geschweißte kaltgezogene Rohre (Feb 2003)

Es sind die technischen Lieferbedingungen und Maße für geschweißte kaltgezogene Präzisionsstahlrohre aus Stahl mit kreisförmigem Querschnitt festgelegt. Die Rohre sind aus elektrisch geschweißten Rohren z. B. durch Kaltziehen herzustellen. Die Rohre müssen innen, wie außen eine glatte Oberfläche aufweisen:  $R_a \leq 4 \mu\text{m}$ . Für die innere Oberfläche gilt diese Anforderung bei einem Innendurchmesser  $\geq 15 \text{ mm}$ , weitere Hinweise zur Oberflächenbeschaffenheit, Beschaffenheit der Rohrenden und Prüfungen s. Norm. Mechanische Eigenschaften bei Raumtemperatur s. Tab 140.1.

Die Rohre sind nach Außen- und Innendurchmesser festgelegt. Rohraußendurchmesser  $D$  bis max. 150 mm in Stufen wie DIN EN 10305-1. Zugehörige Nennwanddicken  $T$  bis max. 10 mm und Grenzabmaße s. Norm.

DIN EN 10305-2 ersetzt die beiden Teile der früheren nationalen Norm DIN 2393.

### DIN EN 10305-3 Präzisionsstahlrohre – Technische Lieferbedingungen – Geschweißte maßgewalzte Rohre (Feb 2003)

Es sind die technischen Lieferbedingungen und Maße für geschweißte maßgewalzte Präzisionsstahlrohre aus Stahl mit kreisförmigem Querschnitt festgelegt. Kennzeichnende Merkmale dieser Rohre sind die hohe Maßgenauigkeit durch genau definierte Grenzabmaße und die gute Beschaffenheit der äußeren Oberfläche. Die Rohre sind aus Band durch elektrisches Schweißen herzustellen. Mögliche Güten der Oberflächenbeschaffenheit sind: S1 (roh schwarz), S2 (gebeizt), S3 (kaltgewalzt) und S4 (mit Überzug vereinbarter Beschaffenheit). Die Güten S1 und S3 gelten für Band, S2 und S4 für Band oder Rohr.

Tabelle 141.1 Stahlsorten für geschweißte maßgewalzte Rohre nach DIN EN 10305-3 und mechanische Eigenschaften bei Raumtemperatur

Kurzname WNR	Stahlsorte <sup>1)</sup> früherer Kurzname nach DIN 2394	Mindestwerte für den Lieferzustand <sup>2) 3)</sup>						
		+CR1		+A		+N		
		$R_m$ N/mm <sup>2</sup>	A %	$R_m$ N/mm <sup>2</sup>	A %	$R_m$ N/mm <sup>2</sup>	$R_{eH}$ <sup>4)</sup> N/mm <sup>2</sup>	A %
<b>E155</b> 1.0033	–	290	15	260	28	270 bis 410	155	28
<b>E195</b> 1.0034	RSt 34-2	330	8	290	28	300 bis 440	195	28
<b>E235</b> 1.0308	RSt 37-2	390	7	315	25	340 bis 480	235	25
<b>E275</b> 1.0225	St 44-2	440	6	390	21	410 bis 550	275	21
<b>E355</b> 1.0580	St 52-3	540	5	450	22	490 bis 630	355	22

<sup>1)</sup> Kurzname und Werkstoffnummer nach DIN EN 10027. Verwendung des Hauptsymbols „E“ statt „S“. Ersatz der früher genormten Stahlsorten mit geänderter chemischen Zusammensetzung. Die Stahlsorte E155 mit einem niedrigem Kohlenstoffgehalt C max. = 0,11% wurde zusätzlich aufgenommen.

<sup>2)</sup> mechanische Eigenschaften:  $R_m$  = Zugfestigkeit,  $R_{eH}$  = obere Streckgrenze, A = Bruchdehnung.

<sup>3)</sup> Lieferzustände. +CR1: geschweißt und maßgewalzt, üblicherweise nicht wärmebehandelt, aber für Schlussglühung geeignet; +A: gegläht (nach dem Schweißen und Maßwalzen werden die Rohre unter kontrollierter Atmosphäre gegläht); +N: normalgeglüht (nach dem Schweißen und Maßwalzen werden die Rohre unter kontrollierter Atmosphäre normalgeglüht). Mindestwerte für die Lieferzustände +CR2 s. Norm.

<sup>4)</sup> Bei Rohren mit einem Außendurchmesser  $\leq 30 \text{ mm}$  und einer Wanddicke  $\leq 3 \text{ mm}$  sind die  $R_{eH}$ -Mindestwerte um  $10 \text{ N/mm}^2$  niedriger als hier angegeben.

Mechanische Eigenschaften für den Lieferzustand +CR2, geschweißt und maßgewalzt (Wärmebehandlung nach dem Schweißen und Maßwalzen nicht vorgesehen), bei Raumtemperatur für die Stahlsorten (Kurzname/Werkstoffnummer) **E190/1.0031**; **E220/1.0215**; **E260/1.0220**; **E320/1.0237**; **E370/1.0261**; **E420/1.0575** s. Norm. Festgelegte Mindeststreckgrenze in  $\text{N/mm}^2$  s. Werkstoffbezeichnung.

Die Rohre müssen innen, wie außen eine glatte Oberfläche aufweisen:  $R_a = 4 \mu\text{m}$ , weitere Hinweise zur Oberflächenbeschaffenheit und inneren Beschaffenheit, Beschaffenheit der Rohrenden und Prüfungen s. Norm.

Die Rohre sind nach Außendurchmesser und Wanddicke festgelegt. Nennmaße: Nennaußendurchmesser  $D$  und Wanddicke  $T$  in mm ( ): **6** ( 0,6 0,8 1,0); **8 10** (s. 6 zusätzlich 1,2 1,5); **12** (s. 8 u.10 zus. 1,8 2,0); **15 16** (s. 12 zus. 2,2); **18** (s. 15 u. 16 zus. 2,5); **19 20 22 25** (s. 18 zus. 3,0); **28 30** (s. 25 zus. 3,5); **32** (0,8 1,0 1,2 1,5 1,8 2,0 2,2 2,5 3,0 3,5); **35** (1,0 1,2 1,5 1,8 2,0 2,2 2,5 3,0 3,5); **38 40 42 42,4 44 45** (s.35 zus. 4,0); **48,3 50** (s. 45 zus. 4,5); **51 55 57** (1,0 1,2 1,5 1,8 2,0 2,2 2,5 3,0 3,5 4,0 4,5); **60 63,5 70 76** (s. 57 zus. 5,0 5,5); **80 89 90 100 101,6 108 114 120 127 133 139,7 159 168 193,7** (s. 76 zus. 6,0). Grenzabmaße s. Norm.

DIN EN 10305-2 ersetzt die Teile 1 und 2 der früheren nationalen Norm DIN 2394.

### 8.1.2.1.5 Flacherzeugnisse aus Stahl zum Kaltumformen

Im Gegensatz zu allgemeinen Baustählen gilt für weiche Stähle zum Kaltumformen, dass die Werkstoffgüte steigt, indem die Werte für die Streckgrenze und die Zugfestigkeit abnehmen.

Tabelle 142.1 Aufbau des Bezeichnungssystems nach DIN EN 10027-1 für Flacherzeugnisse zum Kaltumformen

Hauptsymbole					Zusatzsymbole für Stähle	Zusatzsymbole für Stahlerzeugnisse
Aufbau	a	a	n	n	an ...	+ an + an ...
	1	2	3	4	5	6
Beispiel	D	X	5	1	D	+Z

a = Buchstabe, n = Ziffer, an = alphanumerisch

Pos. 1 Hauptsymbol nach Tab. 111.1 (D für Flacherzeugnisse zum Kaltumformen)

Pos. 2 Kennbuchstaben nach Tab. 111.1. Nennstreckgrenze für kontinuierlich geglühte Sorten (H) oder für losweise geglühte Sorten (S).

Pos. 3 und 4 Symbole zur Charakterisierung der Stähle

Pos. 5 Gruppe 1: Zusatzsymbole nach Tab. 112.2 (D, ED, EK,H, T, G). Gruppe 2 entfällt

Pos. 7 Zusatzsymbole für Stahlerzeugnisse: Art des Überzuges, Behandlungszustand s. Tab. 113.1 und 113.2

### DIN EN 10111 Kontinuierlich warmgewalztes Band und Blech aus weichen Stählen zum Kaltumformen – Technische Lieferbedingungen (Mrz 1998)

Bleche und Bänder nach dieser Norm werden in Dicken  $\geq 1,5$  mm und  $\leq 8$  mm geliefert, üblicherweise im Walzzustand. Bei der Bestellung der Erzeugnisse kann die entzünderte, dann im Normalfall aber auch geölte Oberfläche, vereinbart werden. Entzünderte Erzeugnisse können auch mit geschnittenen Kanten (GK) geliefert werden. Lieferbreite s. DIN EN 10079.

Die Stahlsorten DD12, DD13 und DD14 werden als vollständig beruhigte Stähle geliefert (Desoxidationsart FF). Die Anforderungen an die Tiefziehbarkeit sind gegeben. Die Eignung zum Schweißen ist i. Allg. gegeben. Für die Grenzabmaße und Formtoleranzen gilt DIN EN 10051. Auf Vereinbarung kann DIN EN 10152 zur Anwendung kommen.

**Beispiel: Band EN 10111-DD13.** DIN EN 10111 ersetzt DIN 1614-2. Stahlsorte UStW 23 wurde gestrichen.

Tabelle 142.2 Eigenschaften von Band und Blech nach DIN EN 10111

Kurzname <sup>1)</sup>	WNr <sup>1)</sup>	Stahlsorte		Mechanische Eigenschaften <sup>2)</sup>				Chemische Zusammensetzung (Schmelzenanalyse) Massenanteile in %, max.					
		Bezeichnung nach DIN 1614-2	Stahlsorte nach EURONORM 111-77	$R_{eL}$ N/mm <sup>2</sup>		$R_m$ N/mm <sup>2</sup> max	$A_{80}$ % min.						
				Blechedicke in mm				Blechedicke in mm					
				$1,5 \leq e < 2$	$2 \leq e \leq 8$			$1,5 \leq e < 2$	$2 \leq e < 3$	C	Mn	P	S
DD11	1.0332	StW 22	FeP 11	170/360	170/340	440	23	24		0,12	0,60	0,045	0,045
DD12	1.0398	RRStW 23	FeP 12	170/340	170/320	420	25	26		0,10	0,45	0,035	0,035
DD13	1.0335	StW 24	FeP 13	170/330	170/310	400	28	29		0,08	0,40	0,030	0,030
DD14	1.0389	–	–	170/310	170/290	380	31	32		0,08	0,35	0,025	0,025

<sup>1)</sup> Kurzname und Werkstoffnummer nach DIN EN 10027 (das erste D = Bezeichnung für Flacherzeugnisse aus weichen Stählen zum Kaltumformen, das zweite D = zur unmittelbaren Kaltumformung bestimmt).

<sup>2)</sup>  $R_{eL}$  = untere Streckgrenze,  $R_m$  = Zugfestigkeit,  $A$  = Bruchdehnung ( $L_0 = 80$  mm), Bruchdehnung für  $3 \leq e \leq 8$ , s. Norm. Die Werte gelten nur für warmgewalzte Erzeugnisse im nicht entzünderten oder im chemisch entzünderten Zustand, unabhängig davon, ob die Erzeugnisse leicht kalt nachgewalzt sind oder nicht. Die Zugproben sind bevorzugt quer zur Walzrichtung zu entnehmen. Geltungsdauer der mechanischen Eigenschaften: sechs Monate für DD12, DD13 und DD14, ein Monat für DD11.

### DIN EN 10130 Kaltgewalzte Flacherzeugnisse aus weichen Stählen zum Kaltumformen – Technische Lieferbedingungen (Feb 1999)

Diese Norm gilt für kaltgewalzte Flacherzeugnisse ohne Überzug in Walzbreiten  $\geq 600$  mm und Dicken von 0,35 mm bis 3 mm, die zum Kaltumformen bestimmt sind. Lieferformen: Blech, Breitband, längsgeteiltes Breitband oder Stäbe aus längsgeteiltem Breitband oder Blech.

Die Desoxidationsart der Stahlsorte DC01 bleibt der Wahl des Herstellers überlassen, alle anderen Stahlsorten dieser Norm werden vollständig beruhigt geliefert. Die Erzeugnisse werden entweder in der Oberflächenart A oder B geliefert. A: kleine Fehler, welche die Eignung zum Umformen nicht beeinträchtigen sind zulässig; B: die bessere Seite muss soweit fehlerfrei sein, dass das einheitliche Aussehen einer Qualitätslackierung/eines elektrolytisch aufgetragenen Überzuges nicht beeinträchtigt wird, die andere Seite muss mindestens A entsprechen. Oberflächenausführung, Kennzeichen ( ), Mittenrauhwert  $R_a$ : besonders glatt (b),  $R_a \leq 0,4 \mu\text{m}$ ; glatt (g),  $R_a \leq 0,9 \mu\text{m}$ ; matt (m),  $0,6 \mu\text{m} < R_a \leq 1,9 \mu\text{m}$ ; rau (r),  $R_a > 1,6 \mu\text{m}$ . Oberflächenart und Oberflächenausführung sind bei der Bestellung anzugeben, ohne Angabe wird (m) geliefert. Die Erzeugnisse werden üblicherweise im kalt nachgewalzten Zustand und geölt geliefert.

**Bezeichnungsbeispiel** für Breitband aus der Stahlsorte DC06, Oberflächenart B, Oberflächenausführung glatt:

**Breitband EN 10130 – DC06 – B – g**

Schweißseignung ist i. Allg. gegeben. Anforderungen an Härte und Tiefung sind nicht mehr enthalten. Für die Stahlsorten DC03 bis DC06 sind dafür Mindestwerte für die senkrechte Anisotropie (r) und den Verfestigungsexponenten (n)

aufgeführt. Sie dienen zur Beurteilung der Tiefziehfähigkeit, bzw. der Eignung zum Streckziehen. Angaben zu Prüfungen, Kennzeichnung, Verpackung, Hinweise zur Ermittlung der senkrechten Anisotropie *r* und des Verfestigungsexponenten *n* s. Norm. Grenzabmaße und Formtoleranzen s. DIN EN 10131.

Tabelle 143.1 Kaltgewalzte Flacherzeugnisse nach DIN EN 10130, Eigenschaften

Kurzname EN10027-1	WNr. EN10027-2	Stahlsorte, Bezeichnung DIN 1623-1	Mechanische Eigenschaften <sup>2)</sup>			Freiheit von Fließfiguren <sup>11)</sup>	<i>r</i> <sub>90</sub> min. <sup>12)</sup>	<i>n</i> <sub>90</sub> min. <sup>12)</sup>	Chemische Zusammensetzung <sup>3)</sup>			
			<i>R</i> <sub>e</sub> <sup>5)</sup> in N/mm <sup>2</sup>	<i>R</i> <sub>m</sub> in N/mm <sup>2</sup>	<i>A</i> <sub>80</sub> <sup>6)</sup> in %				C %	P %	S %	Mn %
DC01 <sup>4)</sup>	1.0330	St 12	-/280 <sup>7)</sup> <sup>8)</sup>	270 bis 410	28	3 Monate <sup>9)</sup>	–	–	0,12	0,045	0,045	0,60
DC03	1.0347	RR St 13	-/240 <sup>7)</sup>	270 bis 370	34	6 Monate <sup>10)</sup>	1,3	–	0,10	0,035	0,035	0,45
DC04	1.0338	RR St 14	-/210 <sup>7)</sup>	270 bis 360	38		1,6	0,180	0,08	0,030	0,030	0,40
DC05	1.0312	–	-/180 <sup>7)</sup>	270 bis 330	40	unbegrenzt	1,9	0,200	0,06	0,025	0,025	0,35
DC06	1.0873	–	-/180 <sup>7)</sup>	270 bis 350	38		<i>r</i> <sub>90</sub> min.	<i>n</i> <sub>90</sub> min.	0,02	0,020	0,020	0,25
							1,8	0,220				

- 1) Vergleich der neuen Kurznamen mit den früheren nationalen Bezeichnungen. Hinweis: Gegenüber DIN EN 10130, Ausgabe 1990-10, wurden aufgrund der Veröffentlichung der DIN EN 10027 die Kurznamen vollständig geändert, statt Kurzname FeP01 jetzt DC01, FeP03 jetzt DC03, FeP04 jetzt DC04, FeP05 jetzt DC05, FeP06 jetzt DC06.
- 2) Die Werte für die mechanischen Eigenschaften gelten nur für den kalt nachgewalzten Zustand. Geltungsdauer der mechanischen Eigenschaften der Stahlsorten DC03 bis DC06: 6 Monate nach der Zurverfügungstellung.
- 3) Höchstwerte nach der Schmelzanalyse (Massenanteile). Titangehalt für die Sorte DC06 = 0,3%. Titan kann durch Niob ersetzt werden.
- 4) Erzeugnisse aus DC01 sollten innerhalb von 6 Wochen nach der Zurverfügungstellung verarbeitet werden.
- 5) Die Werte gelten bei nicht ausgeprägter Streckgrenze für die 0,2%-Dehngrenze, sonst für die untere Streckgrenze. Bei Dicken ≤ 0,7 mm, jedoch > 0,5 mm, sind um 20 N/mm<sup>2</sup> höhere Maximalwerte für *R*<sub>e</sub> zulässig. Bei Dicken ≤ 0,5 mm sind um 40 N/mm<sup>2</sup> höhere Maximalwerte für *R*<sub>e</sub> zulässig.
- 6) Bei Dicken ≤ 0,7 mm, jedoch > 0,5 mm, sind um 2 Einheiten niedrigere Werte für die Bruchdehnung *A*<sub>80</sub> zulässig. Bei Dicken ≤ 0,5 mm sind um 4 Einheiten niedrigere Werte zulässig.
- 7) Für Konstruktionszwecke kann bei den Stahlsorten DC01 bis DC05 ein Mindestwert für *R*<sub>e</sub> von 140 N/mm<sup>2</sup> angenommen werden, für die Stahlsorte DC06 kann ein Mindestwert für *R*<sub>e</sub> von 120 N/mm<sup>2</sup> angenommen werden.
- 8) Der obere Grenzwert von 280 N/mm<sup>2</sup> gilt bei der Stahlsorte DC01 nur für eine Frist von 8 Tagen nach der Zurverfügungstellung durch den Hersteller.
- 9) nach der Zurverfügungstellung von kalt nachgewalzten Erzeugnissen bei der Oberflächenart B
- 10) nach der Zurverfügungstellung von kalt nachgewalzten Erzeugnissen bei den Oberflächenarten A und B.
- 11) Im Allgemeinen werden Erzeugnisse beim Hersteller nach dem Glühen leicht kalt nachgewalzt. Damit soll bei der späteren Verarbeitung (Umformen) die Bildung von Fließfiguren vermieden werden. Jedoch kann die Neigung zur Bildung von Fließfiguren einige Zeit nach dem Kaltwalzen wieder auftreten. Fließfiguren bei nicht kalt nachgewalzten Erzeugnissen sind zulässig. Erzeugnisse aus DC06 weisen keine Fließfiguren auf.
- 12) Die *r*- und *n*- bzw. *r*- und *n*-Werte gelten nur für Erzeugnisse ≥ 0,5 mm. Für Dicken > 2 mm vermindert sich der *r*- bzw. *n*-Wert um 0,2.

**DIN EN 10139 Kaltband ohne Überzug aus weichen Stählen zum Kaltumformen – Technische Lieferbedingungen (Dez 1997)**

Tabelle 143.2 Mechanische Eigenschaften für Kaltband nach DIN EN 10139

Kurzname	Stahlsorte <sup>1)</sup> WNr	Lieferzustand Bezeichnung	Kurzzeichen	Mechanische Eigenschaften <sup>2)</sup>				Härte HV <sup>3)</sup>	
				<i>R</i> <sub>e</sub> in N/mm <sup>2</sup>	<i>R</i> <sub>m</sub> in N/mm <sup>2</sup>	<i>A</i> 80 in %, min.	<i>A</i> 50 in %, min.	min.	max.
DC01	1.0330	geglüht	A	–	270 bis 390	28	30	–	105
		leicht nachgewalzt	LC	max. 280 <sup>4)</sup> <sup>7)</sup>	270 bis 410 <sup>7)</sup>	28 <sup>5)</sup> <sup>7)</sup>	30 <sup>5)</sup> <sup>7)</sup>	–	115 <sup>7)</sup>
		kaltverfestigt	C290	200 bis 380	290 bis 430	18	24	95	125
			C340	min. 250	340 bis 490	–	–	105	155
			C390	min. 310	390 bis 540	–	–	117	172
			C440	min. 360	440 bis 590	–	–	135	185
			C490	min. 420	490 bis 640	–	–	155	200
			C590	min. 520	590 bis 740	–	–	185	225
C690	min. 630	min. 690	–	–	215	–			

Fortsetzung s. nächste Seite



Tabelle 143.2 Fortsetzung

Stahlsorte <sup>1)</sup>		Lieferzustand		Mechanische Eigenschaften <sup>2)</sup>				Härte HV <sup>3)</sup>	
Kurzname	WNr	Bezeichnung	Kurzzeichen	$R_e$ in N/mm <sup>2</sup>	$R_m$ in N/mm <sup>2</sup>	A 80 in %, min.	A 50 in %, min.	min.	max.
DC03	1.0347	geglüht	A	–	270 bis 370	34	36	–	100
		leicht nachgewalzt	LC	max. 240 <sup>4)</sup> 7)	270 bis 370 <sup>7)</sup>	34 <sup>5)</sup> 7)	36 <sup>5)</sup> 7)	–	110 <sup>7)</sup>
		kaltverfestigt	C290	210 bis 355	290 bis 390	22	24	95	117
			C340	min. 240	340 bis 440	–	–	105	130
			C390	min. 330	390 bis 490	–	–	117	155
			C440	min. 380	440 bis 540	–	–	135	172
			C490	min. 440	490 bis 590	–	–	155	185
			C590	min. 540	min. 590	–	–	185	–
DC04	1.0338	geglüht	A	–	270 bis 350	38	40	–	95
		leicht nachgewalzt	LC	max. 210 <sup>4)</sup> 6) 7)	270 bis 350 <sup>7)</sup>	38 <sup>5)</sup> 7)	40 <sup>5)</sup> 7)	–	105 <sup>7)</sup>
		kaltverfestigt	C290	220 bis 325	290 bis 390	24	26	95	117
			C340	min. 240	340 bis 440	–	–	105	130
			C390	min. 350	390 bis 490	–	–	117	155
			C440	min. 400	440 bis 540	–	–	135	172
			C490	min. 460	490 bis 590	–	–	155	185
			C590	min. 560	590 bis 740	–	–	185	215
DC05	1.0312	leicht nachgewalzt	LC	max. 180 <sup>4)</sup> 7)	270 bis 330 <sup>7)</sup>	40 <sup>5)</sup> 7)	42 <sup>5)</sup> 7)	–	100 <sup>7)</sup>
DC06	1.0873	leicht nachgewalzt	LC	max. 180 <sup>4)</sup> 7)	270 bis 350 <sup>7)</sup>	38 <sup>5)</sup> 7)	40 <sup>5)</sup> 7)	–	–

<sup>1)</sup> Bezeichnungen nach DIN EN 10027. Unlegierter Qualitätsstahl: DC01 bis DC05; legierter Qualitätsstahl: DC06 (s. DIN EN 10020).

<sup>2)</sup>  $R_e$  = Streckgrenze,  $R_m$  = Zugfestigkeit, A = Bruchdehnung. Für Konstruktionszwecke kann bei den Stahlsorten DC01 bis DC05 für die Lieferzustände A und LC ein Mindestwert für  $R_e$  von 140 N/mm<sup>2</sup> angenommen werden, für die Stahlsorte DC06 kann ein Mindestwert für  $R_e$  von 120 N/mm<sup>2</sup> angenommen werden.

<sup>3)</sup> Bei einer Bestellung kann vereinbart werden, dass anstelle der mechanischen Eigenschaften des Zugversuches die Härtewerte nach Vickers verbindlich sein sollen.

<sup>4)</sup> Die Werte für die Streckgrenze gelten bei nicht ausgeprägter Streckgrenze für die 0,2%-Dehngrenze, sonst für die untere Streckgrenze. Bei Dicken  $\leq 0,7$  mm, jedoch  $> 0,5$  mm, sind um 20 N/mm<sup>2</sup> höhere Maximalwerte für  $R_e$  und um 5 Einheiten höhere Werte für die Härte HV zulässig. Bei Dicken  $\leq 0,5$  mm sind um 40 N/mm<sup>2</sup> höhere Maximalwerte für  $R_e$  und um 10 Einheiten höhere Werte für die Härte HV zulässig.

<sup>5)</sup> Bei Dicken  $\leq 0,7$  mm, jedoch  $> 0,5$  mm, sind um 2 Einheiten niedrigere Werte für die Bruchdehnung zulässig. Bei Dicken  $\leq 0,5$  mm, jedoch  $> 0,2$  mm sind um 4 Einheiten niedrigere Werte für die Bruchdehnung zulässig. Bei Dicken  $\leq 0,2$  mm verringern sich die Mindestwerte für die Bruchdehnung um 6 Einheiten.

<sup>6)</sup> Für Dicken  $> 1,5$  mm erhöht sich der Höchstwert der Streckgrenze auf 235 N/mm<sup>2</sup>.

<sup>7)</sup> Die in der Tabelle angegebenen Werte gelten nur für die Oberflächenart MA (Für MB und MC:  $R_m$  (+20 N/mm<sup>2</sup>); A (–2 Einheiten); HV (+5 Einheiten)).

Kaltband aus weichen, unlegierten und legierten Stählen ist zum Kaltumformen, Aufbringen von Oberflächenüberzügen und Schweißen geeignet. Beim Schweißen der Stähle, bzw. bei Aufbringen metallischer Überzüge durch Schmelztauchverfahren ist in den Lieferzuständen C290 bis C690 auf mögliche Veränderungen der mechanischen Eigenschaften (Festigkeitskennwerte) zu achten. Die Erzeugnisse sind nicht für das Abschreckhärten und Vergüten bestimmt. Einsatzhärten ist möglich. Kaltband wird in Walzbreiten  $< 600$  mm und daraus durch Ablängen erzeugte Stäbe in Dicken bis 10 mm geliefert. Die Desoxidationsart („Stahlberuhigung“) der Stahlsorte DC01 bleibt der Wahl des Herstellers überlassen, alle anderen Stahlsorten dieser Norm werden vollständig beruhigt (FF) geliefert.

Die Erzeugnisse werden entweder in der Oberflächenart MA, MB oder MC geliefert. MA: blanke, metallische reine Oberfläche, Poren, kleine Fehler und leichte Kratzer sind zulässig; MB: Merkmale wie MA, jedoch nur in so geringem Umfang

zulässig, dass beim Betrachten mit bloßem Auge das einheitliche glatte Aussehen nicht wesentlich beeinträchtigt erscheint; MC: Merkmale wie MA, jedoch nur in so geringem Umfang zulässig, dass das einheitliche Aussehen der glänzenden Oberfläche nicht beeinträchtigt wird. Oberflächenausführung, Kennzeichen ( ), Mittenrauigkeit  $R_a$  für MA und MB: glatt (RL),  $R_a \leq 0,6 \mu\text{m}$ ; rau (RR),  $R_a \geq 1,5 \mu\text{m}$ ; matt (RM),  $0,6 \mu\text{m} < R_a \leq 1,8 \mu\text{m}$ . Oberflächenausführung für MC: glänzend (RN),  $R_a \leq 0,2 \mu\text{m}$ . Oberflächenart und Oberflächenausführung sind bei der Bestellung anzugeben, ohne Angabe wird (RL) geliefert. Kennzeichen der Oberflächenart DIN EN 10139/DIN 1624: MA/BK; MB/RP; MC/RPG. Freiheit von Fließfiguren: 3 Monate für die Sorte DC01, sechs Monate für die anderen Sorten.

**Bezeichnungsbeispiel** für Kaltband aus der Stahlsorte DC03, gegläht (A), Oberflächenart blank (MA), Oberflächenausführung glatt (RL): **Kaltband EN 10139 – DC03+A – MA**

Angaben zu Prüfungen, Eignungshinweise, Hinweise zur Ermittlung der senkrechten Anisotropie und des Verfestigungsexponenten s. Norm. Chemische Zusammensetzung s. Tab. 112.2. Grenzabmaße und Formtoleranzen s. DIN EN 10140. Anforderungen an die Tiefung sind in vorliegender Norm, die DIN 1624 ersetzt, gestrichen.

### DIN EN 10152 Elektrolytisch verzinkte kaltgewalzte Flacherzeugnisse aus Stahl zum Kaltumformen – Technische Lieferbedingungen (Aug 2003)

Bleche und Bänder nach dieser Norm werden in Dicken von 0,35 mm bis 3 mm in gewalzten Breiten  $\geq 600$  mm geliefert (Feinblech), üblicherweise im kalt nachgewalzten Zustand.

Tabelle 145.1 Eigenschaften von Stählen nach DIN EN 10152<sup>1)</sup> und Oberflächenbeschaffenheit

Kurznamen <sup>2)</sup>	Stahlsorte		Mechanische Eigenschaften <sup>3)</sup>		Oberflächenbeschaffenheit der Stähle		
	WNr <sup>2)</sup>	Kurzname nach DIN 17163	$R_e$ max.	$A_{90}$	Oberflächenart	Oberflächenbehandlung Kennbuchstabe   Art der Oberflächenbehandlung	
DC01 + ZE	1.0330	St 12 ZE	280	28	<b>Oberflächenart A</b> Fehler wie Poren, kleine Riefen, kleine Warzen, leichte Kratzer und eine leichte Verfärbung, welche die Eignung zum Umformen und die Haftung von Oberflächenüberzügen nicht beeinträchtigen, sind zulässig.	P	phosphatiert
						PC	phosphatiert und chemisch behandelt
DC03 + ZE	1.0347	RRSt 13 ZE	240	34	<b>Oberflächenart B</b> Die bessere Seite muss so weit fehlerfrei sein, dass das einheitliche Aussehen einer Qualitätslackierung nicht beeinträchtigt wird. Bei einseitiger Verzinkung gilt diese Anforderung für die unverzinkte Seite. Die andere Seite muss mindestens den Anforderungen der Oberflächenart A entsprechen.	C	chemisch passiviert
						PCO	phosphatiert, chemisch behandelt und geölt <sup>4)</sup>
DC04 + ZE	1.0338	St 14 ZE	210	38	<b>Oberflächenart B</b> Die bessere Seite muss so weit fehlerfrei sein, dass das einheitliche Aussehen einer Qualitätslackierung nicht beeinträchtigt wird. Bei einseitiger Verzinkung gilt diese Anforderung für die unverzinkte Seite. Die andere Seite muss mindestens den Anforderungen der Oberflächenart A entsprechen.	CO	chemisch passiviert und geölt
						PO	phosphatiert und geölt
DC05 + ZE	1.0312	–	190	39	<b>Oberflächenart B</b> Die bessere Seite muss so weit fehlerfrei sein, dass das einheitliche Aussehen einer Qualitätslackierung nicht beeinträchtigt wird. Bei einseitiger Verzinkung gilt diese Anforderung für die unverzinkte Seite. Die andere Seite muss mindestens den Anforderungen der Oberflächenart A entsprechen.	O	geölt
						S	versiegelt
DC06 + ZE	1.0873	–	190	37	<b>Oberflächenart B</b> Die bessere Seite muss so weit fehlerfrei sein, dass das einheitliche Aussehen einer Qualitätslackierung nicht beeinträchtigt wird. Bei einseitiger Verzinkung gilt diese Anforderung für die unverzinkte Seite. Die andere Seite muss mindestens den Anforderungen der Oberflächenart A entsprechen.	U	ohne Oberflächenbehandlung <sup>5)</sup>

<sup>1)</sup> Anhaltsangaben zur Zugfestigkeit, senkrechten Anisotropie, Verfestigungsexponenten sowie zur chemischen Zusammensetzung, Geltungsdauer der Eigenschaften und Freiheit von Fließfiguren s. DIN EN 10130, Tab. 143.1.

<sup>2)</sup> Kurzname und Werkstoffnummer nach DIN EN 10027. (D = Bezeichnung für Flacherzeugnisse aus weichen Stählen zum Kaltumformen, C = kaltgewalzt). ZE = Symbol für elektrolytisch verzinkt.

<sup>3)</sup> Die Werte gelten nur für den kalt nachgewalzten Zustand. Die Werte gelten bei nicht ausgeprägter Streckgrenze für die 0,2%-Dehngrenze, sonst für die untere Streckgrenze. Bei Dicken  $\leq 0,7$  mm, jedoch  $> 0,5$  mm, sind um  $20 \text{ N/mm}^2$  höhere Maximalwerte für  $R_e$  zulässig. Bei Dicken  $\leq 0,5$  mm sind um  $40 \text{ N/mm}^2$  höhere Maximalwerte für  $R_e$  zulässig.  $R_{eL}$  = untere Streckgrenze in N/mm, A = Bruchdehnung in%. Anmerkung:  $1 \text{ N/mm}^2 = 1 \text{ MPa}$ .

<sup>4)</sup> Korrosionsschutz i. Allg. am größten, jedoch zeitlich begrenzt

<sup>5)</sup> Die Lieferung ohne Oberflächenbehandlung erfolgt nur auf entsprechenden Wunsch des Bestellers.

Das Aufbringen eines Zinküberzuges durch Abscheiden von Zink aus einem Elektrolyten (wässrige Lösung eines Zinksalzes) unter Einfluss eines elektrischen Feldes auf eine entsprechend vorbereitete Oberfläche wird elektrolytisches Verzinken (ZE) genannt. Die Zinkschicht ist festhaftend und darf nach dem Falten keine Ablätterungen aufweisen. Die Verzinkung kann einseitig oder beidseitig erfolgen, dann auch mit unterschiedlicher Schichtdicke je Seite (einseitige Verzinkung, z. B. Z25/00; Differenzverzinkung, z. B. ZE75/25). Bei der Benennung wird der zehnfache Wert der Nennzinkauflage angegeben, z. B. entspricht ZE50/50 einer Zinkauflage von  $5 \mu\text{m}$  je Seite. Zinkauflagen zweiseitig: 2,5 5,0 7,5 10,0  $\mu\text{m}$  je Seite. Differenzverzinkung: Kombination der genannten Überzüge. Die Einteilung der Erzeugnisse erfolgt nach DIN EN 10020 in legierten Qualitätsstahl für die Sorte DC06 und unlegierte Qualitätsstähle für die Sorten DC01 bis DC05 und nach ihrer zunehmenden Eignung zum Kaltumformen: DC01 = Ziehgüte; DC03 = Tiefziehgüte; DC04 und DC05 = Sondertiefziehgüte; DC06 = Spezialtiefziehgüte. Die Desoxidationsart wird für die Sorte DC01 nach Wahl des

Herstellers festgelegt, für die Sorten DC03 bis DC06 ist dagegen voll beruhigt (FF) vorgeschrieben. Alle Stahlsorten sind in den Oberflächenarten A und B lieferbar, s. Tab. 145.1.

**Bestellbeispiel: Band EN 10152-DC03+ZE50/50-A-P** (Band aus der Sorte DC03+ZE, elektrolytisch verzinkt mit einer Nennschichtdicke des Überzuges von 5,0 µm auf jeder Seite, Oberflächenart A, Oberflächenbehandlung phosphatiert P).

Diese Norm kann auch angewendet werden für Erzeugnisse aus Stahl nach DIN EN 10139, für Stähle, deren Anforderungen an die Umformbarkeit durch Angabe der Mindeststreckgrenze gekennzeichnet sind (z. B. IF-Stähle, Dualphasenstähle, allg. Baustähle) und nach Vereinbarung auch für Stähle nach DIN EN 10111 und DIN EN 10149. Für Grenzabmaße und Formtoleranzen gilt DIN EN 10131. Schweißseignung ist i. Allg. gegeben.

### DIN EN 10169-1 Kontinuierlich organisch beschichtete Flacherzeugnisse aus Stahl – Allgemeines (Apr 2004)

Die Norm gilt für gewalzte Flacherzeugnisse aus Stahl mit und ohne metallischen Überzug, die kontinuierlich im „coil-coating“-Verfahren organisch beschichtet worden sind. Dieses Verfahren schließt die Reinigung und die chemische Oberflächenvorbereitung der Metalloberfläche mit ein. Stahl-Grundwerkstoffe nach: DIN EN 10025, DIN EN 10111, DIN EN 10130, DIN EN 10139, DIN EN 10152, DIN EN 10268, DIN EN 10292, DIN EN 10326, DIN EN 10327, DIN EN 10336. Grenzabmaße und Formtoleranzen s. Hinweis in jeweiliger Werkstoffnorm. Grenzabmaße der Schichtdicke s. Norm. Der Bezeichnung wird OC für organisch beschichtet (organic coated) zugefügt, sofern kein anderes Symbol vereinbart wurde, z. B. EP für beschichtet mit Epoxid aus der Gruppe der flüssigen Lacke. Es gibt noch die Gruppen Pulverlacke und Folien. Weitere Beschichtungsstoffe und entsprechende Schichtdickenbereiche s. Norm.

**Beispiel: Blech DIN EN 10169-1-DC03 EN 10130-EP10** (Epoxidbeschichtet mit einer Nennschichtdicke von 10 µm).

### DIN EN 10209 Kaltgewalzte Flacherzeugnisse aus weichen Stählen zum Emailieren (Mai 1996)

Die Norm enthält folgende Stahlsorten (WNR.)/max. C-Gehalt in %: **DC01EK** (1.0390)/0,08; **DC04EK** (1.0392)/0,08; **DC06EK** (1.0869)/0,02 für das konventionelle Emailieren mit Grundemail oder mit Grund- und Deckemail, **DC03ED** (1.0399); **DC04ED** (1.0394); **DC06ED** (1.0872)/0,02 für das Direktemailieren. DC03ED und DC04ED werden entkohlend behandelt. C-Gehalt in der Stückanalyse dann max. 0,004%. Der Bezeichnung kann noch ein Kennbuchstabe zur Beschreibung der Oberflächenausführung angehängt werden: matt (*m*), rau (*r*). Unlegierte Qualitätsstähle, voll beruhigt.

**Beispiel: Blech EN 10209 – DC01EKr.**

Lieferzustand: üblicherweise kalt nachgewalzt und geölt, Oberflächenausführung *m*.

Mechanische Eigenschaften im Lieferzustand kalt nachgewalzt s. Norm. In der Norm DIN EN 10209, die DIN 1623-3 ersetzt, sind Anforderungen an Härte und Tiefung nicht mehr enthalten, dafür wurden Werte für die senkrechte Anisotropie aufgenommen. Dicken: ≤ 3 mm; Breiten: ≥ 600 mm. Grenzabmaße und Formtoleranzen: DIN EN 10131.

### DIN EN 10271 Flacherzeugnisse aus Stahl mit elektrolytisch abgeschiedenen Zink-Nickel (ZN)-Überzügen – Technische Lieferbedingungen (Dez 1998)

Diese Europäische Norm enthält die Anforderungen an kontinuierlich elektrolytisch Zink-Nickel veredelte kaltgewalzte Flacherzeugnisse aus weichen Stählen zum Kaltumformen in gewalzten Breiten ≥ 600 mm und mit einer Dicke von 0,35 mm bis 3 mm, die als Band (in Rollen), Blech, längsgesteigtes Band oder daraus abgelängte Stäbe geliefert werden, üblicherweise geölt. Der Überzug besteht aus Zink mit einem Nickelanteil von 10,5% bis 13%. Die Norm kann auch für Flacherzeugnisse z. B. aus DIN EN 10130, DIN EN 10139 und DIN EN 10268 angewendet werden, für andere Stahlsorten nur nach besonderer Vereinbarung. Grenzabmaße und Formtoleranzen s. DIN EN 10131.

Werkstoffe, Zugfestigkeit, Angaben zur Geltungsdauer der Eigenschaften, Fließfiguren, Oberflächenart und chemische Zusammensetzung (Schmelzenanalyse) s. DIN EN 10130, Tab. 143.1. Inhaltsangaben zur Bruchdehnung, Streckgrenze, senkrechten Anisotropie *r* und zum Verfestigungsexponenten *n* s. Norm. Elektrolytische Zink-Nickel-Überzüge: ZN20/20 ZN30/30 ZN40/40 ZN50/50 ZN60/60. Es bedeutet z. B. ZN50/50: Mindestschichtdicke 5,0 µm auf jeder Seite. Die Veredelung kann einseitig oder zweiseitig erfolgen. Im Falle einer zweiseitigen ZN-Auflage können unterschiedliche Schichtdicken hergestellt werden (ZN-Differenzveredelung), z. B. ZN50/20 mit einer Nennschichtdicke von 5,0 µm auf der einen Seite und 2,0 µm auf der anderen Seite. Oberflächenbehandlung: O, P, PC, C, PCO, CO, PO s. Tab. 145.1.

### DIN EN 10327 Kontinuierlich schmelztauchveredeltes Band und Blech aus weichen Stählen zum Kaltumformen – Technische Lieferbedingungen (Sep 2004)

Bei den aufgeführten Stahlsorten handelt es sich um legierte Qualitätsstähle. Die Festlegungen gelten für Erzeugnisse in Dicken von 0,35 mm bis 3,0 mm (Feinblech). Als Dicke gilt die Enddicke nach dem Schmelztauchveredeln. Kurzzeichen: +Z +ZF +ZA +AZ +AS. Die Kurzzeichen ergeben sich aus Z für Zink (Zn), F für Eisen (Fe), A für Aluminium (Al) und S für Silicium (Si). Bei allen schmelztauchveredelten Erzeugnissen kann durch Alterung eine Verminderung der Umformbarkeit eintreten. Für das Schmelztauchverzinken (Z) sind die Ausführungen des Überzuges mit üblicher Zinkblume (N) und mit kleiner Zinkblume (M) genormt, für das Schmelztauchveredeln mit Zink-Eisen-Überzug (ZF) die Ausführung (R), die durch eine Wärmebehandlung ein einheitlich mattgraues Aussehen erhält. Chemische Zusammensetzung (Schmelzenanalyse), Massenanteile in %, max.: C = 0,12%; Si = 0,50%; Mn = 0,60%; P = 0,10%; S = 0,045%; Ti = 0,30%.

**Bestellbeispiel: Stahl EN 10327 – DX53D + ZF100-R-B-O** (Sorte DX53D + ZF mit Auflagenmasse 100 g/m<sup>2</sup>, Ausführung des Überzuges R, Oberflächenart B, Oberflächenbehandlung O, geölt).

Grenzabmaße und Formtoleranzen s. DIN EN 10143. DIN EN 10327 ersetzt DIN EN 10142 und mit DIN EN 10326 (Baustähle) die Normen DIN EN 10154, DIN EN 10214 und DIN EN 10215.

Tabelle 147.1 Flacherzeugnisse aus Stahl mit Überzügen nach DIN EN 10327

Bezeichnung <sup>1)</sup>		Einteilung	mechanische Eigenschaften <sup>2)</sup>		Oberflächenbeschaffenheit der Stähle		
Kurzname WNR	Art des Schmelzüberzuges <sup>3)</sup>		Streckgrenze $R_{eL}$ <sup>4)</sup> in N/mm <sup>2</sup>	Zugfestigkeit $R_m$ in N/mm <sup>2</sup>	Oberflächenart <sup>5)</sup>	Oberflächenbehandlung <sup>6)</sup>	
<b>DX51D</b> 1.0226	+Z, +ZF, +ZA, +AZ, +AS	Maschinen- falzgüte	—	270/500	<b>Oberflächenart A</b> z. B. Poren, Riefen, Warzen, Kratzer, unterschiedliche Oberflächenstruktur, dunkle Punkte, Passivierungsflecke sind zulässig.	C	chemisch passiviert
<b>DX52D</b> 1.0350	+Z, +ZF, +ZA, +AZ, +AS	Ziehgüte	140/300	270/420		O	geölt
<b>DX53D</b> 1.0355	+Z, +ZF, +ZA, +AZ, +AS	Tiefziehgüte	140/260	270/380		CO	chemisch passiviert und geölt
<b>DX54D</b> 1.0306	+Z, +ZF, +ZA, +AZ, +AS	Sonder- tiefziehgüte	120/220	260/350	<b>Oberflächenart B</b> (durch Kaltwalzen) Fehler im geringen Umfang, z. B. Streckrichtbrüche, Dressierabdrücke, dunkle Punkte, leichte Kratzer, Oberflächenstruktur, Ablaufwellen, leichte Passivierungsfehler, sind zulässig.	S	versiegelt
<b>DX55D</b> 1.0309	+AS	Sonder- tiefziehgüte (nur +AS), hitze- beständig bis 800 °C	140/240	270/370		P	phosphatiert
<b>DX56D</b> 1.0322	+Z, +ZF, +ZA, +AS	Spezial- tiefziehgüte	120/180	260/350		PO	phosphatiert und geölt
<b>DX57D</b> 1.0853	+Z, +ZF, +ZA, +AS	Supertief- ziehgüte	120/170	260/350	<b>Oberflächenart C</b> (durch Kaltwalzen) Eine Seite muss eine einheitliche Qualitätslackierung ermöglichen, die andere Seite muss B entsprechen.		

<sup>1)</sup> Kurznamen und Werkstoffnummern nach DIN EN 10027. D = Flacherzeugnisse zum Kaltumformen, X = Walzart nicht vorgegeben, das zweite D = Schmelztauchüberzug.

<sup>2)</sup> Die mechanischen Eigenschaften gelten für Querproben ohne Überzug. Anhaltsangaben für die Bruchdehnung, die senkrechte Anisotropie und für den Verfestigungsexponent, s. Norm. Die Werte für die mechanischen Eigenschaften gelten für die schmelztauchveredelten Stahlsorten DX51D und DX52D für einen Monat, für die anderen in der Tab. 147.1 aufgeführten Stahlsorten sechs Monate.

<sup>3)</sup> Z: Schmelztauchverzinken, ZF: Zink-Eisen-Überzug, ZA: Zink-Aluminium-Überzug, AZ: Aluminium-Zink-Überzug, AS: Aluminium-Silicium-Überzug. Lieferbare Auflagen nach Auflagenkennzahl: 060 und 080 für AS; 095 für ZA; 100 für Z, ZF, AZ, AS; 120 für ZF, AS; 130 für ZA; 140 für Z, ZF; 150 für AZ, AS; 185 für ZA, AZ; 200, 255 für Z, ZA; 225, 275, 350, 450, 600 für Z; 300 für ZA. Angabe z. B. ZF100 bedeutet Mindestauflagemasse beidseitig 100 g/m<sup>2</sup>.

<sup>4)</sup> Bei nicht ausgeprägter Streckgrenze gelten die Werte für die 0,2%-Dehngrenze.

<sup>5)</sup> Freiheit von Fließfiguren für die Oberflächenarten B und C: ein Monat für die Sorten DX51D und DX52D, sechs Monate für alle anderen Sorten beginnend mit dem Datum der vereinbarten Verfügbarkeit.

<sup>6)</sup> Die Lieferung ohne Oberflächenbehandlung (U) erfolgt nur auf ausdrücklichen Wunsch des Bestellers

**8.1.2.1.6 Flacherzeugnisse aus höherfesten Stählen zum Kaltumformen**

Tabelle 147.2 Aufbau des Bezeichnungssystems nach DIN EN 10027-1 für Flacherzeugnisse aus höherfesten Stählen zum Kaltumformen

Aufbau	Hauptsymbole						Zusatzsymbole für Stähle	Zusatzsymbole für Stahlerzeugnisse
	a	a	a	n	n	n	an ...	+ an + an ...
	1	2	3	4	5	6	7	8
Beispiele	H	C	—	4	0	0	LA	—
	H	X	T	4	5	0	X	—

a = Buchstabe, n = Ziffer, an = alphanumerisch

Pos. 1 bis 3 Hauptsymbol nach Tab. 111.1 (H für Flacherzeugnisse aus höherfesten Stählen zum Kaltumformen).

Kennbuchstaben die Art des Walzens (C = kalt, X = nicht vorgeschrieben). T bezieht sich auf die Zugfestigkeit (Tensile).

Pos. 4 bis 6 Mechanische Eigenschaften: Mindeststreckgrenze oder bei T die Mindestzugfestigkeit

Pos. 7 Gruppe 1: Zusatzsymbole nach Tab. 112.2 (LA = niedrig legiert, X = Dualphasenstahl). Gruppe 2: D (für Schmelztauchüberzüge)

Pos. 8 Zusatzsymbole für Stahlerzeugnisse: Art des Überzuges s. Tab. 113.1

Kontinuierlich beschichtete Flacherzeugnisse aus höherfesten Stählen zum Kaltumformen s. DIN EN 10169



## DIN EN 10268 Kaltgewalzte Flacherzeugnisse mit hoher Streckgrenze zum Kaltumformen aus mikrolegierten Stählen – Technische Lieferbedingungen (Feb 1999)

Diese Norm gilt für alle kaltgewalzten Flacherzeugnisse in Dicken  $\leq 3$  mm. Grenzabmaße und Formtoleranzen für Walzbreiten  $\geq 600$  mm s. DIN EN 10131, für Walzbreiten  $< 600$  mm s. DIN EN 10140. Kennzeichnend für die in dieser Norm beschriebenen Stähle ist die hohe Streckgrenze, die auf die Zugabe sich einlagernder Mikroelemente wie Niob, Titan oder Vanadium beruht. In der Werkstoffbezeichnung weist der Zusatz LA (Low Alloy) auf mikrolegierten Stahl hin. Die Stähle müssen voll beruhigt sein (Desoxidationsart FF), zur Stickstoffabbindung ausreichend Aluminium (min. 0,15%) oder Titan (max. 0,15%) enthalten und sie müssen feinkörnig sein ( $G \geq 9$  nach Euronorm 103-71, s. Norm). Weitere Anhaltangaben zur chemischen Zusammensetzung nach der Schmelzenanalyse (max.): C = 0,10%, Si = 0,50%, P und S jeweils 0,025%, Nb = 0,09%. Neben Nb und Ti kann auch Vanadium zugesetzt werden. Jedoch darf die Summe der Massenanteile 0,22% nicht überschreiten.

**Bezeichnungsbeispiel** für Erzeugnisse (Blech, Kaltbreitband, längsgeteiltes Kaltbreitband, Kaltband in Stäben) z. B.: **Blech EN 10268 – HC280LA**.

Erzeugnisse sind nur mit Oberflächenart A lieferbar, s. DIN EN 10130. Schweißseignung ist i. Allg. gegeben. Angaben zur Prüfung, Kennzeichnung und Verpackung s. Norm.

Tabelle 148.1 Kaltgewalzte Flacherzeugnisse nach DIN EN 10268, Eigenschaften

Bezeichnung <sup>1)</sup>		Mechanische Eigenschaften <sup>4) 5)</sup>					Massenanteile Mn max. in %
Kurzname	WNR	Streckgrenze <sup>2)</sup> $R_{eH}$ in N/mm <sup>2</sup>			Zugfestigkeit $R_m$ in N/mm <sup>2</sup>	Bruchdehnung <sup>3)</sup> A in % $L_0 = 80$ längs	
		min. längs	max. längs	max. quer			
HC240LA	1.0480	240	310	330	340	27	0,60
HC280LA	1.0489	280	360	380	370	24	0,80
HC320LA	1.0548	320	410	440	400	22	1,00
HC360LA	1.0550	360	460	500	430	20	1,20
HC400LA	1.0556	400	500	540	460	18	1,40

<sup>1)</sup> In der Norm sind die Kurznamen noch nach V DIN 17006-100 gebildet, z. B. H400LA statt HC400LA

<sup>2)</sup> Bei nicht ausgeprägter Streckgrenze ist die 0,2%-Dehngrenze ( $R_{p0,2}$ ) zu bestimmen. Längs: die Proben sind in Walzrichtung zu entnehmen, quer: die Proben sind quer zur Walzrichtung zu entnehmen.

<sup>3)</sup> Bruchdehnung A, Werte für  $L_0 = 50$ , längs:  $L_0 80 + 2\%$ .

<sup>4)</sup> Hinweise zur Durchführung des Kaltversuches nach ISO 7438, s. Norm.

<sup>5)</sup> Für nicht kalt nachgewalzte Erzeugnisse sind die mechanischen Eigenschaften bei der Bestellung zu vereinbaren.

## DIN EN 10292 Kontinuierlich schmelztauchveredeltes Band und Blech aus Stählen mit hoher Streckgrenze zum Kaltumformen – Technische Lieferbedingungen (Mrz 2005)

Diese Europäische Norm enthält die Anforderungen an kontinuierlich schmelztauchveredelte Flacherzeugnisse aus Stählen mit hoher Streckgrenze zum Kaltumformen in Dicken  $\leq 3,0$  mm. Sie gilt für Band aller Breiten sowie für daraus abgelängte Bleche ( $\geq 600$  mm Breite) und Stäbe ( $< 600$  mm Breite). Es kann sowohl kalt gewalzt, als auch warm gewalzt Vormaterial verwendet werden (Kennbuchstabe X). Schmelztauchüberzüge/Auflagekennzahlen: Zink (Z)/100 140 200 225 275, Zink-Eisen Legierungen (ZF)/100 120, Zink-Aluminium Legierungen (ZA)/095 130 185 200 255, Aluminium-Zink Legierungen (AZ)/100 150 185 und Aluminium-Silicium Legierungen (AS)/060 080. Beispiel: Auflagenkennzahl für einen Aluminium-Silicium-Schmelztauchüberzug mit einer Auflagenmasse von 80 g/m<sup>2</sup> auf beiden Seiten: AS080. Stahlsorten (Kurzname/Werkstoffnummer): **HX180YD/1.0921**, **HX180BD/1.0354**; **HX220YD/1.0923**, **HX220BD/1.0353**, **HX260YD/1.0926**, **HX260BD/1.0433**, **HX260LAD/1.0929**, **HX300BD/1.0445**, **HX300LAD/1.0932**, **HX340LAD/1.0933**, **HX380LAD/1.0934**, **HX420LAD/1.0935**. Es bedeutet: **B** Bake-hardening; **Y** Interstitial free (IF-Stahl); **LA** Niedriglegiert (mikrolegiert); **D** für Schmelztauchüberzüge. Kleinster Wert für die 0,2%-Dehngrenze s. Kurzname (z. B. HX180YD:  $R_{p0,2} = 180$  bis 240 N/mm<sup>2</sup>). Für das Schmelztauchverzinken (Z) sind die Ausführungen des Überzuges mit üblicher Zinkblume (N) und mit kleiner Zinkblume (M) genormt, für das Schmelztauchveredeln mit Zink-Eisen-Überzug (ZF) die Ausführung (R), die durch eine Wärmebehandlung ein einheitlich mattgraues Aussehen erhält. Die Erzeugnisse können in der Oberflächenart A, B oder C geliefert werden, mit einer Oberflächenbehandlung C, O, CO, S, P oder PO, Näheres s. Tab. 147.1. Nur auf ausdrücklichen Wunsch und auf Verantwortung des Bestellers werden schmelztauchveredelte Flacherzeugnisse ohne Oberflächenbehandlung (U) geliefert. Freiheit von Fließfiguren bei den Oberflächenarten B und C liegt bei Bake-hardening Stählen für 3 Monate und bei allen anderen Stahlsorten für 6 Monate, beginnend vom vereinbarten Zeitpunkt der Zurverfügungstellung vor. Anhaltangaben zu den mechanischen Eigenschaften, der chemischen Zusammensetzung, Prüfungen, Kennzeichnung und Verpackung s. Norm. Grenzabmaße und Formtoleranzen s. DIN EN 10143.

**Bezeichnungsbeispiel:** Blech, geliefert mit Grenzabmaßen nach EN 10143, einer Nenndicke von 0,70 mm mit eingeschränkten Grenzabmaßen (S), einer Nennbreite von 1200 mm mit eingeschränkten Grenzabmaßen (S), einer Nennlänge von 2500 mm und mit eingeschränkten Ebenheitstoleranzen (FS) aus Stahl HX300LAD + AS080-C-CO (1.0932 + AS080-C-CO) nach EN 10292: **Blech EN 10143-0,70S × 1200S × 2500FS-Stahl EN 10292-HX300LAD + AS080-C-CO**.



### DIN EN 10336 Kontinuierlich schmelztauchveredeltes und elektrolytisch veredeltes Band und Blech aus Mehrphasenstählen zum Kaltumformen – Technische Lieferbedingungen (Okt 2005)

Diese Europäische Norm enthält die Anforderungen an Flacherzeugnisse aus Mehrphasenstählen zum Kaltumformen in Dicken von 0,35 mm bis 3,0 mm. Sie gilt für Band aller Breiten sowie für daraus abgelängte Bleche ( $\geq 600$  mm Breite) und Stäbe ( $< 600$  mm Breite). Es kann sowohl kalt gewalztes (Kennbuchstabe C), als auch warm gewalztes (Kennbuchstabe D) Vormaterial verwendet werden. **Überzüge:** Schmelztauchveredelt: Zink Z und Zink-Eisen-Legierungen ZF; elektrolytisch veredelt: Zink ZE und Zink-Nickel-Legierungen ZN. Lieferbare Auflagenmassen sowie Anforderungen an die Überzüge s. Norm. Grenzabmaße und Formtoleranzen s. DIN EN 10313 und DIN EN 10143. Mehrphasenstähle sind: FB – Stahl (ferritic-bainitic), DP – Stahl (Dualphasen), TRIP – Stahl (transformation induced plasticity) oder RA – Stahl (Restaustenit), PM – Stahl (Partial – martensitischer Stahl), CP – Stahl (Complexphasen), MS – Stahl (Martensitischer – Stahl). Dualphasenstahl z. B. ist ein Stahl mit einem ferritischen, also weichen Grundgefüge, in das eine martensitische, d. h. festigkeitssteigernde Zweitphase inselförmig eingelagert ist. DP – Stähle haben bei hoher Zugfestigkeit ein niedriges Streckgrenzenverhältnis und eine starke Kaltverfestigung. Erläuterungen zu den übrigen Begriffen s. Norm.

**Bezeichnungsbeispiel: Stahl EN 10336 – HCT600X + ZF100-R-B-O** (Dualphasenstahl, Kennbuchstabe X nach DIN EN 10027-1, mit Mindestzugfestigkeit  $600 \text{ N/mm}^2$ , Zink-Eisen-schmelztauchveredelt mit Auflagenmasse  $100 \text{ g/m}^2$ , mit regelmäßiger Oberflächenbeschaffenheit R, also einem einheitlichen mattgrauen Aussehen, Oberflächenart B, s. Tab. 147.1, Oberflächenbehandlung geölt O).

Weitere Stahlsorten sowie Anhaltsangaben zu den mechanischen Eigenschaften und zur chemischen Zusammensetzung nach der Schmelzanalyse s. Norm. Werkstoffnummern sind noch nicht festgelegt.

#### 8.1.2.1.7 Verpackungsblech aus Stahl

Begriffsbestimmung s. DIN EN 10079. Verpackungsblech für die Verwendung in Berührung mit Lebensmitteln, Produkten und Getränken für den menschlichen und tierischen Verzehr aus verzinnem Stahl (Weißblech) ist in DIN EN 10333 genormt, aus unbeschichtetem Stahl (Feinstblech) in DIN EN 10334 und in DIN EN 10335 aus unlegiertem elektrolytisch spezialverchromtem Stahl (s. jeweils Norm).

Tabelle 149.1 Aufbau des Bezeichnungssystems nach DIN EN 10027-1 für Verpackungsblech

Aufbau	Hauptsymbole					Zusatzsymbole für Stähle	Zusatzsymbole für Stahlerzeugnisse
	a	a	n	n	n	an ...	+ an + an ...
	1	2	3	4	5	6	7
<b>Beispiel</b>	<b>T</b>	<b>S</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	–	–

a = Buchstabe, n = Ziffer, an = alphanumerisch

Pos. 1 Hauptsymbol nach Tab. 111.1 (T für Verpackungsblech und -band)

Pos. 2 Kennbuchstaben nach Tab. 111.1. Nennstreckgrenze für kontinuierlich geglühte Sorten (H) oder für losweise geglühte Sorten (S).

Pos. 3 bis 5 Nennstreckgrenze =  $550 \text{ N/mm}^2$ .

Pos. 6 entfällt

Pos. 7 Zusatzsymbole für Stahlerzeugnisse: Art des Überzuges, Behandlungszustand (für Feinstblech sind keine Symbole vorgesehen)

### DIN EN 10202 Kaltgewalzte Verpackungserzeugnisse – Elektrolytisch verzinnter und spezialverchromter Stahl (Jul 2001)

Verpackungsblecherzeugnisse im Sinne dieser Norm sind Erzeugnisse in Form von Tafeln oder Band in Rollen aus unlegiertem Stahl mit niedrigem Kohlenstoffgehalt in Nennstärken von 0,17 mm bis 0,49 mm für den **einfach kaltgewalzten** Lieferzustand, bzw. 0,14 mm bis 0,29 mm für den **doppeltreduzierten** Lieferzustand (Feinstblech). Die **Stufung** beträgt jeweils 0,005 mm. Die Tafel- bzw. Bandbreite beträgt mindestens 600 mm. Einfach kaltgewalzt (reduziert): ein Stahlgrundwerkstoff wird auf die gewünschte Dicke kaltgewalzt anschließend geglüht und dressiert. **Dressieren** ist ein sekundärer Walzvorgang, bei dem der Grad der Kaltumformung 5% nicht überschreiten sollte. Doppeltreduziert: für den Grundwerkstoff erfolgt nach dem Glühen eine zweite größere Kaltumformung von mindestens 5%. Die Erzeugnisse werden je nach Überzug als elektrolytisch **verzinnertes Weißblech**, elektrolytisch **differenzverzinnertes Weißblech** (eine Seite erhält eine größere Zinnauflage) oder **elektrolytisch spezialverchromter Stahl** (auch: ECCS = Electrolytical Chromium Coated Steel) bezeichnet.

Für Weißblech ist in der Bezeichnung die Zinnauflage mit E für gleichverzinkt, bzw. mit D für differenzverzinkt mit Kennzahlen für das Nenngewicht in  $\text{g/m}^2$  der Auflage auf jeder Seite zu berücksichtigen. Regeln zur besonderen Kennzeichnung von differenzverzintem kaltgewalztem Weißblech s. Norm. Weißblech wird nach dem Verzinnen zur Verbesserung der Korrosionsbeständigkeit einer Passivierungsbehandlung unterzogen, indem auf jede Seite Chrom und Chromoxid aufgetragen wird. Es gibt dafür zwei Ausführungen, Code 311 (kathodische Behandlung) und Code 300 (einfache Eintauchbehandlung). Wenn nicht anderes vereinbart, wird Code 311 geliefert. Weißblech hat eine Zinnauflage von mindestens  $1 \text{ g/m}^2$  je Seite. Ein oberer Grenzwert ist nicht festgelegt. Vorzugswerte, wie auch Anhaltswerte zur allgemeinen Verwendung (SP) und Toleranzwerte für die Fertigungsvariante zum Durchlaufschweißen (HS) s. Norm. Das verwendete Zinn muss einen Mindestreinheitsgrad von 99,85% aufweisen, s. DIN EN 610.

Elektrolytisch spezialverchromter Stahl (ECCS) ist vor dem Gebrauch auf beiden Seiten zu lackieren. ECCS ist nicht zum Löten und Schweißen geeignet. Flächenbezogene Masse von ECCS – Überzügen s. Norm.

Die Art der Wärmebehandlung kann bei der Bestellung vereinbart werden: CA (kontinuierlich gegläht für abgewickelte Rollen) oder BA (haubengeglüht für dicht gewickelte Rollen). Das Oberflächenaussehen von Erzeugnissen aus Verpackungsblech wird durch die Oberflächenmerkmale des Überzuges und des Grundwerkstoffes geprägt: BR = Glänzend, FS = Fine Stone, ST = Stone, SG = Silbermatt, MM = Matt. ECCS-Band oder -Tafel ist nur mit dem Oberflächencode FS oder ST erhältlich. Im Gegensatz zum Vorgänger der Norm werden die Werkstoffkurzzeichen auf Basis der Streckgrenze geführt. Bei der Sorte TS275 handelt es sich demnach einfach kaltgewalztes Weißblech mit einer Streckgrenze von 275 N/mm<sup>2</sup>. Folgende Sorten sind genormt (Kurzname, in ( ) alte Bezeichnung/Werkstoffnummer/Zielwert der Zugfestigkeit in N/mm<sup>2</sup>: **TS230** (T50BA)/1.0371/325; **TS245** (T52BA)/1.0372/340; **TS260**/1.0379/360; **TS275** (T57BA)/1.0375/375; **TS290**/1.0381/390; **TS550**/1.0385/575; **TH415** (T61CA)/1.0377/435; **TH435** (T65CA)/1.0378/460; **TH520**/1.0384/540; **TH550** (DR550)/1.0373; **TH580**/1.0382/560; **TH620** (DR620) / 1.0374 / 625. Haubengeglühte Stahlsorten S, kontinuierlich geglähte Stahlsorten H.

Sowohl für Streckgrenze als auch für Zugfestigkeit wird eine Abweichung von ±50 N/mm<sup>2</sup> als normale Streubreite der genormten Sorten zugelassen. Die Stahlsorten TH520, TS550, TH550, TH580 und TH620 werden üblicherweise doppelt-reduziert geliefert. Die Sorte DR 660 wurde gestrichen.

Angabe der Maße in mm bei Band: Dicke Breite, bei Tafeln: Dicke Breite Länge. Grenzabmaße und Formtoleranzen s. Norm.

**Bezeichnungsbeispiel: Weißblech Tafel EN 10202 TS275-BA-ST-E 2,8/2,8 – HS-300-0,22 × 800 × 900.**

Verpackungsblech muss mit einem für Lebensmittelverpackungen geeigneten Ölfilm geliefert werden. DIN EN 10202 enthält jetzt zusätzlich die Festlegungen für kaltgewalztes elektrolytisch verzinnertes Weißblech und ersetzt damit DIN EN 10203.

### 8.1.2.1.8 Schmiedestücke aus Stahl

Schmiedestücke aus Stahl sind Werkstücke, die auf Schmiedehämmern, -pressen oder -maschinen hergestellt werden. Es wird unterschieden in Freiformschmiedestücke, die durch Freiformen und in Gesenkschmiedestücke, die durch Gesenkenformen erzeugt werden. **Freiformschmiedestücke** sind Erzeugnisse, die durch Druckumformen von Stahl bei geeigneter Temperatur mit Hilfe eines das Schmiedestück nicht völlig umschließenden Werkzeuges annähernd in eine endgültige Form gebracht werden, so dass sie keiner weiteren Warmformung bedürfen. Zur Erzielung einer endgültigen Form werden sie im Allgemeinen zerspanend bearbeitet. Nicht zu den Schmiedestücken zählen geschmiedetes Halbzeug und geschmiedete Stäbe. **Gesenkschmiedestücke** werden in einer Form hergestellt, die einen Hohlraum aufweist, welcher dem Volumen des fertigen Erzeugnisses entspricht (Begriffsbestimmungen s. DIN EN 10079). Die allgemeinen technischen Lieferbedingungen für Gesenkschmiedeteile aus Stahl sind in DIN EN 10254 genormt, s. Abschn. 10. Maßtoleranzen für Gesenkschmiedeteile aus Stahl, warm hergestellt in Hämmern und Senkrecht-Pressen sind in DIN EN 10243-1 enthalten, hergestellt in Waagrecht-Stauchmaschinen im Teil 2 der Norm (s. jeweils Norm). Schmiedestücke aus Stahl für Druckbehälter sind in den 5 Teilen der DIN EN 10222 genormt (s. Norm). Unter dem gemeinsamen Titel „Freiformschmiedestücke aus Stahl für allgemeine Verwendung“ besteht die Europäische Norm DIN EN 10250 mit 4 Teilen. Teil 1 der Norm enthält die allgemeinen Anforderungen an den Herstellungsprozess, die chemische Zusammensetzung, die mechanischen Eigenschaften und die Oberflächengüte, Prüfanforderungen sowie Anforderungen an die Kennzeichnung von Freiformschmiedestücken aus Stahl für allgemeine Verwendung. Höchstmasse je Fertigerzeugnis = 10 000 kg; Höchstmasse je Los = 35 000 kg; größte Stückzahl je Los = 50. Zur Berechnung der Nennmasse der Erzeugnisse ist von folgenden Dichtewerten auszugehen: 7,85 kg/dm<sup>3</sup> für die unlegierten und legierten Stähle in den Teilen 2 und 3 der Norm, 7,90 kg/dm<sup>3</sup> für austenitische nichtrostende CrNi-Stähle im Teil 4 und 8,0 kg/dm<sup>3</sup> für die austenitischen nichtrostenden CrNiMo-Stähle ebenfalls im Teil 4 der Norm. Im Teil 3 der DIN EN 10250 werden legierte Edelmetalle wie 34Cr4, 42CrMo4 oder 51CrV4 im vergüteten Zustand behandelt; im Teil 4 die nichtrostenden ferritischen, martensitischen, austenitischen und austenitisch-ferritischen Stähle, z. B. X6CrAl13, X6CrNiTi18-10 und X2CrNiN23-4 (patentiert), s. jeweils Norm.

## DIN EN 10250-2 Freiformschmiedestücke aus Stahl für allgemeine Verwendung – Unlegierte Qualitäts- und Edelmetalle (Dez 1999)

Tabelle 150.1 Mechanische Eigenschaften für unlegierte Baustähle nach DIN EN 10250-2

Stahlbezeichnung <sup>1)</sup>		Mechanische Eigenschaften <sup>2) 3)</sup>			
Kurzname	WNR	R <sub>e</sub> min. N/mm <sup>2</sup>	R <sub>m</sub> min. N/mm <sup>2</sup>	A min. in % l	KV min. in J l
<b>S235JRG2</b>	1.0038	215	340	24	35
<b>S235J2G3</b>	1.0116	215	340	24	35
<b>S355J2G3</b>	1.0570	315	490	20	35

<sup>1)</sup> Kurzname und Werkstoffnummer nach DIN EN 10027. G2 und G3: Gütegruppen (in DIN EN 10027-1 nicht mehr berücksichtigt).

<sup>2)</sup> Dicke des maßgeblichen Querschnitts t<sub>R</sub> ≤ 100 mm, Anhaltsangaben für höhere Querschnittsdicken bis t<sub>R</sub> ≤ 1000 mm s. Norm.

<sup>3)</sup> R<sub>e</sub> = Streckgrenze (0,2% – Dehngrenze); R<sub>m</sub> = Zugfestigkeit; A = Bruchdehnung; KV = Kerbschlagarbeit. Die Kerbschlagbiegeversuche sind bei –20 °C durchzuführen. l = Längsrichtung (Werte für die Querrichtung sind nicht festgelegt).

In der Norm DIN EN 10250-2 sind Anhaltsangaben zur chemischen Zusammensetzung nach der Schmelzenanalyse (s. Norm) und den mechanischen Eigenschaften für unlegierte Baustähle im normalgeglühten Zustand enthalten, Auswahl s. Tab. 150.1. Normalglühen dieser Stähle bei Temperatur 890 °C bis 950 °C. Anhaltsangaben zur Wärmebehandlung sowie Anhaltsangaben für die mechanischen Eigenschaften im angelassenen und vergüteten Zustand für die Stahlsorten C25E, C35E C45E, C55E, C60E, 28 Mn6 und 20 Mn5, s. Norm Höchststärke HB max. in ( ) für Schmiedestücke, die im weichgeglühten Zustand zu liefern sind: C45 (207), C55 (229), C60 (241). *Anmerkung:* Die meisten Stähle, die in diesem Teil der DIN EN 10250 mit Eigenschaften im vergü-

teten Zustand für bis zu 160 mm Dicke aufgeführt sind, sind mit Stählen identisch, die in DIN EN 10083-1 und DIN EN 10083-2 festgelegt sind. Allgemeine Angaben über die technischen Lieferbedingungen enthält DIN EN 10021.

### 8.1.2.2 Nach ihrer chemischen Zusammensetzung und Verwendung bezeichnete Stähle

Die Zuordnung erfolgt grundsätzlich nach DIN EN 10027-2 in der dort genannten Kategorie zwei. Zur Untergruppe 1 dieser Kategorie gehören z. B. die im Folgenden behandelten Stähle für Walzdraht nach DIN EN 10016, Vergütungsstähle nach DIN EN 10083-1 und DIN EN 10083-3 sowie Kaltband aus Stahl für eine Wärmebehandlung nach DIN EN 10263-2. Beispielhaft für Werkstoffe der Untergruppe 2, werden die Normen DIN EN 10028-2 und DIN EN 10028-4 für Druckbehälterstähle, ebenfalls die Normen für Vergütungsstähle und die Norm DIN EN 10087 für Automatenstähle aufgeführt. Werkzeugstähle nach DIN EN ISO 4957 und nichtrostende Stähle nach DIN EN 10088 sind der Untergruppe 3 zuzuordnen. Für Schnellarbeitsstähle nach DIN EN ISO 4957 gilt die Untergruppe 4. Wälzlagerstähle s. Norm DIN EN ISO 683-17.

#### 8.1.2.2.1 Stähle für Wärmebehandlungen

In diesem Abschnitt werden Gütenormen von Stählen vorgestellt, die für eine Wärmebehandlung vorgesehen sind: Vergütungs- und Einsatzstähle, diese auch als Blankstahlerzeugnisse, Nitrierstähle, Stähle für das Flamm- und Induktionshärten, Werkzeugstähle, sowie Kaltband aus Stahl. Eine Wärmebehandlung ist eine Folge von *Wärmebehandlungsschritten*, in deren Verlauf ein Werkstück ganz oder teilweise *Zeit-Temperatur-Folgen* unterworfen wird, um eine Änderung seiner Eigenschaften und/oder seines Gefüges herbeizuführen. Automaten Einsatzstähle, bzw. -vergütungsstähle s. DIN EN 10087 oder DIN EN 10277, wenn es sich um Blankstahlerzeugnisse handelt. Begriffe der Wärmebehandlung von Eisenwerkstoffen sind in DIN EN 10052 beschrieben.

#### DIN EN 10083-1 Vergütungsstähle – Technische Lieferbedingungen für Edlstähle (Okt 1996)

#### DIN EN 10083-2 – Technische Lieferbedingungen für unlegierte Qualitätsstähle (Okt 1996)

#### DIN EN 10083-3 – Technische Lieferbedingungen für Borstähle (Feb 1996)

DIN EN 10083-1 ersetzt, zusammen mit DIN EN 10083-2, DIN 17200, Ausgabe 03.87

- Die Festlegungen für Edlstähle und Qualitätsstähle sind jetzt in DIN EN 10083-1 bzw. in DIN EN 10083-2 enthalten. Zusätzlich sind in einem Teil 3 dieser Norm Festlegungen für borlegierte Maschinenbaustähle genormt (20MnB5, 30MnB5, 38MnB5, 27MnCrB5-2, 33MnCrB5-2, 39MnCrB6-2, B = 0,0008 bis 0,005 Massenanteil in %, Näheres s. Norm).
- Die Bezeichnungen in DIN EN 10083 sind nach DIN EN 10027-1 und DIN EN 10027-2 gebildet. Die Werkstoffnummern stimmen, soweit die Sorten bereits in DIN 17200 enthalten waren, mit den alten Werkstoffnummern überein. Werkstoffnummern s. Werkstoffverzeichnis.
- Anhang F zu DIN EN 10083-1 enthält Anforderungen an den mikroskopischen Reinheitsgrad bei Prüfung nach verschiedenen nationalen Normen. Diese nationalen Normen sollen durch eine in Vorbereitung befindliche Europäische Norm für die mikroskopische Prüfung auf nichtmetallische Einschlüsse ersetzt werden (s. Norm).

**Vergütungsstähle** nach dieser Norm sind Maschinenbaustähle, die sich auf Grund ihrer chemischen Zusammensetzung, besonders hinsichtlich ihres Kohlenstoffgehaltes, zum Härten eignen und die im vergüteten Zustand gute Zähigkeit bei gegebener Festigkeit aufweisen.

Die **Edlstähle** unterscheiden sich von den **Qualitätsstählen** nicht nur durch Höchstgehalte für Phosphor und Schwefel, sondern auch durch Mindestwerte der Kerbschlagarbeit im vergüteten Zustand, durch Grenzwerte der Härbarkeit im Stirnabschreckversuch und durch begrenzten Gehalt an oxidischen Einschlüssen.

Die Norm gilt für Halbzeug (Vorblöcke, Vorbrammen, Knüppel), Stabstahl, Walzdraht, Breitflachstahl, warmgewalzte Blech und Band sowie für Freiform- und Gesenkschmiedestücke.

Die Festigkeitseigenschaften der Vergütungsstähle im vergüteten Zustand s. Tab. 152.1. Chemische Zusammensetzung der Vergütungsstähle s. Norm. In der Norm sind neben Bestellbeispielen weitere Einzelheiten über die Temperaturen für das Abschrecken im Stirnabschreckversuch und zur Wärmebehandlung sowie Angaben zur Oberflächenbehandlung und Prüfbedingungen für den Nachweis der Anforderungen festgelegt. Streubänder der Rockwell-C-Härte bei der Prüfung auf Härbarkeit im Stirnabschreckversuch s. Teil 1 der Norm. Für in der Norm erwähnte Arten der Wärmebehandlung gelten die Begriffsbestimmungen nach DIN EN 10052. Gegenüberstellung von Stahlsorten dieser EN mit früher national genormten Stahlsorten s. Anhang E von DIN EN 10083-1. Allgemeine technische Lieferbedingungen, s. DIN EN 10021.

Tabelle 152.1 Mechanische Eigenschaften von Edelstählen (E und R) und Qualitätsstählen nach DIN EN 10083 im vergüteten Zustand (Auswahl)

Stahlsorte Kurz- name <sup>1)</sup>	Mechanische Eigenschaften für maßgebliche Querschnitte in einem Durchmesser ( $d$ ) oder bei Flacherzeugnissen ei- ner Dicke ( $t$ von <sup>2)</sup> <sup>3)</sup>														
	$d \leq 16$ mm oder $t \leq 8$ mm					16 mm $< d \leq 40$ mm oder 8 mm $< t \leq 20$ mm					40 mm $< d \leq 100$ mm oder 20 mm $< t \leq 60$ mm				
	$R_e$ min. N/mm <sup>2</sup>	$R_m$ N/mm <sup>2</sup>	A min. %	Z min. %	KV min. J	$R_e$ min. N/mm <sup>2</sup>	$R_m$ N/mm <sup>2</sup>	A min. %	Z min. %	KV min. J	$R_e$ min. N/mm <sup>2</sup>	$R_m$ N/mm <sup>2</sup>	A min. %	Z min. %	KV min. J
<b>C 22 E</b> <b>C 22 R</b>	340	500 bis 650	20	50	50	290	470 bis 620	22	50	50	-	-	-	-	-
<b>C 22</b>					-										
<b>C 25 E</b> <b>C 25 R</b>	370	550 bis 700	19	45	45	320	500 bis 650	21	50	45	-	-	-	-	-
<b>C 25</b>					-										
<b>C 30 E</b> <b>C 30 R</b>	400	600 bis 750	18	40	40	350	550 bis 700	20	45	40	300 <sup>4)</sup>	500 bis 650 <sup>4)</sup>	21 <sup>4)</sup>	50 <sup>4)</sup>	40 <sup>4)</sup>
<b>C 30</b>					-										
<b>C 35 E</b> <b>C 35 R</b>	430	630 bis 780	17	40	35	380	600 bis 750	19	45	35	320	550 bis 700	20	50	35
<b>C 35</b>					-										
<b>C 40 E</b> <b>C 40 R</b>	460	650 bis 800	16	35	30	400	630 bis 780	18	40	30	350	600 bis 750	19	45	30
<b>C 40</b>					-										
<b>C 45 E</b> <b>C 45 R</b>	490	700 bis 850	14	35	25	430	650 bis 800	16	40	25	370	630 bis 780	17	45	25
<b>C 45</b>					-										
<b>C 50 E</b> <b>C 50 R</b>	520	750 bis 900	13	30	-	460	700 bis 850	15	35	-	400	650 bis 800	16	40	-
<b>C 50</b>					-										
<b>C 55 E</b> <b>C 55 R</b>	550	800 bis 950	12	30	-	490	750 bis 900	14	35	-	420	700 bis 850	15	40	-
<b>C 55</b>					-										
<b>C 60 E</b> <b>C 60 R</b>	580	850 bis 1000	11	25	-	520	800 bis 950	13	30	-	450	750 bis 900	14	35	-
<b>C 60</b>					-										
<b>28 Mn 6</b>	590	800 bis 950	13	40	35	490	700 bis 850	15	45	40	440	650 bis 800	16	50	40
<b>38 Cr 2</b> <b>38 CrS 2</b>	550	800 bis 950	14	35	35	450	700 bis 850	15	40	35	350	600 bis 750	17	45	35
<b>46 Cr 2</b> <b>46 CrS 2</b>	650	900 bis 1100	12	35	30	550	800 bis 950	14	40	35	400	650 bis 800	15	45	35
<b>34 Cr 4</b> <b>34 CrS 4</b>	700	900 bis 1100	12	35	35	590	800 bis 950	14	40	40	460	700 bis 850	15	45	40
<b>37 Cr 4</b> <b>37 CrS 4</b>	750	950 bis 1150	11	35	30	630	850 bis 1000	13	40	35	510	750 bis 900	14	40	35
<b>41 Cr 4</b> <b>41 CrS 4</b>	800	1000 bis 1200	11	30	30	660	900 bis 1100	12	35	35	560	800 bis 950	14	40	35

<sup>1)</sup> Werkstoffnummern s. Werkstoffverzeichnis. Bedeutung der Zusatzsymbole: E = vorgeschriebener max. Schwefelgehalt, R = vorgeschriebener Bereich des Schwefelgehaltes, s. DIN EN 10027-1.

<sup>2)</sup>  $R_e$ : obere Streckgrenze oder, falls keine ausgeprägte Streckgrenze auftritt, 0,2%-Dehngrenze  $R_{p0,2}$ ,  $R_m$ : Zugfestigkeit, A: Bruchdehnung, Z: Brucheinschnürung, KV: Kerbschlagarbeit für ISO-V-Längsproben (Mittel aus drei Einzelwerten; kein Einzelwert darf kleiner sein als 70% des Mindestmittelwertes).

<sup>3)</sup> Die Festlegung der Maßgrenzen bedeutet nicht, dass bis zur festgelegten Probenentnahmestelle weitgehend martensitisch durchvergütet werden kann. Die Einhärtungstiefe ergibt sich aus dem Verlauf der Stirnabschreckkurven (s. Norm).

<sup>4)</sup> Gültig für Durchmesser bis 63 mm oder für Dicken bis 35 mm.

Tabelle 153.1 Vergütungsstähle DIN EN 10083-1 und DIN EN 10083-2, Mechanische Eigenschaften im normalgeglühten Zustand

Stahlsorte Kurzname <sup>1)</sup>		Für Erzeugnisse mit einem Durchmesser (d) oder bei Flacherzeugnissen einer Dicke (t) von <sup>2)</sup>								
		$d \leq 16 \text{ mm}$ $t \leq 16 \text{ mm}$			$16 \text{ mm} < d \leq 100 \text{ mm}$ $16 \text{ mm} < t \leq 100 \text{ mm}$			$100 \text{ mm} < d \leq 250 \text{ mm}$ $100 \text{ mm} < t \leq 250 \text{ mm}$		
Edelstähle	Qualitäts- stähle	$R_e$ min. N/mm <sup>2</sup>	$R_m$ N/mm <sup>2</sup>	A min. %	$R_e$ min. N/mm <sup>2</sup>	$R_m$ N/mm <sup>2</sup>	A min. %	$R_e$ min. N/mm <sup>2</sup>	$R_m$ N/mm <sup>2</sup>	A min. %
<b>C22E, C22R</b>	<b>C22</b>	240	430	24	210	410	25	–	–	–
<b>C 25 E, C 25 R</b>	<b>C25</b>	260	470	22	230	440	23	–	–	–
<b>C 30 E, C 30 R</b>	<b>C30</b>	280	510	20	250	480	21	230	460	21
<b>C 35 E, C 35 R</b>	<b>C35</b>	300	550	18	270	520	19	245	500	19
<b>C 40 E, C 40 R</b>	<b>C40</b>	320	580	16	290	550	17	260	530	17
<b>C 45 E, C 45 R</b>	<b>C45</b>	340	620	14	305	580	16	275	560	16
<b>C 50 E, C 50 R</b>	<b>C50</b>	355	650	12	320	610	14	290	590	14
<b>C 55 E, C 55 R</b>	<b>C55</b>	370	680	11	330	640	12	300	620	12
<b>C 60 E, C 60 R</b>	<b>C60</b>	380	710	10	340	670	11	310	650	11
<b>28Mn6</b>	–	345	630	17	310	600	18	290	590	18

<sup>1)</sup> Werkstoffnummern s. Werkstoffverzeichnis. Bedeutung der Zusatzsymbole: E = vorgeschriebener max. Schwefelgehalt, R = vorgeschriebener Bereich des Schwefelgehaltes, s. DIN EN 10027-1.

<sup>2)</sup>  $R_e$ : obere Streckgrenze oder, falls keine ausgeprägte Streckgrenze auftritt, 0,2%-Dehngrenze  $R_{p0,2}$ ;  $R_m$ : Zugfestigkeit, A: Bruchdehnung, Z: Brucheinschnürung, KV: Kerbschlagarbeit für ISO-V-Längsproben (Mittel aus drei Einzelwerten; kein Einzelwert darf kleiner sein als 70% des Mindestmittelwertes).

Tabelle 153.2 Grenzwerte der Rockwell-C-Härte für Stahlsorten nach DIN EN 10083-1 mit (normalen) Härteanforderungen (Auswahl)<sup>1)</sup>

Stahlsorte Kurzname	Grenzen der Spanne	Abstand von der abgeschreckten Stirnfläche in mm Härte in HRC															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	13	15	20	25	30
<b>C 35 E</b> <b>C 35 R</b>	max.	58	57	55	53	49	41	34	31	28	27	26	25	24	23	20	–
	min.	48	40	33	24	22	20	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
<b>C 40 E</b> <b>C 40 R</b>	max.	60	60	59	57	53	47	39	34	31	30	29	28	27	26	25	24
	min.	51	46	35	27	25	24	23	22	21	20	–	–	–	–	–	–
<b>C 45 E</b> <b>C 45 R</b>	max.	62	61	61	60	57	51	44	37	34	33	32	31	30	29	28	27
	min.	55	51	37	30	28	27	26	25	24	23	22	21	20	–	–	–
<b>C 50 E</b> <b>C 50 R</b>	max.	63	62	61	60	58	55	50	43	36	35	34	33	32	31	29	28
	min.	56	53	44	34	31	30	30	29	28	27	26	25	24	23	20	–
<b>C 55 E</b> <b>C 55 R</b>	max.	65	64	63	62	60	57	52	45	37	36	35	34	33	32	30	29
	min.	58	55	47	37	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	22	20
<b>C 60 E</b> <b>C 60 R</b>	max.	67	66	65	63	62	59	54	47	39	37	36	35	34	33	31	30
	min.	60	57	50	39	35	33	32	31	30	29	28	27	26	25	23	21

<sup>1)</sup> Kennzeichen der Härteanforderung: +H. Die Härteanforderungen der unlegierten Stähle sind vorläufig. Sie werden gegebenenfalls berichtigt, wenn mehr Erfahrungen vorliegen.

### DIN EN 10084 Einsatzstähle – Technische Lieferbedingungen (Jun 1998)

Einsatzstähle nach dieser Europäischen Norm sind Stähle mit verhältnismäßig niedrigem Kohlenstoffgehalt, die zum Aufkohlen oder Carbonitrieren und anschließendes Härten vorgesehen sind. Solche Stähle sind nach dem Härten gekennzeichnet durch eine Randschicht mit hoher Härte und einem zähen Kern.

Die Norm gilt für Einsatzstähle in Form von warmgeformtem Halbzeug, Stabstahl, Breitflachstahl, warmgewalztem Blech und Band sowie Freiform- und Gesenkschmiedestücke. Alle Stähle sind in den Zuständen „weichgeglüht“, „behandelt auf Härtespannung“ und „behandelt auf Ferrit-Perlit-Gefüge und Härtespanne“ bearbeitbar. Unter geeigneten Bedingungen, z. B. Vorwärmen, sind alle Stahlsorten im weichgeglühten Zustand scherbearbeitbar. Näheres zur Scherbearbeitbarkeit in anderen Behandlungszuständen s. Norm.

Der Kohlenstoffgehalt der Einsatzstähle liegt zwischen 0,07 und 0,31 Massen-%. Es wird unterschieden zwischen den unlegierten Edelstählen **C10E, C10R, C15E, C15R, C16E, C16R** und den legierten Edelstählen. Für unlegierte Stähle mit dem Zusatzsymbol E und legierte Stähle, denen Schwefel als Legierungselement nicht absichtlich hinzugefügt wurde,

beträgt der vorgeschriebene maximale Schwefelgehalt  $S < 0,035$  Massen-%. Ein vorgeschriebener Bereich des Schwefelgehaltes von 0,020 bis 0,040 Massen-% liegt bei den mit dem Zusatzsymbol R gekennzeichneten unlegierten Stählen und bei den legierten Stählen mit dem Symbol S, für Schwefel, im Kurznamen vor.

Die Art des Erschmelzungsverfahrens bleibt dem Hersteller überlassen, jedoch müssen alle Stähle beruhigt sein. Bestellangaben sowie Anhaltangaben zur Oberflächenbeschaffenheit und zu Prüfungen s. Norm. Für die Ermittlung des mikroskopischen Reinheitsgrades im Gefüge können drei verschiedene Prüfverfahren vereinbart werden: nach DIN 50602, nach NF A 04-106 und SS 11 11 16, Näheres s. Norm. Anhaltangaben zur Wärmebehandlung der Stähle:

Aufkühltemperatur: 880 bis 980 °C

Randhärte-temperatur: 780 bis 820 °C

Anlassen: 150 bis 200 °C

Für die Kernhärte-temperatur sind Temperaturbereiche zwischen 830 °C bis 870 °C (z. B. für die Stahlsorte 18CrNiMo7-6) und 880 °C bis 920 °C (z. B. für die Stahlsorte C10E) auszuwählen (Näheres s. Norm). Die Wahl des Abkühl- bzw. Abschreckmittels hängt von der Gestalt der Erzeugnisse, den Abkühlbedingungen und dem Füllgrad des Ofens ab.

DIN EN 10084 löst die bisherige nationale Norm DIN 17210 ab. Damit wurden die Kurznamen entsprechend DIN EN 10027 teilweise geändert, bisherige Werkstoffnummern aber unverändert beibehalten. Geändert wurden die Symbole für die Wärmebehandlungszustände. Etwa vergleichbar sind für DIN EN 10084 und DIN 17210 (neue Bezeichnung/alte Bezeichnung): behandelt auf Scherbarkeit (+S)/C; weichgeglüht (+A)/G; behandelt auf Härtespanne (+TH)/BF; behandelt aus Ferrit-Perlit-Gefüge und Härtespanne (+FP)/BG, s. auch Tab. 113.2. Unlegierte Qualitätsstähle sowie die Edelstähle 20Cr4, 20CrS4 und 15CrNi6 sind in dieser Norm nicht mehr aufgenommen.

Tabelle 154.1 Einsatzstähle nach DIN EN 10084, Brinellhärte bei verschiedenen Behandlungszuständen<sup>1) 2)</sup>

Kurzname	Stahlbezeichnung	+S HB (max.)	+A HB (max.)	+TH HB	+FP HB
	WNR				
<b>28Cr4 ; 28CrS4</b>	1.7030; 1.7036	255	217	166 bis 217	156 bis 207
<b>16MnCr5; 16MnCrS5</b>	1.7131; 1.7139	<sup>3)</sup>	207	156 bis 207	140 bis 187
<b>16MnCrB5</b>	1.7160	<sup>3)</sup>	207	156 bis 207	140 bis 187
<b>20MnCr5; 20MnCrS5</b>	1.7147; 1.7149	255	217	170 bis 217	152 bis 201
<b>18CrMo4; 18CrMoS4</b>	1.7243; 1.7244	<sup>3)</sup>	207	156 bis 207	140 bis 187
<b>22CrMoS3-5</b>	1.7333	255	217	170 bis 217	152 bis 201
<b>20MoCr3 ; 20MoCrS3</b>	1.7320; 1.7319	255	217	160 bis 205	145 bis 185
<b>20MoCr4; 20MoCrS4</b>	1.7321; 1.7323	255	207	156 bis 207	140 bis 187
<b>16NiCr4; 16NiCrS4</b>	1.5714; 1.5715	255	217	166 bis 217	156 bis 207
<b>10NiCr5-4</b>	1.5805	<sup>3)</sup>	192	147 bis 197	137 bis 187
<b>18NiCr5-4</b>	1.5810	255	223	170 bis 223	156 bis 207
<b>17NiCr6-6</b>	1.5918	255	229	175 bis 229	156 bis 207
<b>15NiCr13</b>	1.5752	255	229	179 bis 229	166 bis 217
<b>20NiCrMo2-2; 20NiCrMoS2-2</b>	1.6523; 1.6526	<sup>3)</sup>	212	161 bis 212	149 bis 194
<b>17NiCrMo6-4; 17NiCrMoS6-4</b>	1.6566; 1.6569	255	229	179 bis 229	149 bis 201
<b>20NiCrMoS6-4</b>	1.6571	255	229	179 bis 229	154 bis 207
<b>18NiCrMo7-6</b>	1.6587	255	229	179 bis 229	159 bis 207
<b>14NiCrMo13-4</b>	1.6657	255	241	187 bis 241	166 bis 217

<sup>1)</sup> Kennbuchstaben der Wärmebehandlungszustände: Behandelt auf Scherbarkeit (+S), weichgeglüht (+A), behandelt auf Härtespanne (+TH), behandelt auf Ferrit-Perlit-Gefüge und Härtespanne (+FP), unbehandelt (+U).

<sup>2)</sup> Maximalhärte in ( ) im Behandlungszustand (+A) für Werkstoff: C10E, C10R (131); C15E, C15R (143); C16E, C16R (156); 17Cr3, 17CrS3 (156).

<sup>3)</sup> Unter geeigneten Bedingungen (z. B. Vorwärmen, Verwendung von Messern mit dem Erzeugnis angepasstem Profil) auch im unbehandelten Zustand scherbär.

Grenzwerte der Härte für Stahlsorten mit normalen und eingegengten Härteanforderungen s. Norm. Anhaltswerte für die Wärmebehandlung von Probestäben für den Stirnabschreckversuch: Austenitisierungsdauer mindestens 0,5 h.

Kaltband aus Einsatzstählen s. DIN EN 10132-2

### DIN EN 10277-4 Blankstahlerzeugnisse – Technische Lieferbedingungen – Einsatzstähle (Okt 1999)

Als Ersatz für DIN 1652-3 gilt dieser Teil der Norm für Blankstahlerzeugnisse in geraden Stäben aus Einsatzstählen im gezogenen, geschälten oder geschliffenen Zustand (WNR): C10R (1.1207); C15R (1.1140); C16R (1.1208); 16MnCrS5 (1.7139); 16MnCrB5 (1.7160); 20MnCrS5 (1.7149); 16NiCrS4 (1.5715); 15NiCr13 (1.5752); 20NiCrMoS2-2 (1.6526); 17NiCrMoS6-4 (1.6569). Für die unlegierten Stahlsorten sind die Lieferzustände gewalzt und geschält (+SH), kaltgezogen (+C),

Tabelle 155.1 Härte für Einsatzstähle nach DIN EN 10277-4, Lieferzustände (+A + SH) und (+A +C)<sup>1)</sup>, Auswahl<sup>2)</sup>

Kurzname	Dickbereich mm		Lieferzustand weichgeglüht und	
	>	≤	geschält (+A +SH) Härte HB max.	kaltgezogen (+A +C) Härte HB max.
<b>C15R</b> (Cm15)	≥5	10	–	238
	10	16	–	231
	16	40	143	216
	40	63	143	198
	63	100	143	178
<b>16MnCr55</b>	≥5	10	–	260
	10	16	–	250
	16	40	207	245
	40	63	207	240
	63	100	207	240
<b>20MnCr55</b>	≥5	10	–	270
	10	16	–	260
	16	40	217	255
	40	63	217	250
	63	100	217	250
<b>20NiCrMoS2-2</b> (21NiCrMoS2)	≥5	10	–	270
	10	16	–	260
	16	40	212	255
	40	63	212	255
	63	100	212	255

<sup>1)</sup> Mechanische Eigenschaften ( $R_m$ ,  $R_{p0,2}$ ,  $A_5$ ) für die Lieferzustände (+SH), (+C), (+FP +SH) und (+FP +C) s. Norm.

<sup>2)</sup> Von den in der früheren Norm DIN 1652-3 genormten 19 Stahlsorten wurden nur die in der Auswahltable aufgeführten beibehalten. Bisherige Kurznamen in Klammern. Werkstoffnummer s. Werkstoffübersicht.

weichgeglüht und geschält (+A +SH) sowie weichgeglüht und kaltgezogen (+A +C) genormt. Für die niedriglegierten Sorten bestehen neben den Lieferzuständen (+A +SH) und (+A +C) noch die Lieferzustände (+FP +SH) und (+FP +C). FP bedeutet behandelt auf Ferrit-Perlit-Gefüge und Härtespanne, SH bedeutet geschält. Außer den Sorten 16MnCrB5 und 15NiCr13 haben alle Sorten einen vorgeschriebenen Bereich für den Schwefelgehalt von 0,020% bis 0,040%. Werte für die Härte, s. Tab. 155.1. Anhaltsangaben zur chemischen Zusammensetzung (Schmelzanalyse) s. Norm. Maße und Grenzabmaße s. DIN EN 10278.

### DIN EN 10277-5 Blankstahlerzeugnisse – Technische Lieferbedingungen – Vergütungsstähle (Okt 1999)

Dieser Teil der Norm gilt für Blankstahlerzeugnisse in geraden Stäben aus Vergütungsstählen im gezogenen (+C), geschälten (+SH) oder geschliffenen (+SL) Zustand. Genormt sind die unlegierten Edelmetalle **C35E, C35R, C40E, C40R, C45E, C45R, C50E, C50R, C60E** und **C60R** sowie die legierten Edelmetalle **34CrS4, 41CrS4, 25CrMoS4, 42CrMoS4, 34CrNiMo6** und **51CrV4**. Werkstoffnummern s. DIN EN 10083 oder Werkstoffverzeichnis. Für beide Stahlgruppen sind die mechanischen Eigenschaften festgelegt für die Lieferzustände geschält (+SH), weichgeglüht und geschält (+A + SH), kaltgezogen und vergütet (+C +QT) bzw. vergütet und kaltgezogen (+QT +C), für niedriglegierte Stähle zusätzlich noch weichgeglüht und kaltgezogen (+A +C), Anhaltswerte s. Norm. In den Durchmesserbereichen >16 mm ≤40 mm und >40 mm ≤100 mm entsprechen die Werte für 0,2%-Dehngrenze, Zugfestigkeit und Bruchdehnung im Lieferzustand (+C +QT) den Angaben in der Norm DIN EN 10083, s. Tab. 152.1. Anhaltsangaben zur chemischen Zusammensetzung (Schmelzanalyse) s. Norm. Die behandelte Europäische Norm ersetzt die frühere Norm DIN 1652-4. Maße und Grenzabmaße s. DIN EN 10278.

### DIN EN 10085 Nitrierstähle – Technische Lieferbedingungen (Jul 2001)

Nitrierstähle sind vergütbare Stähle, die kontrollierte Mengen von Nitridbildner enthalten und damit für das Nitrieren und Nitrocarburieren besonders geeignet sind. Anwendungsbereich: freiformgeschmiedetes Halbzeug (z. B. Vorblöcke, Vorbrammen, Knüppel), Stabstahl, Walzdraht, Breitflachstahl, warm- oder kaltgewalztes Band und Blech, Schmiedestücke. Alle Erzeugnisformen sind im Wärmebehandlungszustand weichgeglüht (+A), Stabstahl, Flacherzeugnisse und Schmiedestücke auch im Wärmebehandlungszustand vergütet (+QT) lieferbar. Anhaltsangaben zur Oberflächenausführung, z. B. gebeizt (+Pl) oder gestrahlt (+BC), s. Norm. DIN EN 10085 ersetzt die frühere nationale Norm DIN 17211.

Tabelle 156.1 Eigenschaften ausgewählter Nitrierstähle nach DIN EN 10085

Stahlbezeichnung: <sup>1)</sup> Kurzname WNR	Nitridbildner <sup>2)</sup> Massenanteile in %	Durchmesser in mm	Mechanische Eigenschaften im Zustand (+QT) <sup>4)</sup>					Weichglüh- temperatur und Härtetemperatur jeweils in °C <sup>6)</sup>
			Härte HV1 <sup>5)</sup>	$R_m$ in N/mm <sup>2</sup>	$R_e$ in N/mm <sup>2</sup> min.	A in % min.	KV in J min.	
<b>31CrMo12</b> 1.8515	Cr: 2,80 bis 3,30 Mo: 0,30 bis 0,50	$16 \leq d \leq 40$	800	1030 bis 1230	835	10	25	650 bis 700
		$40 < d \leq 100$		980 bis 1150	785	11	30	870 bis 930
		$100 < d \leq 160$		930 bis 1130	735	12	30	
		$160 < d \leq 250$		880 bis 1080	675	12	30	
<b>31CrMoV9</b> 1.8519	Cr: 2,30 bis 2,70 Mo: 0,15 bis 0,25, V: 0,10 bis 0,20	$16 \leq d \leq 40$	800	1100 bis 1300	900	9	25	680 bis 720
		$40 < d \leq 100$		1000 bis 1200	800	10	30	870 bis 930
		$100 < d \leq 160$		900 bis 1100	700	11	35	
		$160 < d \leq 250$		850 bis 1050	650	12	40	
<b>34CrAlNi7-10</b> 1.8550	Al: 0,80 bis 1,20 Cr: 1,50 bis 1,80 Mo: 0,15 bis 0,25	$16 \leq d \leq 40$	950	900 bis 1100	680	10	30	650 bis 700
		$40 < d \leq 100$		850 bis 1050	650	12	30	870 bis 930
		$100 < d \leq 160$		800 bis 1000	600	13	35	
		$160 < d \leq 250$		800 bis 1000	600	13	35	
<b>34CrAlMo5-10<sup>3)</sup></b> 1.8507	Al: 0,80 bis 1,20 Cr: 1,00 bis 1,30 Mo: 0,15 bis 0,25	$16 \leq d \leq 40$	950	800 bis 1000	600	14	35	650 bis 750
		$40 < d \leq 100$		800 bis 1000	600	14	35	870 bis 930

<sup>1)</sup> Bezeichnungssysteme nach DIN EN 10027-1 und DIN EN 10027-2. Weitere Stahlsorten WNR ( ): 24CrMo13-6 (1.8516), 32CrAlMo7-10 (1.8505), 33CrMoV12-9 (1.8522), 41CrAlMo7-10 (1.8509), 40CrMoV13-9 (1.8523), s. Norm. Die Sorte 15 CrMoV 5 9 (1.8521) wurde gestrichen.

<sup>2)</sup> Inhaltsangaben zur chemischen Zusammensetzung: Silizium, max. = 0,40%; Mangan = 0,40% bis 0,70%; Phosphor, max. = 0,025%; Schwefel, max. = 0,035%. Angaben für Kohlenstoff und Nickel s. Norm.

<sup>3)</sup> Verfügbar für Dicken  $d \leq 70$  mm.

<sup>4)</sup>  $R_m$ : Zugfestigkeit,  $R_e$ : Streckgrenze, A: Bruchdehnung, KV: Kerbschlagarbeit für V-Proben.  $1 \text{ N/mm}^2 = 1 \text{ MPa}$

<sup>5)</sup> Härte der nitrierten Oberfläche. Anhaltswerte zur Information. Je nach Nitrierbehandlung und vorgelagerten Vergütungsbedingungen kann die tatsächliche Oberflächenhärte abweichen. Härte HB max. im weichgeglühten Zustand: 248.

<sup>6)</sup> Anhaltswert für die Austenitisierungstemperatur (Härtetemperatur) beim Härten: mindestens 0,5 h. Härtemedium: Öl oder Wasser. Anlasstemperatur: 580 bis 700 °C. Anhaltswert für die Anlassedauer: mindestens 1 h. Nitriertemperatur: 480 °C bis 570 °C. Die Nitrierdauer hängt von der gewünschten Nitriertiefe ab.

## DIN 17212 Stähle für Flamm- und Induktionshärten – Gütevorschriften (Aug 1972)

Stähle für das Flamm- und Induktionshärten sind dadurch gekennzeichnet, dass sie sich durch Erhitzen der Oberfläche im Austenitisierungsbereich und anschließendes Abschrecken in der Randzone härten lassen. Die Festigkeits- und Zähigkeitseigenschaften sollen durch die Wärmebehandlung nicht wesentlich beeinflusst werden.

Tabelle 156.2 Stahlsorten und Härtewerte

Stahlsorte		a <sup>1)</sup> HB max.	b <sup>2)</sup> HRC min.
Kurzname	WNR		
<b>Cf35</b>	1.1183	183	51
<b>Cf45</b>	1.1193	207	55
<b>Cf53</b>	1.1213	223	57
<b>Cf70</b>	1.1249	223	60
<b>45Cr2</b>	1.7005	207	55
<b>38Cr4</b>	1.7043	217	53
<b>42 Cr 4</b>	1.7045	217	54
<b>41 CrMo 4</b>	1.7223	217	54
<b>49 CrMo 4</b>	1.7238	235	56

Chemische Zusammensetzung der Stähle und gewährleistete Eigenschaften s. Norm.

Die in Tab. 156.2 aufgeführten Stähle sind Edelmetalle mit eingetragener Spanne des Kohlenstoffgehaltes und einem Phosphorgehalt von  $\leq 0,025\%$ . Im Hinblick auf eine geringe Rissempfindlichkeit wird die Verwendung feinkörniger Stähle empfohlen.

<sup>1)</sup> a: Härte nach dem Weichglühen.

<sup>2)</sup> b: Härte an den oberflächengehärteten Zonen, weitere Erläuterungen s. Norm.



**DIN EN ISO 4957 Werkzeugstähle (Feb 2001)**

Die Norm gilt für unlegierte und legierte Kaltarbeitsstähle, legierte Warmarbeitsstähle und Schnellarbeitsstähle. Sie ersetzt DIN 17350.

**Werkzeugstähle:** Zum Be- und Verarbeiten von Werkstoffen sowie zum Handhaben und Messen von Werkstücken geeignete Edelstähle, die für diese Verwendung hohe Härte, hohen Verschleißwiderstand und/oder hohe Zähigkeit aufweisen.

**Kaltarbeitsstähle:** Unlegierte oder legierte Werkzeugstähle für Verwendungszwecke, bei denen die Oberflächentemperatur im Allgemeinen unter 200 °C liegt.

**Warmarbeitsstähle:** Legierte Werkzeugstähle für Verwendungszwecke, bei denen die Oberflächentemperatur im Allgemeinen über 200 °C liegt.

Tabelle 157.1 Werkzeugstähle, Härte im geglähten und angelassenen Zustand

Kurzname DIN EN ISO 4957	Stahlsorte Kurzname DIN 17350	WNr DIN 17350 <sup>1)</sup>	Härte <sup>2)</sup> + A (geglüht) HB max.	Härtungsversuch Härte-/Anlasstemperatur °C (±10 °C)	Abschreckmittel <sup>3)</sup>	Härte HRC min.
<b>unlegierte Kaltarbeitsstähle<sup>4)</sup> 5)</b>						
C45U	C45W	1.1730	207 <sup>6)</sup>	810/180	W	54
C70U	C70W2	1.1520	183	800/180	W	57
C80U	C80W1	1.1525	192	790/180	W	58
C90U	–	1.1535	207	780/180	W	60
C105U	C105W1	1.1545	212	780/180	W	61
C120U	–	1.1555	217	770/180	W	62
<b>legierte Kaltarbeitsstähle<sup>4)</sup></b>						
105V	–	1.2834	212	790/180	W	61
50WCrV8	–	1.2549	229	920/180	O	56
60WCrV8	60WCrV7	1.2550	229	910/180	O	58
102Cr6	100Cr6	1.2067	223	840/180	O	60
21MnCr5	21MnCr5	1.2162	217	<sup>8)</sup>	<sup>8)</sup>	<sup>8)</sup>
70MnMoCr8	–	1.2824	248	835/180	A	58
90MnCrV8	90MnCrV8	1.2842	229	790/180	O	60
95MnCrW5	–	1.2825	229	800/180	O	60
X100CrMoV5	–	1.2363	241	970/180	A	60
X153CrMoV12	–	1.2379	255	1020/180	A	61
X210Cr12	X210Cr12	1.2080	248	970/180	O	62
X210CrW12	X210CrW12	1.2436	255	970/180	O	62
35CrMo7	–	1.2302	<sup>7)</sup>	–	–	<sup>7)</sup>
40CrMnNiMo8-6-4	–	1.2738	<sup>7)</sup>	–	–	<sup>7)</sup>
45NiCrMo16	X45NiCrMo4	1.2767	285	850/180	O	52
X40Cr14	–	1.2083	241	1010/180	O	52
X38CrMo16	X36CrMo17	1.2316	<sup>7)</sup>	–	–	<sup>7)</sup>
<b>legierte Warmarbeitsstähle<sup>9)</sup></b>						
55NiCrMoV7	56NiCrMoV7	1.2714	248 <sup>10)</sup>	850/500	O	42 <sup>11)</sup>
32CrMoV12-28	X32CrMoV33	1.2365	229	1040/550	O	46
X37CrMoV5-1	X38CrMoV51	1.2343	229	1020/550	O	48
X38CrMoV5-3	–	1.2367	229	1040/550	O	50
X40CrMoV5-1	X40CrMoV51	1.2344	229	1020/550	O	50
50CrMoV13-15	–	1.2355	248	1010/510	O	56
X30WCrV9-3	–	1.2581	241	1150/600	O	48
X35CrWMoV5	–	1.2605	229	1020/550	O	48
38CrCoWV18-17-17	–	1.2661	260	1120/600	O	48

Fortsetzung und Fußnoten s. nächste Seite

Tabelle 157.1 Fortsetzung

Kurzname DIN EN ISO 4957	Stahlsorte Kurzname DIN 17350	WNR DIN 17350 <sup>1)</sup>	Härte <sup>2)</sup> + A (geglüht) HB max.	Härtungsversuch		Härte HRC min.
				Härte-/Anlasstemperatur °C (± 10 °C)	Abschreckmittel <sup>3)</sup>	
<b>Schnellarbeitsstähle<sup>4)</sup></b>						
HS0-4-1	–	1.3325	262	1120/560	Für den Referenzhärtversuch entweder Öl oder Salzbad; in Schiedsfällen jedoch nur Öl. Übliche Abschreckmittel in der Praxis sind Luft, Gas oder Salzbad.	60
HS1-4-2	–	1.3326	262	1180/560		63
HS18-0-1	–	1.3355	269	1260/560		63
HS2-9-2	S2-9-2	1.3348	269	1200/560		64
HS1-8-1	–	1.3327	262	1190/560		63
HS3-3-2	S3-3-2	1.3333	255	1190/560		62
HS6-5-2	S6-5-2	1.3339	262	1220/560		64
HS6-5-2C	–	1.3343	269	1210/560		64
HS6-5-3	S6-5-3	1.3344	269	1200/560		64
HS6-5-3C	–	1.3345	269	1180/560		64
HS6-6-2	–	1.3350	262	1200/560		64
HS6-5-4	–	1.3351	269	1210/560		64
HS6-5-2-5	S6-5-2-5	1.3243	269	1210/560		64
HS6-5-3-8	–	1.3244	302	1180/560		65
HS10-4-2-10	S10-4-3-10	1.3207	302	1230/560		66
HS2-9-1-8	S2-10-1-8	1.3247	277	1190/550		66

<sup>1)</sup> Informativ, Werkstoffnummern entsprechend DIN EN 10027-2 sind noch nicht vergeben.

<sup>2)</sup> Die Härte im geglähten und kaltgezogenen Zustand (+A +C) darf 20 HB höher sein als im geglähten Zustand (+A). Für Schnellarbeitsstähle: Die Härte im geglähten und kaltgezogenen Zustand (+A +C) darf 50 HB höher sein und die Härte im geglähten und kaltgewalzten Zustand (+A +CR) darf 70 HB höher sein als im geglähten Zustand (+A). HB Härte nach Brinell, HRC Härte nach Rockwell.

<sup>3)</sup> Abschreckmittel: A Luft, O Öl, W Wasser.

<sup>4)</sup> Für alle Stähle: Phosphor <0,030 % und Schwefel <0,030 %.

<sup>5)</sup> Die Stahlsorten C70U bis C120U sind auf Grund ihrer chemischen Zusammensetzung schalenhärtende Stähle, d. h. geringe Einhärtbarkeit bei vergleichsweise hoher Aufhärbarkeit (harte Oberfläche bei zähem Kern). Für Durchmesser bis 30 mm beträgt die Einhärtungstiefe ungefähr 3 mm. Durchhärtung kann bei Durchmessern bis 10 mm erreicht werden.

<sup>6)</sup> Diese Stahlsorte wird nicht im wärmebehandelten Zustand eingesetzt.

<sup>7)</sup> Dieser Stahl wird üblicherweise im vergüteten Zustand mit einer Härte von ungefähr 300 HB geliefert.

<sup>8)</sup> Nach Aufkohlen, Abschrecken und Anlassen sollte dieser Werkstoff eine Oberflächenhärte von 60 HRC erreichen.

<sup>9)</sup> Für alle Stähle: Phosphor <0,030% und Schwefel <0,020% (soweit nicht anders festgelegt).

<sup>10)</sup> Der Stahl wird für größere Abmessungen üblicherweise im vergüteten Zustand mit einer Härte von ungefähr 380 HB geliefert.

<sup>11)</sup> Dieser Wert gilt nur für kleine Abmessungen.

**Schnellarbeitsstähle:** Stähle, die hauptsächlich zum Zerspanen und Umformen eingesetzt werden und die auf Grund ihrer chemischen Zusammensetzung die höchste Warmhärte und Anlassbeständigkeit bis rund 600 °C aufweisen.

Mit Ausnahme der Stähle C45U, 35CrMo7, X38CrMo16, 40CrMnNiMo8-6-4 und 55NiCoMoV7 werden die Stähle dieser Norm, wenn nicht anders vereinbart, im geglähten Zustand (+A) geliefert. Weitere Wärmebehandlungszustände: unbehandelt (+U), gegläht und kaltgezogen (+A +C), vergütet (+QT), nur Schnellarbeitsstähle auch gegläht und kaltgewalzt (+A +CR).

Anhaltsangaben zur chemischen Zusammensetzung, zur Oberflächengüte, zu Grenzabmaßen der Erzeugnisse und zu Prüfungen s. Norm.

### DIN EN 10132-2 Kaltband aus Stahl für eine Wärmebehandlung – Technische Lieferbedingungen – Einsatzstähle (Mai 2000)

Anwendungsbereich: unlegiertes und legiertes Kaltband in Dicken bis zu 10 mm zum Einsatzhärten. Technische Lieferbedingungen, s. Teil 1 der Norm.

Lieferzustände: weichgeglüht oder weichgeglüht und leicht nachgewalzt (+A oder +LC), kaltgewalzt (+CR)

Stahlsorten, Rockwell-Härte HRB für (+A oder +LC): **C10E** (73), **C15E** (76), **16MnCr5** (84), **17Cr3** (84).

Anhaltsangaben zur chemischen Zusammensetzung und weiteren mechanischen Eigenschaften s. Norm.

### DIN EN 10132-3 Kaltband aus Stahl für eine Wärmebehandlung – Technische Lieferbedingungen – Vergütungsstähle (Mai 2000)

Kaltband in Dicken bis zu 6 mm zum Vergüten und vergütetes Kaltband in Dicken zwischen 0,30 mm und 3,00 mm aus Vergütungsstählen wird in der Norm DIN EN 10083-1 nicht mehr berücksichtigt. Die Stahlsorten sind mit identischer chemischer Zusammensetzung aus DIN EN 10083-1 übernommen worden. Lediglich die Sorte 25Mn4 ist neu hinzugekommen. Stahlsorten, Rockwellhärte HRB max. für (+A oder +LC): **C22E** (78), **C30E** (82), **C35E** (86), **C40E** (87), **C45E** (88), **C50E** (89), **C55E** (90), **C60E** (91) sind unlegierte Edelstähle, die Stahlsorten **25Mn4** (88), **25CrMo4** (87), **34CrMo4** (88) und **42CrMo4** (90) sind legierte Edelstähle.

**Lieferzustände:** – weichgeglüht oder weichgeglüht und leicht nachgewalzt (+A oder +LC); – kaltgewalzt (+CR); – vergütet (+QT) – für die Sorten C50E, C55E, C60E und 25CrMo4, 34CrMo4 und 42CrMo4. Mechanische Eigenschaften und Härteanforderungen dafür s. Norm. Der Lieferzustand geüglüht zur Erzielung kugeligiger Karbide (+AC) kann vereinbart werden. Vergütetes Band wird mit folgenden **Oberflächen** geliefert: – graublau: nicht poliert; – blank: nicht poliert; – poliert: erzielt durch Schleifen, Bürsten oder andere Verfahren; – poliert und auf Farbe angelassen: blaue oder gelbe Farbe, die durch Oxidation mittels Wärmebehandlung erzielt wird. Anhaltswerte für die Wärmebehandlung und die Mindesthärte im gehärteten Zustand s. Norm. Technische Lieferbedingungen Teil 1, s. Norm.

Sofern nichts Anderes vereinbart wird, gilt für Grenzabmaße und Formtoleranzen DIN EN 10140.

### DIN EN 10132-4 Kaltband aus Stahl für eine Wärmebehandlung – Technische Lieferbedingungen – Federstähle und andere Anwendungen (April 2003)

Zusammen mit den allgemeinen technischen Lieferbedingungen im Teil 1 der Norm ersetzt DIN EN 10132-4 die frühere nationale Norm DIN 17222. Alle dort genormten Stahlsorten außer 50CrV4 (1.8159) wurden gestrichen; der Kurzname dieser Sorte lautet jetzt 51CrV4.

Zugfestigkeit in N/mm<sup>2</sup> im Lieferzustand vergütet (+QT) für die Stähle mit Kurzbezeichnung/WNr.: **C55S/1.1204**: 1100 bis 1700; **C60S/1.1211**: 1150 bis 1750; **C67S/1.1231**: 1200 bis 1900; **C75S/1.1248**: 1200 bis 1900; **C85S/1.1269**: 1200 bis 2000; **C90S/1.1217**: 1200 bis 2100; **C100S/1.1274**: 1200 bis 2100; **C125S/1.1224**: 1200 bis 2100; **48Si7/1.5021**: 1200 bis 1700; **56Si7/1.5026**: 1200 bis 1700; **51CrV4/1.8159**: 1200 bis 1800; **80CrV2/1.2235**: 1200 bis 1800; **75Ni8/1.5634**: 1200 bis 1800; **125Cr2/1.2002**: 1300 bis 2100; **102Cr6/1.2067**: 1300 bis 2100. Für die hier angegebenen Zugfestigkeitsbereiche gelten Spannen von 150 N/mm<sup>2</sup>. Die maximale Zugfestigkeit in N/mm<sup>2</sup> im Lieferzustand kaltgewalzt (+CR) für die Stähle mit Kurzbezeichnung: C55S: 1070; C60S: 1100; C67S: 1140; C75S: 1170; C85S: 1190; C90S: 1200; C100S: 1200; C125S: 1200. Anhaltswerte für die Vickershärte HV s. Norm. Die Werte gelten für Dicken 0,30 mm ≤ t ≤ 3,00 mm. Bei dickerem Band, bis zu 6 mm, müssen die Werte für die mechanischen Eigenschaften vereinbart werden. Anhaltswerte zu den mechanischen Eigenschaften der Lieferzustände weichgeglüht oder weichgeglüht und leicht nachgewalzt (+A oder +LC), s. Norm. Der Lieferzustand geüglüht zur Erzielung kugeligiger Karbide (+AC) kann vereinbart werden. Chemische Zusammensetzung (Schmelzenanalyse) von Stählen für Federn s. Norm.

Stahlbezeichnung nach DIN EN 10132-4/vergleichbare frühere nationale Bezeichnung: C55S/Ck55; C60S/Ck60; C67S/Ck67; C75S/Ck75; C85S/Ck85; C100S/Ck101; 56Si7/55Si7; 51CrV4/50CrV4.

#### 8.1.2.2.2 Automatenstähle

Kennzeichnend für Automatenstähle sind die der Sorte und dem Behandlungszustand entsprechende gute Zerspanbarkeit und Spanbrüchigkeit, die im Wesentlichen durch einen Mindestgehalt von 0,1% Schwefel, mitunter auch durch weitere Zusätze, z. B. von Blei, erreicht werden. Die Zerspanbarkeit sinkt i. Allg. mit steigendem C-Gehalt, sie wird auch durch beruhigtes Vergießen beeinträchtigt. Automatenstähle sind für die Bearbeitung auf schnelllaufenden Werkzeugmaschinen besonders gut geeignet. Für Blankstahl aus Automatenstahl gelten die Normen DIN EN 10277-1 und DIN EN 10277-2. Für nichtrostende Stähle gelten z. B. die Stahlsorten X14CrMoS17, X6CrMoS17 und X8CrNiS18-9 als Automatenstähle, s. DIN EN 10088.

### DIN EN 10087 Automatenstähle – Technische Lieferbedingungen für Halbzeug, warmgewalzte Stäbe und Walzdraht (Jan 1999)

Der Anwendungsbereich der Norm ist auf warmgewalzte Erzeugnisse eingeschränkt. Nach den Erfordernissen der Maßnormen für Profile kommen in Betracht: warmgewalzte Stähle und Walzdraht mit walztechnisch glatter Oberfläche und Stabstähle, die eine durch spanende Bearbeitung erzeugte glatte, blanke Oberfläche haben.

Tabelle 159.1 Automatenstähle ohne Wärmebehandlung: mechanische Eigenschaften

Stahlbezeichnung Kurzname	WNr.	Durchmesser <i>d</i> mm	Härte HB <sup>1)</sup>	<i>R<sub>m</sub></i> <sup>1) 2)</sup> N/mm <sup>2</sup>
11SMn30 11SMnPb30 11SMn37 11SMnPb37	1.0715 1.0718	5 ≤ <i>d</i> < 10	–	380 bis 570
		10 ≤ <i>d</i> < 16	–	380 bis 570
	1.0736 1.0737	16 ≤ <i>d</i> < 40	112 bis 169	380 bis 570
		40 ≤ <i>d</i> < 63	112 bis 169	370 bis 570
		63 ≤ <i>d</i> < 100	107 bis 154	360 bis 520

<sup>1)</sup> Die Härtewerte dienen nur als Anhaltswerte. In Schiedsfällen sind die Werte der Zugfestigkeit maßgebend.

<sup>2)</sup> *R<sub>m</sub>* = Zugfestigkeit. Für Flacherzeugnisse gilt ein Mindestwert der Zugfestigkeit von 340 N/mm<sup>2</sup>.

Insbesondere wegen ihres hohen Schwefelgehaltes wird das **Schweißen** von Automatenstählen nicht empfohlen. Weitere Einzelheiten, z. B. über die Anforderungen an Gefüge und Oberfläche, Prüfung und Kennzeichnung, s. Norm. Chemische Zusammensetzung s. Tab. 160.2 und Norm.

Geeignet für die **Einsatzhärtung** sind die Automatenstähle (WNr.): **10S20** (1.0721), **10SPb20** (1.0722) u. **15SMn13** (1.0725), Wärmebehandlungsbedingungen, s. Tab. 160.1. Automatenstähle zum **Vergüten** s. Tab. 160.2

Tabelle 160.1 Wärmebehandlungsbedingungen für Automatenstähle nach DIN EN 10087<sup>1)</sup> 2)

Aufkühlungstemperatur °C	Härten von		Anlassen °C
	Kernhärtemperatur °C	Randhärtemperatur °C	
880 bis 980	880 bis 920	780 bis 820	150/200

<sup>1)</sup> mechanische Eigenschaften, s. Norm.

<sup>2)</sup> Die Wahl des Abkühlmittels ist abhängig von der Geometrie des Werkstückes, den Abkühlungsbedingungen und dem Füllgrad des Ofens: Wasser, Öl, Emulsion. Weitere Einzelheiten über das Einsatzhärten s. DIN EN 10084.

Tabelle 160.2 Wärmebehandlungsbedingungen für direkthärtende Automatenstähle nach DIN EN 10087<sup>1)</sup>

Stahlbezeichnung		Abschrecken <sup>2)</sup>		Anlassen <sup>3)</sup> °C	C-Gehalt <sup>4)</sup> Massen-%	S-Gehalt <sup>4)</sup> Massen-%	
Kurzname	WNr	Austenitisieren °C	Abkühlmittel				
<b>35S20</b>	1.0726	860 bis 890	Wasser oder Öl	540 bis 680	0,32 bis 0,39	0,15 bis 0,25	
<b>35SPb20</b>	1.0756						
<b>36SMn14</b>	1.0764	850 bis 880	Wasser oder Öl			0,35 bis 0,40	0,10 bis 0,18
<b>36SMnPb14</b>	1.0765						
<b>38SMn28</b>	1.0760	850 bis 880	Wasser oder Öl		0,40 bis 0,48	0,24 bis 0,33	
<b>38SMnPb28</b>	1.0761						
<b>44SMn28</b>	1.0762	840 bis 870	Öl oder Wasser		0,42 bis 0,50	0,15 bis 0,25	
<b>44SMnPb28</b>	1.0763						
<b>46S20</b>	1.0727	840 bis 870	Öl oder Wasser				
<b>46SPb20</b>	1.0757						

<sup>1)</sup> Die Temperaturen sind Anhaltangaben.

<sup>2)</sup> Anhaltswert für die Austenitisierungsdauer: mindestens 0,5 h.

<sup>3)</sup> Anhaltswert für die Anlaufdauer: mindestens 1 h.

<sup>4)</sup> Vollständige chemische Zusammensetzung (Si, Mn, P, Pb) s. Norm.

Tabelle 160.3 Mechanische Eigenschaften<sup>1)</sup> von direkthärtenden Automatenstählen nach DIN EN 10087

Stahlbezeichnung		Durchmesser $d$ mm		Unbehandelt			Vergütet	
Kurzname	WNr.	von	bis unter	Härte HB <sup>2)</sup>	$R_m$ N/mm <sup>2</sup>	Härte HB <sup>2)</sup> min.	$R_m$ N/mm <sup>2</sup>	A in % min.
<b>35S20</b> <b>35SPb20</b>	1.0726 1.0756	5	10	–	550 bis 720	430	630 bis 780	15
		10	16	–	550 bis 700	430	630 bis 780	15
		16	40	154 bis 201	520 bis 680	380	600 bis 750	16
		40	63	154 bis 198	520 bis 670	320	550 bis 700	17
		63	100	149 bis 193	500 bis 650	320	550 bis 700	17
<b>36SMn14</b> <b>36SMnPb14</b>	1.0764 1.0765	5	10	–	580 bis 770	480	700 bis 800	14
		10	16	–	580 bis 770	460	700 bis 800	14
		16	40	166 bis 222	560 bis 750	420	670 bis 820	15
		40	63	166 bis 219	560 bis 740	400	640 bis 790	16
		63	100	163 bis 219	550 bis 740	360	570 bis 720	17
<b>38SMn28</b> <b>38SMnPb28</b>	1.0760 1.0761	5	10	–	580 bis 780	480	700 bis 850	15
		10	16	–	580 bis 750	460	700 bis 850	15
		16	40	166 bis 216	530 bis 730	420	700 bis 850	15
		40	63	166 bis 216	560 bis 730	400	700 bis 850	16
		63	100	163 bis 207	550 bis 700	380	630 bis 800	16
<b>44SMn28</b> <b>44SMnPb28</b>	1.0762 1.0763	5	10	–	630 bis 900	520	700 bis 850	16
		10	16	–	630 bis 850	480	700 bis 850	16
		16	40	187 bis 242	630 bis 790	420	700 bis 850	16
		40	63	184 bis 235	620 bis 790	410	700 bis 850	16
		63	100	181 bis 231	610 bis 780	400	700 bis 850	16
<b>46S20</b> <b>46SPb20</b>	1.0727 1.0757	5	10	–	590 bis 800	490	700 bis 850	12
		10	16	–	590 bis 780	490	700 bis 850	12
		16	40	175 bis 225	590 bis 760	430	650 bis 800	12
		40	63	172 bis 216	580 bis 730	370	630 bis 780	14
		63	100	166 bis 211	560 bis 710	370	630 bis 780	14

<sup>1)</sup>  $R_e$  = Streckgrenze (0,2% - Dehngrenze);  $R_m$  = Zugfestigkeit; A = Bruchdehnung ( $L_0 = 5d_0$ ).

<sup>2)</sup> Die Härtewerte dienen nur als Anhaltswerte. In Schiedsfällen sind die Werte der Zugfestigkeit maßgebend.

### 8.1.2.2.3 Blankstahlerzeugnisse

Gegenüber warmgeformten Erzeugnissen erhalten Blankstahlerzeugnisse durch Entzunderung, spanlose Kaltumformung oder durch spanende Bearbeitung eine glatte, blanke Oberfläche mit hoher Maßgenauigkeit. DIN EN 10277 legt in fünf Teilen die technischen Lieferbedingungen für Blankstahlerzeugnisse in geraden Stäben aus Stähle für eine allgemeine technische Verwendung, Automaten-, Einsatz- und Vergütungsstählen fest. Einsatz- und Vergütungsstähle sind Stähle, die für eine Wärmebehandlung bestimmt sind, s. Abschn. 8.1.2.3.1. Blankstahlerzeugnisse aus korrosionsbeständigen Stählen, s. DIN EN 10088-3. Maße und Grenzabmaße von Blankstahlerzeugnissen sind in DIN EN 10278 festgelegt. Maßnormen für Erzeugnisformen aus Blankstahl, z. B. DIN EN 10218-2, DIN 6880, DIN 59370. Blankstahlerzeugnisse werden auch „Blankstahl“ genannt. Blankstähle sind Langerzeugnisse.

#### DIN EN 10277-1 Blankstahlerzeugnisse – Technische Lieferbedingungen – Allgemeines (Okt 1999)

Teil 1 der Norm legt die allgemeinen technischen Lieferbedingungen fest für Blankstahl in geraden Stäben, im gezogenen, geschälten oder geschliffenen Zustand. Er gilt nicht für kaltgewalzte Erzeugnisse und für aus Band oder Blech geschnittene Stäbe. DIN EN 10277-1 ersetzt die frühere nationale Norm DIN 1652-1.

**Gezogene Erzeugnisse** sind Stahlerzeugnisse verschiedenster Querschnittsformen, die aus warmgewalztem Stabstahl oder Walzdraht nach Entzunderung durch Kaltziehen hergestellt werden. Dieser Arbeitsgang führt zu besonderen Merkmalen hinsichtlich Form, Maßhaltigkeit und Oberflächenausführung des Erzeugnisses sowie zu einer Kaltverfestigung, die durch eine Wärmebehandlung rückgängig gemacht werden kann.

**Geschälte Erzeugnisse** werden aus Rundstahl durch Schälen mit anschließendem Richten und Druckpolieren hergestellt. Dieser Arbeitsgang führt zu besonderen Eigenschaften hinsichtlich Form, Maßhaltigkeit und Oberflächenausführung des Erzeugnisses.

Bei **geschliffenen Erzeugnissen** wird erreicht, dass gezogener oder geschälter Rundstahl durch zusätzliches Schleifen oder Schleifen und Polieren eine noch bessere Beschaffenheit der Oberfläche und eine noch höhere Maßgenauigkeit erhält.

Die Kennzeichnung der Fertigzustände, einzeln oder in einer Kombination, mit oder ohne Wärmebehandlung, erfolgt durch Kurzzeichen: +C für gezogen, +SH für geschält, +SL für geschliffen, +PL für poliert.

Oberflächengüteklassen sind Bestandteil der Bestellangabe, z. B. **38SMn28 + C-Klasse3**, s. Tab. 161.1.

Anhaltsangaben zur Oberflächenbeschaffenheit und zum Prüfumfang s. Norm.

Tabelle 161.1 Oberflächengüteklassen für Blankstahl DIN EN 10277-1

Zustand	Klasse <sup>1)</sup>			
	1	2	3	4
Zulässige Fehlertiefe	max. 0,3 mm für $d \leq 15$ mm; max. $0,02 \times d$ für $15 < d \leq 100$ mm	max. 0,3 mm für $d \leq 15$ mm; max. $0,02 \times d$ für $15 < d \leq 75$ mm max. 1,5 mm für $d > 75$ mm	max. 0,2 mm für $d \leq 20$ mm; max. $0,01 \times d$ für $20 < d \leq 75$ mm max. 0,75 mm für $d > 75$ mm	herstellertechnisch rissfrei
Maximaler Prozentsatz des Liefergewichtes oberhalb der festgelegten Fehlergrenze	4%	1%	1%	0,2%
Erzeugnisform <sup>2)</sup>				
Rund	+	+	+	+
Vierkant	+	+	–	–
Sechskant	+	+	–	–
Flach	+ <sup>3)</sup>	–	–	–

<sup>1)</sup> Nenndurchmesser des Stabes oder Abstand zwischen parallelen Flächen bei Vierkant- und Sechskantstäben.

<sup>2)</sup> + bedeutet, dass in diesen Klassen verfügbar; – bedeutet, dass in diesen Klassen nicht verfügbar.

<sup>3)</sup> Die maximale Fehlertiefe bezieht sich auf den jeweiligen Querschnitt (Breite oder Dicke).

<sup>4)</sup> Rissauffinden mit Wirbelstromprüfung wie angegeben nicht möglich für  $d > 20$  mm bzw.  $d > 50$  mm.

#### DIN EN 10277-2 Blankstahlerzeugnisse – Technische Lieferbedingungen – Stähle für allgemeine technische Verwendung (Okt 1999)

Dieser Teil der Norm, der DIN 1652-2 ersetzt, gilt für Blankstahlerzeugnisse in geraden Stäben aus Stählen für allgemeine technische Verwendung im gezogenen, geschälten oder geschliffenen Zustand. Die zuvor genormten Lieferzustände „kaltgezogen und weichgeglüht“ (K + G), „geschält und weichgeglüht“ (SH + G), „kaltgezogen und normalgeglüht“ (K + N) wurden gestrichen. Die Kurznamen der Stahlsorten ZSt 50-2 und ZSt 60-2 sind jetzt E295GC (1.0533) bzw. E335GC (1.0543). Zehn weitere Stahlsorten wurden neu aufgenommen, Auswahl s. Tab. 162.1. Im Dickenbereich 16 mm bis 100 mm sind mechanische Eigenschaften für den Lieferzustand gewalzt und geschält (+SH) genormt, s. Norm. Anhaltsangaben zur chemischen Zusammensetzung (Schmelzenanalyse) s. Norm. Beim Schweißen der Stähle im kaltgezogenen Zustand ist auf mögliche Veränderungen der Festigkeitswerte zu achten.

Tabelle 162.1 Mechanische Eigenschaften für Blankstahl DIN EN 10277-2, Lieferzustand kaltgezogen (Auswahl)

Kurzname WNR	Dickenbereich mm <sup>1)</sup>		Lieferzustand kaltgezogen (+C)			Kurzname	Dickenbereich mm		Lieferzustand kaltgezogen (+C)		
	>	≤	R <sub>p0,2</sub> N/mm <sup>2</sup> min.	R <sub>m</sub> N/mm <sup>2</sup>	A <sub>5</sub> % min		≥	≤	R <sub>p0,2</sub> N/mm <sup>2</sup> min.	R <sub>m</sub> N/mm <sup>2</sup>	A <sub>5</sub> % min
<b>S235JRG2C</b> 1.0122	≥5	10	355	470 bis 840	8	<b>C15</b> 1.0401	≥5	10	380	500 bis 800	7
	10	16	300	420 bis 710	9		10	16	340	480 bis 730	8
	16	40	260	390 bis 690	10		16	40	280	430 bis 730	9
	40	63	235	380 bis 630	11		40	63	240	380 bis 670	11
	63	100	215	340 bis 600	11		63	100	215	340 bis 600	12
<b>E295GC</b> 1.0533	≥5	10	510	650 bis 950	6	<b>C35</b> 1.0501	≥5	10	510	650 bis 1000	6
	10	16	420	600 bis 900	7		10	16	420	600 bis 950	7
	16	40	320	550 bis 850	8		16	40	320	580 bis 880	8
	40	63	300	520 bis 770	9		40	63	300	550 bis 840	9
	63	100	255	470 bis 740	9		63	100	270	520 bis 800	9
<b>E335GC</b> 1.0543	≥5	10	540	700 bis 1050	5	<b>C40</b> 1.0511	≥5	10	540	700 bis 1000	6
	10	16	480	680 bis 970	6		10	16	460	650 bis 980	7
	16	40	390	640 bis 930	7		16	40	365	620 bis 920	8
	40	63	340	620 bis 870	8		40	63	330	590 bis 840	9
	63	100	295	570 bis 810	8		63	100	390	550 bis 820	9
<b>S355J2G3C</b> 1.0569	≥5	10	520	650 bis 950	6	<b>C45</b> 1.0503	≥5	10	565	750 bis 1050	5
	10	16	450	600 bis 880	7		10	16	500	710 bis 1030	6
	16	40	350	550 bis 850	8		16	40	410	650 bis 1000	7
	40	63	335	520 bis 770	9		40	63	360	630 bis 900	8
	63	100	315	490 bis 740	9		63	100	310	580 bis 850	8
<b>C10</b> 1.0301	≥5	10	350	460 bis 760	8	<b>C60</b> 1.0601	≥5	10	630	800 bis 1150	5
	10	16	300	430 bis 730	9		10	16	550	780 bis 1130	5
	16	40	250	400 bis 700	10		16	40	480	730 bis 1100	6
	40	63	200	350 bis 640	12		40	63	–	–	–
	63	100	180	320 bis 580	12		63	100	–	–	–

<sup>1)</sup> Bei Dicken < 5 mm können mechanische Eigenschaften vereinbart werden.

### DIN EN 10277-3 Blankstahlerzeugnisse – Technische Lieferbedingungen – Automatenstähle (Okt 1999)

Dieser Teil der Norm gilt für Blankstahlerzeugnisse in geraden Stäben aus Automatenstählen im gezogenen, geschälten oder geschliffenen Zustand. Gemeinsam mit DIN EN 10087 wird die frühere nationale Norm DIN 1651 für Automatenstähle ersetzt. Der zuvor genormte Lieferzustand „kaltgezogen und spannungsarmgeglüht“ (K + S) wurde gestrichen, der Lieferzustand „vergütet und kaltgezogen“ (+QT +C) aufgenommen.

Mechanische Eigenschaften für Automatenstähle im Lieferzustand (+SH), die nicht für eine Wärmebehandlung vorgesehen sind, entsprechen den Angaben der Tab. 159.1, für Lieferzustand (+C) s. Norm. Geeignet für **Einsatzhärtung** in Dicken von  $d > 5$  mm bis  $d \leq 100$  mm sind die Automatenstähle (WNR.): **10S20** (1.0721), **10SPb20** (1.0722) u. **15SMn13** (1.0725).

Beim Schweißen der Stähle im kaltgezogenen Zustand ist auf mögliche Veränderungen der Festigkeitswerte zu achten.

Tabelle 162.2 Mechanische Eigenschaften für Automatenvergütungsstähle nach DIN EN 10277-3<sup>1)</sup>

Kurzname <sup>2)</sup>	Dickenbereich <sup>3)</sup> mm		Lieferzustand (+C) kaltgezogen			Lieferzustand (+QT +C) vergütet und kaltgezogen		
	>	≤	R <sub>p0,2</sub> N/mm <sup>2</sup> min.	R <sub>m</sub> N/mm <sup>2</sup>	A <sub>5</sub> % min	R <sub>p0,2</sub> N/mm <sup>2</sup> min.	R <sub>m</sub> N/mm <sup>2</sup>	A <sub>5</sub> % min
<b>35S20</b> <b>35SPb20</b>	≥5	10	480	640 bis 880	6	600	770 bis 870	9
	10	16	400	590 bis 830	7	580	770 bis 850	11
	16	40	360	560 bis 800	8	550	700 bis 850	12
	40	63	340	530 bis 760	9	530	650 bis 800	13
	63	100	300	510 bis 680	9	500	650 bis 800	14

Fortsetzung und Fußnoten s. nächste Seite

Tabelle 162.2 Fortsetzung

Kurzname <sup>2)</sup>	Dickenbereich <sup>3)</sup> mm		Lieferzustand (+C) kaltgezogen			Lieferzustand (+QT +C) vergütet und kaltgezogen		
	>	≤	$R_{p0.2}$ N/mm <sup>2</sup> min.	$R_m$ N/mm <sup>2</sup>	$A_5$ % min	$R_{p0.2}$ N/mm <sup>2</sup> min.	$R_m$ N/mm <sup>2</sup>	$A_5$ % min
<b>36SMn14</b> <b>36SMnPb14</b>	≥5	10	50	660 bis 950	6	560	750 bis 1000	6
	10	16	440	620 bis 900	6	530	740 bis 990	6
	16	40	390	600 bis 840	7	470	720 bis 970	8
	40	63	360	580 bis 780	8	420	680 bis 930	9
	63	100	340	560 bis 760	9	400	580 bis 840	9
<b>38SMn28</b> <b>38SMnPb28</b>	≥5	10	550	700 bis 960	6	700	850 bis 1000	9
	10	16	500	660 bis 930	6	680	775 bis 925	10
	16	40	420	610 bis 850	7	650	700 bis 900	12
	40	63	400	600 bis 790	7	650	700 bis 900	13
	63	100	350	580 bis 760	8	500	635 bis 850	14
<b>44SMn28</b> <b>44SMnPb28</b>	≥5	10	600	700 bis 1030	5	710	850 bis 1000	9
	10	16	530	710 bis 980	5	710	850 bis 1000	9
	16	40	460	660 bis 900	6	660	700 bis 900	11
	40	63	430	650 bis 870	7	660	700 bis 900	12
	63	100	390	630 bis 840	7	660	700 bis 900	12
<b>46S20</b> <b>46SPb20</b>	≥5	10	570	740 bis 980	5	680	850 bis 1000	8
	10	16	470	690 bis 930	6	650	800 bis 950	9
	16	40	400	640 bis 880	7	620	700 bis 850	10
	40	63	380	610 bis 850	8	620	700 bis 850	11
	63	100	340	580 bis 770	8	580	650 bis 850	11

<sup>1)</sup> Mechanische Eigenschaften für die Lieferzustände „gewalzt und geschält“ (+SH) sowie „kaltgezogen und vergütet“ (+C +QT) s. Norm.

<sup>2)</sup> Kurzname nach DIN EN 10027. Werkstoffnummer s. Tab. 160.2 oder DIN EN 10087.

<sup>3)</sup> Bei Dicken < 5 mm können mechanische Eigenschaften vereinbart werden.

#### 8.1.2.2.4 Walzdraht und Draht

**Walzdraht** ist ein warmgewalztes und im warmen Zustand zu Ringen regellos aufgehaspeltes **Langerzeugnis**. Sein Nenndurchmesser bzw. seine Dicke beträgt i. Allg. = 5 mm. Die Querschnittsform kann rund, oval, quadratisch, rechteckig, sechseckig, achteckig oder halbrund geformt sein. Die Oberfläche ist glatt. Walzdraht ist meist für die Weiterverarbeitung bestimmt, z. B. für Federstahldraht nach DIN EN 10270-1. Maße und Toleranzen für Walzdraht sind in DIN EN 10017 genormt, Oberflächengüteklassen für warmgewalzten Stabstahl und Walzdraht in DIN EN 10221, s. Norm. Walzdraht für Stäbe und Draht aus Kaltstauch- und Kaltfließpressstählen sind in der Norm DIN EN 10263 aufgeführt, die aus fünf Teile besteht, s. Norm. Maße und Grenzabmaße für Kaltstauch- und Kaltfließpressstähle sind in DIN EN 10108 genormt, s. Norm. **Draht** ist ein durch Kaltziehen oder -walzen hergestelltes Erzeugnis mit einem über die ganze Länge gleichbleibenden Querschnitt, das nach der Umformung zu Ringen aufgewickelt wird. Die Querschnittsform kann rund, rechteckig, quadratisch, sechseckig, achteckig oder anders geformt sein. Draht, nach dem Abwickeln und Richten auf Länge zugeschnitten, wird als kaltgeformte Stäbe eingeordnet. Maße und Toleranzen für Stahldraht und Drahterzeugnisse s. DIN EN 10218, Stahldraht für Seile s. DIN EN 10264. Begriffsbestimmungen s. DIN EN 10079.

#### DIN EN 10016-1 Walzdraht aus unlegiertem Stahl zum Ziehen und/oder Kaltwalzen – Allgemeine Anforderungen (Apr 1995)

#### DIN EN 10016-2 – Besondere Anforderungen an Walzdraht für allgemeine Verwendung (Apr 1995)

Mit der Herausgabe der DIN EN 10016 in den Teilen eins und zwei wird die bisherige Norm DIN 17140 ersetzt. Zusätzlich werden im Teil drei die Stahlsorten **C2D1**, **C3D1** und **C4D1** mit niedrigem Kohlenstoffgehalt (max. 0,03%) und im Teil vier Walzdraht für Sonderanwendungen behandelt s. Norm.

Der Walzdraht wird im Walzzustand in Ringen in einer fortlaufenden Länge in regellosen Windungen geliefert, muss aber für ein einwandfreies Abwickeln bei der Weiterverarbeitung geeignet sein. Die Erzeugnisse sind nach einem anerkannten Qualitätssicherungssystem zu fertigen und schmelzenweise zu liefern.

Bei den in der Tab. 164.1 aufgeführten Sorten handelt es sich um unlegierten Qualitätsstahl. In der Reihenfolge der Aufzählung nimmt der Kohlenstoffgehalt zu, chemische Zusammensetzung (Schmelzenanalyse) s. Norm.

Der Walzdraht darf keine inneren und/oder äußeren Unvollkommenheiten enthalten, die seine sachgemäße Verwendung beeinträchtigen können. Das Verfahren zur Aufdeckung von Oberflächenfehlern bleibt dem Hersteller überlassen. Grenzwerte für die Tiefe von Oberflächenfehlern s. Norm. Für die Ausstellung eines Abnahmeprüfzeugnisses 3.1 nach DIN EN 10204 können folgende Prüfungen vereinbart werden: Oberflächenfehler, Randentkohlung, Kerneiserungen, Stükanalyse und Zugfestigkeit. Die makrographische Prüfung zur Bewertung von Kerneiserungen in Walzrichtung ist in Teil 1 der Norm festgelegt. Die Eignung zum Patentieren ist ggf. in den Bestellangaben zu berücksichtigen, weitere Anforderungen s. Norm.

Tabelle 164.1 Stahlsorten DIN EN 10016-2 aus Walzdraht aus unlegiertem Stahl zum Ziehen und/oder Kaltwalzen

Stahlsorte <sup>1)</sup>	<b>C4D</b>	<b>C7D</b>	<b>C9D</b>	<b>C10D</b>	<b>C12D</b>	<b>C15D</b>	<b>C18D</b>
WNr.	1.0300	1.0313	1.0304	1.0310	1.0311	1.0413	1.0416
C-Gehalt	≤ 0,06	0,05 bis 0,09	≤ 0,10	0,08 bis 0,13	0,10 bis 0,15	0,12 bis 0,17	0,15 bis 0,20
Stahlsorte	<b>C20D</b>	<b>C26D</b>	<b>C32D</b>	<b>C38D</b>	<b>C42D</b>	<b>C48D</b>	<b>C50D</b>
WNr.	1.0414	1.0415	1.0530	1.0516	1.0541	1.0517	1.0586
C-Gehalt	0,18 bis 0,23	0,24 bis 0,29	0,30 bis 0,35	0,35 bis 0,40	0,40 bis 0,45	0,45 bis 0,50	0,48 bis 0,53
Stahlsorte	<b>C52D</b>	<b>C56D</b>	<b>C58D</b>	<b>C60D</b>	<b>C62D</b>	<b>C66D</b>	<b>C68D</b>
WNr.	1.0588	1.0518	1.0609	1.0610	1.0611	1.0612	1.0612
C-Gehalt	0,50 bis 0,55	0,53 bis 0,58	0,55 bis 0,60	0,58 bis 0,63	0,60 bis 0,65	0,63 bis 0,68	0,65 bis 0,70
Stahlsorte	<b>C70D</b>	<b>C72D</b>	<b>C76D</b>	<b>C78D</b>	<b>C80D</b>	<b>C82D</b>	<b>C86D</b>
WNr.	1.0615	1.0617	1.0614	1.0620	1.0622	1.0626	1.0616
C-Gehalt	0,68 bis 0,73	0,70 bis 0,75	0,73 bis 0,78	0,75 bis 0,80	0,78 bis 0,83	0,80 bis 0,85	0,83 bis 0,88
Stahlsorte	<b>C88D</b>	<b>C92D</b>					
WNr.	1.0628	1.0618					
C-Gehalt	0,85 bis 0,90	0,90 bis 0,95					

<sup>1)</sup> Kurzname und Werkstoffnummer nach DIN EN 10027. Bezeichnungsbeispiel für Stahlsorte nach Teil 4 der Norm: **C10D2**.

### 8.1.2.2.5 Federstähle

Federstähle sind Werkstoffe, die durch Kaltverfestigung und/oder Wärmebehandlung (hier: Vergüten) in Zustände überführt werden, die für die Herstellung von federnden Teilen aller Art besonders geeignet sind. Das Federungsvermögen der Stähle beruht auf ihrer elastischen Verformbarkeit, aufgrund derer sie innerhalb eines bestimmten Bereichs belastet werden können, ohne dass nach der Entlastung eine bleibende Formänderung auftritt. Die für Federn gewünschten Eigenschaften der Stähle werden durch höhere Massenanteile Kohlenstoff und Legierungsbestandteile wie Silizium, Mangan, Chrom, Molybdän und Vanadium sowie ggf. durch eine Wärmebehandlung erreicht. Werkstoffe und Halbzeuge für Federn sind darüber hinaus im DIN-Taschenbuch 349 zusammengefasst.

Unter dem Titel „Stahldraht für Federn“ wurden in DIN EN 10270 für patentiert-gezogene, ölschlussvergütete und nichtrostende Federstahldrähte die Maßnormen und technischen Lieferbedingungen zusammengefasst. Federband aus nichtrostenden Stählen ist in DIN EN 10151 genormt, warmgewalzte Flachstäbe aus Federstahl in DIN EN 10092 und warmgewalzte Stähle für vergütbare Federn in DIN EN 10089. Kaltband aus Stahl für eine Wärmebehandlung für Federstähle s. DIN EN 10132-4.

### DIN EN 10270-1 Stahldraht für Federn – Patentiert-gezogener unlegierter Federstahldraht (Dez 2001)

Als patentiert-gezogen gilt ein Draht, der auf eine Temperatur oberhalb des oberen Umwandlungspunktes  $A_{c3}$  erwärmt wird und anschließend verhältnismäßig rasch abgekühlt wird, um damit für die nachfolgende Kaltumformung auf Maß ein günstiges Gefüge zu erzielen. Dieser Teil der Norm gilt für patentiert-gezogenen unlegierten Stahldraht mit rundem Querschnitt zur Herstellung von Federn für dynamische und statische Beanspruchung. Federstahldraht der Sorten SL, SM, SH ist aus Stahl nach DIN EN 10016-2 herzustellen, die Sorten DM und DH nach DIN EN 10016-4. Die Verwendung der Drahtsorte, ob SL, SM, SH oder DM, DH, hängt von der Höhe der Zugspannung und der Art der Beanspruchung ab: Ist die Beanspruchung vorwiegend statisch, wird eine Drahtsorte vom Typ (S) verwendet, in Fällen der überwiegend dynamischen Beanspruchung stehen Drahtsorten vom Typ (D) zur Auswahl. In Abhängigkeit von der Höhe der Zugspannung wird der Federdraht in drei Zugfestigkeitsklassen hergestellt: niedrig (L), mittel (M) und hoch (H). Der Federdraht kann in der Oberflächenausführung blank (b), phosphatiert (ph), rötlich (rd), verkupfert (cu), mit Zink (Z) oder mit Zink/Aluminium (ZA) geliefert werden. Andere Überzüge können vereinbart werden.

**Bezeichnungsbeispiel:** Federstahldraht der Sorte SM mit einem Nenndurchmesser von 2,50 mm, Oberflächenbehandlung phosphatiert: **Federdraht EN 10270-1-SM-2,50 ph**

Fallweise kann die Bezeichnung noch um den Ziehzustand ergänzt werden: trockenblank gezogen (d), schmierblank gezogen (ps), graublack (gr), nassgezogen (w) und nassblank (l).

Zur Beurteilung der Gleichmäßigkeit des Drahtes beim Wickeln und seiner Oberflächenbeschaffenheit ist bei Draht mit einem Durchmesser bis 0,70 mm der Wickelversuch durchzuführen, Näheres s. Norm.



Zur Beurteilung der **Verformbarkeit**, des **Bruchverhaltens** und der **Oberflächenbeschaffenheit** ist bei allen Drahtsorten von 0,75 mm bis 10 mm der Verwinderversuch durchzuführen: Eine fest eingespannte Probe der Länge  $100 \times d$  wird solange gedreht, bis sie bricht. Die Anzahl der vollen Umdrehungen des Einspannkopfes wird festgestellt. Die Prüfung der Oberflächenbeschaffenheit erfolgt nur bei den Federsorten DM und DH: ab Nenn Durchmesser 0,80 mm beträgt die zulässige Tiefe von **Oberflächenfehlern** maximal 1%, die zulässige **Entkohlungstiefe** 1,5% des Drahtdurchmessers.

Der **Elastizitätsmodul** wird mit  $206 \text{ kN/mm}^2$ , der **Schubmodul** mit  $81,5 \text{ kN/mm}^2$ , die **Dichte** mit  $7,85 \text{ kg/dm}^3$  angenommen.

**Mindestbrucheinschnürung**  $Z$  in % für alle Drahtsorten für Durchmesser  $d$  von/bis: 40 0,80/3,80; 35 4,00/7,00; 30 7,50/12,0; 28 12,50/20,00. Für kleinere Durchmesser sind keine Werte für die Brucheinschnürung festgelegt!

Mindestverwindenzahl im Wickelversuch für alle Drahtsorten für Durchmesser von/bis: 25 0,75/1,40; 22 1,50/3,20; 16 3,40/4,25; 12 4,25/5,00; 11 5,30/5,60 (Anhaltsangaben für größere Durchmesser 10,0 mm, s. Norm).

Tabelle 165.1 DIN EN 10270-1: Chemische Zusammensetzung nach der Schmelzanalyse (Massenanteil in %)

Sorte	C	Si	Mn	P (max)	S (max)	Cu (max)
<b>SL, SM, SH</b>	0,35 bis 1,00	0,10 bis 0,30	0,50 bis 1,20	0,035	0,035	0,20
<b>DM, DH</b>	0,45 bis 1,00	0,10 bis 0,30	0,50 bis 1,20	0,025	0,025	0,12

Grenzabmaße in mm für Drahtdurchmesser von/bis:

$\pm 0,003$ 0,05/0,09	$\pm 0,004$ 0,10/0,16	$\pm 0,005$ 0,18/0,25	$\pm 0,008$ 0,28/0,63	$\pm 0,010$ 0,65/0,75
$\pm 0,015$ 0,80/1,00	$\pm 0,020$ 1,05/1,70	$\pm 0,25$ 1,80/2,60	$\pm 0,030$ 2,80/4,00	$\pm 0,035$ 4,25/5,30
$\pm 0,040$ 5,60/7,00	$\pm 0,045$ 7,50/9,50	$\pm 0,050$ 10,0/11,0	$\pm 0,080$ 12,0/14,0	$\pm 0,090$ 15,0/18,0
$\pm 1,00$ 19,00/20,00.				

Die Drahtsorten SL, SM, SH und DH sind vergleichbar mit den Sorten A, B, C und D, die in der früheren nationalen Norm DIN 17223-1 (Runder Federstahldraht) geführt wurden. Diese Norm wird, ebenso wie die Normen DIN 2076 (Grenzabmaße), durch die Europäische Norm DIN EN 10270-1 ersetzt. Im Gegensatz zur Norm DIN 17223-1 stehen Drähte mit hoher Zugfestigkeit jetzt schon ab einem Durchmesser von 0,3 mm zur Verfügung (Sorte C nach DIN 17223-1:  $d = 2 \text{ mm}$ ), s. Tab. 165.2.

Tabelle 165.2 Mechanische Eigenschaften für die Drahtsorten nach DIN EN 10270-1

Drahtdurchmesser $d$ (mm <sup>1</sup> )	Zugfestigkeit für Drahtsorten <sup>2)</sup>				Drahtdurchmesser $d$ (mm <sup>1</sup> )	Zugfestigkeit für Drahtsorten <sup>2)</sup>		
	SL N/mm <sup>2</sup>	SM und DM N/mm <sup>2</sup>	SH N/mm <sup>2</sup>	DH N/mm <sup>2</sup>		SL N/mm <sup>2</sup>	SM und DM N/mm <sup>2</sup>	SH und DH N/mm <sup>2</sup>
0,05	–	–	–	2800 bis 3520	1,70	1570 bis 1800	1810 bis 2030	2040 bis 2260
0,06	–	–	–	2800 bis 3520	1,80	1550 bis 1780	1790 bis 2010	2020 bis 2240
0,07	–	–	–	2800 bis 3520	1,90	1540 bis 1760	1770 bis 1990	2000 bis 2220
0,08	–	–	–	2800 bis 3480	2,00	1520 bis 1750	1760 bis 1970	1980 bis 2200
0,09	–	–	–	2800 bis 3430	2,10	1510 bis 1730	1740 bis 1960	1970 bis 2180
0,10	–	–	–	2800 bis 3380	2,25	1490 bis 1710	1720 bis 1930	1940 bis 2150
0,11	–	–	–	2800 bis 3350	2,40	1470 bis 1690	1700 bis 1910	1920 bis 2130
0,12	–	–	–	2800 bis 3320	2,50	1460 bis 1680	1690 bis 1890	1900 bis 2110
0,14	–	–	–	2800 bis 3250	2,60	1450 bis 1660	1670 bis 1880	1890 bis 2100
0,16	–	–	–	2800 bis 3200	2,80	1420 bis 1640	1650 bis 1850	1860 bis 2070
0,18	–	–	–	2800 bis 3160	3,00	1410 bis 1620	1630 bis 1830	1840 bis 2040
0,20	–	–	–	2800 bis 3110	3,20	1390 bis 1600	1610 bis 1810	1820 bis 2020
0,22	–	–	–	2770 bis 3080	3,40	1370 bis 1580	1590 bis 1780	1790 bis 1990
0,25	–	–	–	2720 bis 3010	3,60	1350 bis 1560	1570 bis 1760	1770 bis 1970
0,28	–	–	–	2680 bis 2970	3,80	1340 bis 1540	1550 bis 1740	1750 bis 1950
0,30	–	2370 bis 2650	2660 bis 2940	2660 bis 2940	4,00	1320 bis 1520	1530 bis 1730	1740 bis 1930
0,32	–	2350 bis 2630	2640 bis 2920	2640 bis 2920	4,25	1310 bis 1500	1510 bis 1700	1710 bis 1900
0,34	–	2330 bis 2660	2610 bis 2890	2610 bis 2890	4,50	1290 bis 1490	1500 bis 1680	1690 bis 1880
0,36	–	2310 bis 2580	2590 bis 2870	2590 bis 2870	4,75	1270 bis 1470	1480 bis 1670	1680 bis 1860
0,38	–	2290 bis 2560	2570 bis 2850	2570 bis 2850	5,00	1260 bis 1450	1460 bis 1650	1660 bis 1840
0,40	–	2270 bis 2550	2560 bis 2830	2560 bis 2830	5,30	1240 bis 1430	1440 bis 1630	1640 bis 1820
0,43	–	2250 bis 2521	2530 bis 2800	2530 bis 2800	5,60	1230 bis 1420	1430 bis 1610	1620 bis 1800

Fortsetzung und Fußnoten s. nächste Seite

Tabelle 165.2 Fortsetzung

Draht- durch- messer $d$ (mm <sup>1</sup> )	Zugfestigkeit für Drahtsorten <sup>2</sup> )				Draht- durch- messer $d$ (mm <sup>1</sup> )	Zugfestigkeit für Drahtsorten <sup>2</sup> )			
	SL N/mm <sup>2</sup>	SM und DM N/mm <sup>2</sup>	SH N/mm <sup>2</sup>	DH N/mm <sup>2</sup>		SL N/mm <sup>2</sup>	SM und DM N/mm <sup>2</sup>	SH und DH N/mm <sup>2</sup>	
0,45	–	2240 bis 2500	2510 bis 2780	2510 bis 2780	6,00	1210 bis 1390	1400 bis 1580	1590 bis 1770	
0,48	–	2220 bis 2480	2490 bis 2760	2490 bis 2760	6,30	1190 bis 1380	1390 bis 1560	1570 bis 1750	
0,50	–	2200 bis 2470	2480 bis 2740	2480 bis 2740	6,50	1180 bis 1370	1380 bis 1550	1560 bis 1740	
0,53	–	2180 bis 2450	2460 bis 2720	2460 bis 2720	7,00	1160 bis 1340	1350 bis 1530	1540 bis 1710	
0,56	–	2170 bis 2430	2440 bis 2700	2440 bis 2700	7,50	1140 bis 1320	1330 bis 1500	1510 bis 1680	
0,60	–	2140 bis 2400	2410 bis 2670	2410 bis 2670	8,00	1120 bis 1300	1310 bis 1480	1490 bis 1660	
0,63	–	2130 bis 2380	2390 bis 2650	2390 bis 2650	8,50	1110 bis 1280	1290 bis 1460	1470 bis 1630	
0,65	–	2120 bis 2370	2380 bis 2640	2380 bis 2640	9,00	1090 bis 1260	1270 bis 1440	1450 bis 1610	
0,70	–	2090 bis 2350	2360 bis 2610	2360 bis 2610	9,50	1070 bis 1250	1260 bis 1320	1430 bis 1590	
0,75	–	2070 bis 2320	2330 bis 2580	2330 bis 2580	10,00	1060 bis 1230	1240 bis 1400	1240 bis 1579	
0,80	–	2050 bis 2300	2310 bis 2560	2310 bis 2560	10,50	–	1220 bis 1389	1390 bis 1550	
0,85	–	2030 bis 2280	2290 bis 2530	2290 bis 2530	11,00	–	1210 bis 1370	1380 bis 1530	
0,90	–	2010 bis 2260	2270 bis 2510	2270 bis 2510	12,00	–	1180 bis 1340	1350 bis 1500	
0,95	–	2000 bis 2240	2250 bis 2490	2250 bis 2490	12,50	–	1170 bis 1320	1330 bis 1480	
1,00	1720 bis 1970	1980 bis 2220	2330 bis 2470	2330 bis 2470	13,00	–	1160 bis 1310	1320 bis 1470	
1,05	1710 bis 1950	1960 bis 2200	2210 bis 2450	2210 bis 2450	14,00	–	1130 bis 1280	1290 bis 1440	
1,10	1690 bis 1940	1950 bis 2190	2200 bis 2430	2200 bis 2430	15,00	–	1110 bis 1260	1270 bis 1410	
1,20	1670 bis 1910	1920 bis 2160	2170 bis 2400	2170 bis 2400	16,00	–	1090 bis 1230	1240 bis 1390	
1,25	1660 bis 1900	1910 bis 2140	2150 bis 2380	2150 bis 2380	17,00	–	1070 bis 1210	1220 bis 1360	
1,30	1640 bis 1890	1900 bis 2130	2140 bis 2370	2140 bis 2370	18,00	–	1050 bis 1190	1200 bis 1340	
1,40	1620 bis 1860	1870 bis 2100	2110 bis 2340	2110 bis 2340	19,00	–	1030 bis 1170	1180 bis 1320	
1,50	1600 bis 1840	1850 bis 2080	2090 bis 2310	2090 bis 2310	20,00	–	1020 bis 1150	1160 bis 1300	
1,60	1590 bis 1820	1830 bis 2050	2060 bis 2290	2060 bis 2290	–	–	–	–	

<sup>1</sup>) Für Zwischenwerte des Drahtdurchmessers gelten die Werte des nächsthöheren Durchmessers. Für Drahtdurchmesser über 20 mm sind die Eigenschaften bei der Bestellung zu vereinbaren.

<sup>2</sup>) Für nicht angegebene Maße ist die Zugfestigkeit abzuleiten. Für SL:  $R_{av} = 1845 - 700 \times \log d$ ; für SM:  $R_{av} = 2150 - 780 \times \log d$  ( $R_{av}$ : durchschnittliche Zugfestigkeit in N/mm<sup>2</sup>).

## DIN EN 10270-2 Stahldraht für Federn – Ölschlussvergüteter Federstahldraht (Dez 2001)

Als ölschlussvergütet gelten solche Drähte, die im Durchlaufverfahren einer Wärmebehandlung, dem Abschrecken aus dem Austenitbereich in Öl und unmittelbarem Anlassen, unterworfen sind. Dieser Teil der Norm gilt für ölschlussvergüteten unlegierten oder legierten Stahldraht mit rundem Querschnitt zur Herstellung von Federn für dynamische und statische Beanspruchung. Die Verwendung der Drahtsorte hängt von der Art der Beanspruchung ab: Ist die Beanspruchung vorwiegend statisch, wird eine Drahtsorte vom Typ FD verwendet. Federstahldraht für mittlere Dauerfestigkeiten, z. B. zur Verwendung von Kupplungsfedern, hat die Abkürzung TD. In Fällen der überwiegend dynamischen Beanspruchung, wie z. B. für Ventulfedern, stehen Drahtsorten vom Typ VD zur Auswahl. In Abhängigkeit von der Höhe der Zugspannung wird der Federdraht in drei Zugfestigkeitsklassen hergestellt: Für den Durchmesserbereich 0,50 mm bis 17 mm niedrig (C), für den Durchmesserbereich 0,50 mm bis 10 mm mittel (CrV) und hoch (SiCr). Kohlenstoffgehalt für: C = 0,60%/0,75%; CrV = 0,62%/0,72%; SiCr = 0,50%/0,60%. Anhaltsangaben zur weiteren chemischen Zusammensetzung s. Norm.

**Bezeichnungsbeispiel:** Ölschlussvergüteter Federstahldraht nach dieser Norm aus der Drahtsorte VDC (hohe Dauerfestigkeit, niedrige Zugfestigkeit) mit einem Nenndurchmesser von 2,50 mm: **Federdraht EN 10270-2-VDC-2,50**

Zur Beurteilung der Gleichmäßigkeit des Drahtes beim Wickeln und seiner Oberflächenbeschaffenheit kann bei Draht mit einem Durchmesser bis 0,70 mm der Wickelversuch durchgeführt werden (Versuchsdurchführung, s. Norm). Zur Beurteilung der Verformbarkeit, des Bruchverhaltens und der Oberflächenbeschaffenheit wird bei allen Drahtsorten von 0,70 mm bis 6,00 mm der Verwinderversuch durchgeführt. Für Drähte aus den Güten (VD) und (TD) sind Mindestanforderungen festgelegt, s. Norm.

Zulässige Entkohlungstiefe und zulässige Tiefe von Oberflächenfehlern für Drahtsorte ( $d$  = Drahtnenndurchmesser): FDSiCr =  $0,015 \times d$ ; TDSiCr =  $0,013 \times d$ ; FDCrV FDC VDSiCr =  $0,010 \times d$ ; TDC TDCrV =  $0,008 \times d$ ; VDCrV =  $0,007 \times d$ ; VDC =  $0,005 \times d$ .

Der **Elastizitätsmodul** wird mit 206 kN/mm<sup>2</sup>, der **Schubmodul** mit 81,5 kN/mm<sup>2</sup>, angenommen.

Übliche Lieferart in Ringen: Die Spannweite der Zugfestigkeitswerte innerhalb eines Ringes darf 50 N/mm<sup>2</sup> bei den VD-Güten, 60 N/mm<sup>2</sup> bei den TD-Güten und 70 N/mm<sup>2</sup> bei den FD-Güten nicht überschreiten.

DIN EN 10270 ersetzt die frühere nationale Norm DIN 17223-2

Tabelle 167.1 Mechanische Eigenschaften für die Drahtsorten FDC, TDC und VDC nach DIN EN 12270-2 (Auswahl)

Draht-Nenn-durchmesser mm	Grenzabmaße mm	Zugfestigkeit $R_m$ N/mm <sup>2</sup>		Mindestbrucheinschnürung Z in %		Draht-Nenn-durchmesser mm	Grenzabmaße mm	Zugfestigkeit $R_m$ N/mm <sup>2</sup>		Mindestbrucheinschnürung Z in %	
		FDC	TDC VDC	FDC	TDC VDC			FDC	TDC VDC	FDC	TDC VDC
1,00 < d ≤ 1,30	±0,020	1810/2010	1750/1850	45	50	4,00 < d ≤ 4,20	±0,035	1540/1690	1550/1650	40	45
1,30 < d ≤ 1,40		1790/1970	1700/1800			4,20 < d ≤ 4,50		1520/1670	1550/1650		
1,40 < d ≤ 1,60		1760/1940	1700/1800			4,50 < d ≤ 4,70		1510/1660	1540/1640		
1,60 < d ≤ 2,00	±0,025	1720/1890	1670/1770	45	50	4,70 < d ≤ 5,00	±0,040	1500/1650	1540/1640	38	40
2,00 < d ≤ 2,50		1670/1820	1630/1730			5,00 < d ≤ 5,60		1470/1620	1520/1620		
2,50 < d ≤ 2,70		1640/1790	1600/1700			5,60 < d ≤ 6,00		1460/1610	1520/1620		
2,70 < d ≤ 3,00	±0,030	1620/1770	1600/1700	45	50	6,00 < d ≤ 6,50	±0,045	1440/1590	1470/1570	35	40
3,00 < d ≤ 3,20		1600/1750	1570/1670			6,50 < d ≤ 7,00		1430/1580	1470/1570		
3,20 < d ≤ 3,50		1580/1730	1570/1670			7,00 < d ≤ 8,00		1400/1550	1420/1520		
3,50 < d ≤ 4,00		1550/1700	1550/1650								

Tabelle 167.2 Mechanische Eigenschaften für die Drahtsorten TDCrV, VDCrV, TDSiCr und VDSiCr nach DIN EN 12270-2 (Auswahl)<sup>1)</sup>

Draht-Nenn-durchmesser mm	Grenzabmaße mm	Zugfestigkeit $R_m$ N/mm <sup>2</sup>				Draht-Nenn-durchmesser mm	Grenzabmaße mm	Zugfestigkeit $R_m$ N/mm <sup>2</sup>			
		FDCrV	FDSiCr	TDCrV VDCrV	TDSiCr VDSiCr			FDCrV	FDSiCr	TDCrV VDCrV	TDSiCr VDSiCr
1,00 < d ≤ 1,30	±0,020	1900/2010	2070/2260	1860/2010	2080/2230	4,00 < d ≤ 4,20	±0,035	1610/1760	1860/2020	1570/1670	1860/1960
1,30 < d ≤ 1,40		1870/2070	2060/2250	1820/1970	2060/2210	4,20 < d ≤ 4,50		1590/1740	1850/2000	1570/1670	1860/1960
1,40 < d ≤ 1,60		1840/2030	2040/2220	1820/1970	2060/2210	4,50 < d ≤ 4,70		1580/1730	1840/1990	1570/1670	1810/1910
1,60 < d ≤ 2,00	±0,025	1790/1970	2000/2180	1770/1920	2210/2160	4,70 < d ≤ 5,00	±0,040	1560/1710	1830/1980	1570/1670	1810/1910
2,00 < d ≤ 2,50		1750/1900	1970/2140	1720/1860	1960/2060	5,00 < d ≤ 5,60		1540/1690	1800/1950	1520/1620	1810/1910
2,50 < d ≤ 2,70		1720/1870	1950/2120	1670/1810	1910/2110	5,60 < d ≤ 6,00		1520/1670	1780/1930	1520/1620	1760/1860
2,70 < d ≤ 3,00	±0,030	1700/1850	1930/2100	1670/1810	1910/2110	6,00 < d ≤ 6,50	±0,045	1510/1660	1760/1910	1470/1570	1760/1860
3,00 < d ≤ 3,20		1680/1830	1680/1830	1670/1770	1910/2110	6,50 < d ≤ 7,00		1500/1650	1740/1890	1470/1570	1710/1810
3,20 < d ≤ 3,50		1660/1810	1660/1810	1670/1770	1910/2110	7,00 < d ≤ 8,00		1480/1630	1710/1860	1420/1520	1710/1810
3,50 < d ≤ 4,00		1620/1770	1620/1770	1620/1720	1860/1960						

<sup>1)</sup> Die Norm enthält außerdem noch Anforderungen für die Mindestbrucheinschnürung Z und für die Mindestverwindzahl, s. Norm.

## DIN EN 10270-3 Stahldraht für Federn – Nicht rostender Federstahldraht (Aug 2001)

Tabelle 168.1 Eigenschaften für die Drahtsorten nach DIN EN 12270-32

Grenzabmaße des Durchmessers <sup>1)</sup>		Zugfestigkeit im gezogenen Zustand <sup>2)</sup>					Zugfestigkeit <sup>4)</sup>
Nenn-durchmesser ( <i>d</i> ) mm	Grenz-abmaß in mm	Stahlsorte	X10CrNi18-8 <sup>5)</sup>		X5CrNiMo17-12-2	X7CrNiAl17-7	X7CrNiAl17-7
		WNR	1.4310	1.4401	1.4568	1.4568	
		Nenn-durch-messer ( <i>d</i> ) in mm	(NS) min. in N/mm <sup>2</sup>	(HS) min. in N/mm <sup>2</sup>	min. in N/mm <sup>2</sup>	min. in N/mm <sup>2</sup>	in N/mm <sup>2</sup>
<i>d</i> < 0,21	±0,005	<i>d</i> ≤ 0,20	2200	2350	1725	1975	2275
0,21 ≤ <i>d</i> < 0,26	±0,005	0,20 < <i>d</i> ≤ 0,30	2150	2300	1700	1950	2250
0,26 ≤ <i>d</i> < 0,41	±0,008	0,30 < <i>d</i> ≤ 0,40	2100	2250	1675	1925	2225
0,41 ≤ <i>d</i> < 0,65	±0,008	0,40 < <i>d</i> ≤ 0,50	2050	2200	1650	1900	2200
0,65 ≤ <i>d</i> < 0,81	±0,010	0,50 < <i>d</i> ≤ 0,65	2000	2150	1625	1850	2150
0,81 ≤ <i>d</i> < 1,01	±0,010	0,65 < <i>d</i> ≤ 0,80	1950	2100	1600	1825	2125
1,01 ≤ <i>d</i> < 1,61	±0,015	0,80 < <i>d</i> ≤ 1,00	1900	2150	1575	1800	2100
1,61 ≤ <i>d</i> < 2,26	±0,015	1,00 < <i>d</i> ≤ 1,25	1850	2000	1550	1750	2150
2,26 ≤ <i>d</i> < 3,20	±0,020	1,25 < <i>d</i> ≤ 1,50	1800	1950	1500	1700	2000
3,20 ≤ <i>d</i> < 4,01	±0,020	1,50 < <i>d</i> ≤ 1,75	1750	1900	1450	1650	1950
4,01 < <i>d</i> < 4,51	±0,025	1,75 < <i>d</i> ≤ 2,00	1700	1850	1400	1600	1900
4,51 ≤ <i>d</i> < 6,01	±0,025	2,00 < <i>d</i> ≤ 2,50	1650	1750	1350	1550	1850
6,01 ≤ <i>d</i> ≤ 6,26	±0,025	2,50 < <i>d</i> ≤ 3,00	1600	1700	1300	1500	1800
6,26 ≤ <i>d</i> ≤ 7,01	±0,030	3,00 < <i>d</i> ≤ 3,50	1550	1650	1250	1450	1750
7,01 ≤ <i>d</i> < 9,01	±0,030	3,50 < <i>d</i> ≤ 4,25	1500	1600	1225	1400	1700
9,01 ≤ <i>d</i> < 10,00	±0,035	4,25 < <i>d</i> ≤ 5,00	1450	1550	1200	1350	1650
		5,00 < <i>d</i> ≤ 6,00	1400	1500	1150	1300	1550
		6,00 < <i>d</i> ≤ 7,00	1350	1450	1125	1250	1500
		7,00 < <i>d</i> ≤ 8,50	1300	1400	1075	1250	1500
		8,50 < <i>d</i> ≤ 10,00	1250	1350	1050	1250	1500

<sup>1)</sup> Für Spulen oder Ringe. Untere und obere Grenzabmaße für Stäbe, s. Norm.

<sup>2)</sup> Der Höchstwert der Zugfestigkeit beträgt: „Mindestwert +15% des Mindestwertes“. Nach dem Richten darf die Zugfestigkeit bis zu 10% niedriger sein. Der Draht wird im kaltgezogenen Zustand geliefert. Die Zugfestigkeit der fertigen Feder kann wesentlich durch eine Wärmebehandlung beeinflusst werden.

<sup>3)</sup> 1 N/mm<sup>2</sup> = 1 MPa; 1 kN/mm<sup>2</sup> = 1 GPa

<sup>4)</sup> Voraussichtliche Mindestzugfestigkeit von ausscheidungsgehärtetem Stahl X7CrNiAl17-7. Bei diesem Stahl werden die Festigkeitseigenschaften auch durch die Wärmebehandlung der Feder bestimmt.

<sup>5)</sup> NS = übliche Zugfestigkeit, HS = hohe Zugfestigkeit.

Anhaltsangaben für die Wärmebehandlung für Federn aus nichtrostendem Draht, s. Norm.

Stahldraht für Federn aus nichtrostendem Federstahldraht wird üblicherweise im kaltgezogenen Zustand in Form von Draht mit Durchmessern bis 10 mm verwendet. Für höhere Durchmesser sind die benötigten mechanischen Eigenschaften zu vereinbaren. Der typische Anwendungsfall liegt bei Federn, die Korrosionseinflüssen und mitunter leicht erhöhten Temperaturen ausgesetzt sind. Für höchste Beständigkeit gegen Korrosion kann bis zu einer Maximaltemperatur von 250 °C der austenitische Stahl 1.4401 eingesetzt werden.

Der Draht kann mit oder ohne Oberflächenüberzug bestellt werden. Art des Überzuges und die Ausführung des nichtrostenden Stahles sind bei der Bestellung zu vereinbaren, z. B. ohne Überzug, polierte Ausführung oder mit Nickelüberzug. Die Oberfläche des Drahtes muss frei von Oberflächenfehlern sein.

**Bezeichnungsbeispiel:** Nichtrostender Federstahldraht nach dieser Norm, Werkstoff X10CrNi18-8 mit Werkstoffnummer 1.4310, übliche Festigkeitsstufe (NS), Nenndurchmesser 2,5 mm, mit Nickelüberzug:

### Federdraht EN 10270-3 – 1.4310 – NS – 2,50 mit Nickelüberzug

In Abhängigkeit von der chemischen Zusammensetzung und vom Kaltumformgrad können nichtrostende Stähle in gewissem Umfang magnetische Permeabilität aufweisen. Chemische Zusammensetzung nach der Schmelzenanalyse s. DIN EN 10088-1.

Anhaltsangaben für den Elastizitäts- und Schubmodul in kN/mm<sup>2</sup> im Lieferzustand (WNR: E-Modul/G-Modul): 1.4310: 180 / 70; 1.4401: 175/68; 1.4568: 190/73. An der fertigen Feder können andere Werte ermittelt werden!

Zur Beurteilung der Gleichmäßigkeit des Drahtes beim Wickeln und seiner Oberflächenbeschaffenheit kann bei Draht mit einem Durchmesser von 0,50 mm bis 1,50 mm der Wickelversuch durchgeführt werden (Versuchsdurchführung, s. Teil 1 der Norm).

Übliche Lieferform in Ringen, auf Spulen, spulenlosen Ringen oder Trägern. Lieferanforderungen, s. Norm.

DIN EN 10270-3 ersetzt die frühere nationale Norm DIN 17224. Für Bänder gilt die Norm DIN EN 10151. Die Stahlsorte X10CrNi18-10 entspricht der in DIN 17224 aufgeführten früheren Bezeichnung X12CrNi17-7 und die Stahlsorte X5CrNiMo17-12-2 entspricht der früheren Bezeichnung X5CrNiMo18-10.

### DIN EN 10151 Federband aus nichtrostenden Stählen – Technische Lieferbedingungen (Feb 2003)

Diese Norm gilt für Kaltband in Dicken  $\leq 3$  mm und Walzbreiten  $< 600$  mm für folgende nichtrostende Stähle, eingeteilt nach dem Gefüge, ( ) verfügbare Zugfestigkeitsstufen: *ferritisch* X6Cr17 (+C700, +C850); *martensitisch* X20Cr13, X30Cr13, X39Cr13 (+C700, +C850); *ausscheidungshärtend* X7CrNiAl17-7 (+C1000, +C1150, +C1300, +C1500, +C1700); *austenitisch* X10CrNi18-8 (+C850 bis +C1900), X5CrNi18-10 (+C700 bis +C1300), X5CrNiMo17-12-2 (+C700 bis +C1300), X11CrNiMn19-8-6 (+C850 bis +C1500), X12CrMnNiN17-7-5 (+C850 bis +C1500). Zugfestigkeitsstufen im kaltverfestigten Zustand, mit Angabe der Zugfestigkeit in N/mm<sup>2</sup> (Werte in Klammern): +C700 (700 bis 850) ... +C1900 (1900 bis 2200). Im Zustand +C wird das Band mit blanker (2H) oder rauher, matter Oberfläche geliefert. Die martensitischen und ausscheidungshärtbaren Stähle können im Lieferzustand „geglüht“ oder „lösungsgeglüht“ nach Wahl des Herstellers die Ausführungsart 2R, 2D, 2B oder 2F aufweisen, Bedeutung der Ausführungsarten s. DIN EN 10088-2. Chemische Zusammensetzung nach der Schmelzenanalyse und WNr. s. DIN EN 10088-1. X5CrNi18-10 ist der am häufigsten verwendete austenitische Stahl. Weitere Aspekte zur Verwendung der Stahlsorten sowie Anhaltangaben zur Wärmebehandlung von Federn s. Norm. Grenzabmaße und Formtoleranzen nach DIN EN 10258 (s. Norm).

**Bezeichnungsbeispiel: Stahl EN 10151-X5CrNi18-10 +C850 +2H**

DIN EN 10151 ersetzt zusammen mit DIN EN 10270-3 die frühere nationale Norm DIN 17224 „Federdraht und Federbänder aus nichtrostenden Stählen“.

### DIN EN 10089 Warmgewalzte Stähle für vergütbare Federn – Technische Lieferbedingungen (Apr 2003)

Diese Norm ersetzt die frühere nationale Norm DIN 17221. Es werden die technischen Lieferbedingungen für Rund- und Flachstäbe, gerippten Federstahl und Walzdraht aus legierten Stählen festgelegt. Diese Stähle sind für warmgeformte oder kaltgeformte Federn vorgesehen, die nach der Formgebung wärmebehandelt werden.

Herstellverfahren, Anforderungen, zulässige Entkohlungstiefe und Prüfungen s. Norm. Grenzwerte der Rockwell-C-Härte bei Prüfung auf Härbarkeit im Stirnabschreckversuch, sowie Grenzabmessungen für die Härbarkeit der Stähle s. Norm. Alle Stähle müssen voll beruhigt sein (Desoxidationsart: FF).

Wenn bei der Bestellung nichts anderes vereinbart wird, werden die Erzeugnisse im Walzzustand geliefert. Für Stäbe und Walzdraht können bei der Bestellung folgende Oberflächenausführungen vereinbart werden: warmgewalzt und gebeizt, warmgewalzt und gestrahlt, warmgewalzt und Oberflächenabtrag (z. B. geschält oder geschliffen).

Tabelle 169.1 Eigenschaften ausgewählter Federstähle nach DIN EN 10089 (Auswahl)

Stahlbezeichnung <sup>1)</sup>	chemische Zusammensetzung Massenanteil in % <sup>2)</sup>				Anhaltswerte zur Wärmebehandlung und für mechanische Eigenschaften vergüteter Proben <sup>3)</sup>				
	C	Si	Mn	Cr	Härte- temperatur	Abschreck- medium	Anlass- temperatur	$R_{p0,2}$ N/mm <sup>2</sup>	$R_m$ N/mm <sup>2</sup>
<b>38Si7</b> 1.5023	0,35/0,42	1,50/1,80	0,50/0,80	–	880	Wasser	450	1150	1300/1600
<b>55Cr3</b> 1.7176	0,52/0,59	max. 0,40	0,70/1,00	0,70/1,00	840	Öl	400	1250	1400/1700
<b>54SiCr6</b> 1.7102	0,51/0,59	1,20/1,60	0,50/0,80	0,50/0,80	860		450	1300	1450/1750
<b>61SiCr7</b> 1.7108	0,57/0,65	0,57/0,65	0,70/1,00	0,20/0,45	860		450	1400	1550/1850
<b>51CrV4</b> 1.8159	0,47/0,55	max. 0,40	0,70/1,00	0,90/1,20	850		450	1200	1350/1650
<b>52CrMoV4</b> 1.7701	0,48/0,56	max. 0,40	0,70/1,00	0,90/1,20	860		450	1300	1450/1750

<sup>1)</sup> Anhaltangaben zu weiteren Stahlsorten, s. Norm: 46Si7, 56Si7, 60Cr6, 56CrSi7, 45SiCrV6-2, 54SiCrV6, 60SiCrV7, 46SiCrMo6, 50SiCrMo6, 52SiCrNi5, 60CrMo3-1, 60CrMo3-2, 60CrMo3-3. Kurznamen und Werkstoffnummern nach DIN EN 10027.

<sup>2)</sup> Chemische Zusammensetzung nach der Schmelzenanalyse. P-Gehalt: max. 0,025%, S-Gehalt: max. 0,025%. 51CrV4: V = 0,10% bis 0,25%. 52CrMoV4: Mo = 0,15% bis 0,30%; V = 0,10% bis 0,20%.

<sup>3)</sup> Angaben informativ. Anhaltangaben zur Bruchdehnung, Brucheinschnürung und Kerbschlagarbeit s. Norm.  $R_{p0,2}$  = 0,2%-Dehngrenze,  $R_m$  = Zugfestigkeit. Probenahme und Probenvorbereitung nach DIN EN 10083-1, s. Norm. Temperaturangaben:  $\pm 10$  °C.

Höchststärke nach Brinell in verschiedenen Anlieferungszuständen (Stahlsorten, Tab. 169.1): behandelt auf Scherbarkeit (+S): 280; weichgeglüht (+A): 248 (für 38Si7: 217); geglüht zur Erzielung kugeligter Carbide (+AC): 230 (für 38Si7: 200).

Maßnormen für warmgewalzten Draht sind die Normen DIN EN 10017 und DIN EN 10108 (s. Norm), für warmgewalzte Stäbe die Normen DIN EN 10058, DIN EN 10059, DIN EN 10060, DIN EN 10061, DIN EN 10092-1, DIN EN 10092-2 (s. Norm).

### 8.1.2.2.6 Hochlegierte Stähle

Als hochlegiert werden nichtrostende und andere legierte Stähle bezeichnet, wenn mindestens ein Legierungselement einen Gewichtsanteil von 5 Prozent überschreitet. Ausgenommen davon sind die Schnellarbeitsstähle. In diesem Abschnitt werden nichtrostende, hitzebeständige und hochwärmfeste Stähle behandelt. Federband aus nichtrostenden Stählen ist in **DIN EN 10151** genormt, nichtrostender Federstahldraht in **DIN EN 10270-3**.

Freiformschmiedestücke aus nichtrostenden Stählen sind in **DIN EN 10250-4** genormt, Schmiedestücke aus martensitischen, austenitischen und austenitisch-ferritischen nichtrostenden Stählen für Druckbehälter dagegen in **DIN EN 10222-5**, s. jeweils Norm. Draht aus nichtrostendem Stahl ist in **DIN EN 10264-4** genormt, s. Norm. Die Festlegungen für nahtlose Stahlohre aus nichtrostenden Stählen sind in **DIN EN 10216-5** enthalten, die für geschweißte Rohre in **DIN EN 10217-7**, die für geschweißte Rohre für den Transport von Wasser und anderen wässrigen Flüssigkeiten in **DIN EN 10312**, s. jeweils Norm. Für Flacherzeugnisse aus Druckbehälterstählen aus nichtrostenden Stählen gilt die Norm **DIN EN 10028-7**, **DIN EN 10263-5** enthält die Festlegungen für Walzdraht, Stäbe und Draht aus nichtrostenden Kaltstauch- und Kaltfließpressstählen, s. jeweils Norm. Für nichtrostende Stäbe für Druckbehälter gilt **DIN EN 10272**. Nichtrostende Stähle finden auch Verwendung bei medizinischen Instrumenten wie Pinzetten, Scheren, Wundhaken, Knochensplitterzangen und dgl. nach DIN 58298 (s. Norm), z. B. die Werkstoffe mit Nummern 1.4021, 1.4116, 1.4104, 1.4305, 1.4301, 1.4401.

### DIN EN 10088-1 Nichtrostende Stähle – Verzeichnis der nichtrostenden Stähle (Sep 2005)

Stähle mit mindestens 10,5% Cr und höchstens 1,2% C gelten im Sinne dieser Norm als nichtrostende Stähle, wenn ihre Korrosionsbeständigkeit, d.h. die Beständigkeit gegen chemisch angreifende Stoffe, von höchster Wichtigkeit ist. Das Verhalten der nichtrostenden Stähle gegen Korrosion hängt stark von der Art der Umgebung ab. Nichtrostende Stähle werden nach ihrer wesentlichen Gebrauchseigenschaft weiter unterteilt in korrosionsbeständige, hitzebeständige und wärmfeste Stähle. Inhaltsangaben zur chemischen Zusammensetzung der hitzebeständigen und wärmfesten Stähle s. Norm. Von den 110 genormten korrosionsbeständigen Stählen enthält die Tab. 171.1 eine Auswahl.

#### Einteilung nach dem Gefüge

**Ferritische Stähle:** Ferritische Stähle haben einen Grenzgehalt an Kohlenstoff von 0,08%, d. h. nach dem Abschrecken weisen sie keine bedeutsame Härteannahme auf. Als Automatenstähle haben sie einen Schwefelzusatz von mehr als 0,15%, um die spanende Bearbeitung zu erleichtern. Dieser Schwefelzusatz bewirkt allerdings auch eine beträchtliche Verringerung der Korrosionsbeständigkeit. Die Schweißbeignung ist mäßig, insbesondere aufgrund der Empfindlichkeit gegenüber interkristalliner Korrosion.

**Martensitische Stähle:** Diese Stähle weisen Kohlenstoffgehalte von 0,08% bis über 0,1% auf. Eine beträchtliche Festigkeitssteigerung durch Wärmebehandlung mit Abschrecken ist möglich. Vor Verwendung ist Anzulassen. Das martensitische Gefüge ist magnetisch. Martensitische Stähle mit Schwefelzusatz von mehr als 0,15% sind für die spanende Bearbeitung vorgesehen. Die Stähle sind bei Kohlenstoffgehalten  $>0,2\%$  schwierig zu schweißen.

**Ausscheidungshärtende Stähle:** Wärmebehandlung (Lösungsglühen und Abschrecken) mit abschließender Auslagerung intermetallischer Verbindungen aus dem martensitischen Gefüge führt zu erhöhter Festigkeit bei guter Korrosionsbeständigkeit der Stähle.

**Austenitische Stähle:** Austenitische Stähle besitzen eine gute allgemeine Korrosionsbeständigkeit und sind unmagnetisch. Sie weisen keine Festigkeitssteigerung nach irgendeiner Wärmebehandlung auf. Steigerung der mechanischen Festigkeit ist durch Stickstoffzugabe oder durch Kaltumformung möglich. Allerdings ist bei einigen Stahlsorten durch plastisches Umformen die Umwandlung des austenitischen Gefüges in Martensit möglich. Molybdän verbessert die Beständigkeit gegen Lochkorrosion. Mit Stählen, die einen Kohlenstoffgehalt  $\leq 0,03\%$  haben, wird der interkristallinen Korrosion entgegengewirkt. Durch Zugabe von Titan und/oder Niob wird die Schweißbeignung verbessert (stabilisierte austenitische Stähle). Austenite sind bei tiefen Temperaturen zäh.

**Austenitisch-ferritische Stähle:** Diese Stähle sind durch einen hohen Chromgehalt bei gleichzeitig geringem Nickelgehalt gekennzeichnet, was zur Ausbildung eines zweiphasigen Gefüges führt (Duplex-Stahl). Die mechanische Festigkeit ist höher als bei austenitischen Stählen. Die Beständigkeit gegen Spannungsrissskorrosion ist besonders gut.

#### Einteilung nach wesentlichen Legierungselementen

Als „CrNi-Stahl“ werden z. B. die austenitischen Stahlsorten bezeichnet, die als Hauptlegierungselement Chrom und Nickel enthalten. Die früher als „säurebeständig“ geführten Stähle mit mehr als 2% Molybdän werden als „CrNiMo-Stahl“ bezeichnet. LC-Stähle (Low Carbon) weisen einen Kohlenstoffgehalt von  $\leq 0,030\%$  C auf. Sie sind beständig gegen interkristalline Korrosion. Durch Zugabe von Titan, Niob und/oder Zirkon erhält man „stabilisierte Stähle“, bei denen nach einer Wärmebehandlung oder einem Schweißprozess die Bildung von Chromcarbiden ausbleibt. Weitere wesentliche Legierungselemente sind Mangan, Stickstoff und Schwefel, s. Norm.

Tabelle 171.1 Auswahl korrosionsbeständiger Stähle nach DIN EN 10088-1. Chemische Zusammensetzung

Lfd. Nr. <sup>1)</sup>	Stahlbezeichnung		Chemische Zusammensetzung (Schmelzenanalyse), Massenanteil in % <sup>2)</sup>				
	Kurzname	WNR	C	Cr	Mo	Ni	Sonstige
<b>Ferritische Stähle</b>							
1	X6Cr13	1.4000	≤0,08	12,0 bis 14,0	–	–	–
2	X6CrAl13	1.4002	≤0,08	12,0 bis 14,0	–	–	Al: 0,1 bis 0,3
3	X6Cr17	1.4016	≤0,08	16,0 bis 18,0	–	–	–
4	X3CrTi17	1.4510	≤0,05	16,0 bis 18,0	–	–	Ti: 4 × (C + N) + 0,15 bis 0,8
5	X6CrMoS17	1.4105	≤0,08	16,0 bis 18,0	0,2 bis 0,6	–	S: 0,15 bis 0,35
<b>Martensitische Stähle</b>							
6	X12Cr13	1.4006	0,08 bis 0,15	11,5 bis 13,5	–	≤0,75	–
7	X12CrS13	1.4005	0,08 bis 0,15	12,0 bis 14,0	≤0,6	–	S: 0,15 bis 0,35
8	X20Cr13	1.4021	0,16 bis 0,25	12,0 bis 14,0	–	–	–
9	X30Cr13	1.4028	0,26 bis 0,35	12,0 bis 14,0	–	–	–
10	X39Cr13	1.4031	0,36 bis 0,42	12,5 bis 14,5	–	–	–
11	X50CrMoV15	1.4116	0,45 bis 0,55	14,0 bis 15,0	0,5 bis 0,8	–	V: 0,1 bis 0,2
12	X14CrMoS17	1.4104	0,10 bis 0,17	15,5 bis 17,5	0,2 bis 0,6	–	S: 0,15 bis 0,35
13	X105CrMo17	1.4125	0,95 bis 1,20	16,0 bis 18,0	0,4 bis 0,8	–	–
14	X90CrMoV18	1.4112	0,85 bis 0,95	17,0 bis 19,0	0,9 bis 1,3	–	V: 0,07 bis 0,12
15	X4CrNiMo16-5-1	1.4418	≤0,06	15,0 bis 17,0	0,8 bis 1,5	4,0 bis 6,0	N: ≥0,02
<b>Ausscheidungshärtende Stähle</b>							
16	X5CrNiCuNb16-4	1.4542	≤0,07	15,0 bis 17,0	≤0,6	3,0 bis 5,0	Cu: 3,0 bis 5,0; Nb: 5 × C bis 0,45
17	X7CrNiAl17-7	1.4568	≤0,09	16,0 bis 18,0	–	6,5 bis 7,8	Al: 0,7 bis 1,5
18	X5CrNiMoCuNb14-5	1.4594	≤0,07	13,0 bis 15,0	1,2 bis 2,0	5,0 bis 6,0	Cu: 1,2 bis 2,0; Nb: 0,15 bis 0,6
<b>Austenitische Stähle</b>							
19	X10CrNi18-8	1.4310	0,05 bis 0,15	16,0 bis 19,0	≤0,08	6,0 bis 9,5	–
20	X2CrNi18-7	1.4318	≤0,03	16,5 bis 18,5	–	6,0 bis 8,0	N: 0,1 bis 0,2
21	X2CrNi18-9	1.4307	≤0,03	17,5 bis 19,5	–	8,0 bis 10,0	–
22	X2CrNi19-11	1.4306	≤0,03	18,0 bis 20,0	–	10,0 bis 12,0	–
23	X2CrNi18-10	1.4311	≤0,03	17,0 bis 19,5	–	8,5 bis 11,5	N: 0,12 bis 0,22
24	X5CrNi18-10	1.4301	≤0,07	17,0 bis 19,5	–	8,0 bis 10,5	–
25	X8CrNiS18-9	1.4305	≤0,1	17,0 bis 19,0	–	8,0 bis 10,0	Cu: ≤1,0; S: 0,15 bis 0,35
26	X6CrNiTi18-10	1.4541	≤0,08	17,0 bis 19,0	–	9,0 bis 12,0	Ti: 5 × C bis 0,70
27	X6CrNiNb18-10	1.4550	≤0,08	17,0 bis 19,0	–	9,0 bis 12,0	Nb: 10 × C bis 1,0
28	X4CrNi18-12	1.4303	≤0,06	17,0 bis 19,0	–	11,0 bis 13,0	–
29	X2CrNiMo17-12-2	1.4404	≤0,03	16,5 bis 18,5	2,0 bis 2,5	10,0 bis 13,0	–
30	X2CrNiMoN17-11-2	1.4406	≤0,03	16,5 bis 18,5	2,0 bis 2,5	10,0 bis 12,0	N: 0,12 bis 0,22
31	X5CrNiMo17-12-2	1.4401	≤0,07	16,5 bis 18,5	2,0 bis 2,5	10,0 bis 13,0	–
32	X1CrNiMoN25-22-2	1.4466	≤0,02	24,0 bis 26,0	2,0 bis 2,5	21,0 bis 23,0	N: 0,1 bis 0,16
33	X6CrNiMoTi17-12-2	1.4571	≤0,08	16,5 bis 18,5	2,0 bis 2,5	10,5 bis 13,5	Ti: 5 × C bis 0,70
34	X6CrNiMoNb17-12-2	1.4580	≤0,08	16,5 bis 18,5	2,0 bis 2,5	10,5 bis 13,5	Nb: 10 × C bis 1,0
35	X2CrNiMoN17-13-3	1.4429	≤0,03	16,5 bis 18,5	2,5 bis 3,0	11,0 bis 14,0	N: 0,12 bis 0,22
36	X3CrNiMo17-13-3	1.4436	≤0,05	16,5 bis 18,5	2,5 bis 3,0	10,5 bis 13,0	–
37	X2CrNiMo18-14-3	1.4435	≤0,03	17,0 bis 19,0	2,5 bis 3,0	12,5 bis 15,0	–
38	X2CrNiMoN17-13-5	1.4439	≤0,03	16,5 bis 18,5	4,0 bis 5,0	12,5 bis 14,5	N: 0,12 bis 0,22
39	X12CrMnNiN17-7-5	1.4372	≤0,15	16,0 bis 18,0	–	3,5 bis 5,5	N: 0,05 bis 0,25
40	X3CrNiCu19-9-2	1.4360	≤0,035	18,0 bis 19,0	–	8,0 bis 9,0	Cu: 1,5 bis 2,0
<b>Austenitisch-ferritische Stähle</b>							
41	X3CrNiMoN27-5-2	1.4460	≤0,05	25,0 bis 28,0	1,3 bis 2,0	4,5 bis 6,5	N: 0,05 bis 0,2
42	X2CrNiMoN22-5-3	1.4462	≤0,03	21,0 bis 23,0	2,5 bis 3,5	4,5 bis 6,5	N: 0,1 bis 0,2
43	X2CrNiMoCuN25-6-3	1.4507	≤0,03	24,0 bis 26,0	2,7 bis 4,0	5,5 bis 7,5	Cu: 1,0 bis 2,5; N: 0,15 bis 0,3
44	X2CrNiMoN25-7-4	1.4410	≤0,03	24,0 bis 26,0	3,0 bis 4,5	6,0 bis 8,0	N: 0,2 bis 0,35
45	X2CrNiMoCuWN25-7-4	1.4501	≤0,03	24,0 bis 26,0	3,0 bis 4,0	6,0 bis 8,0	W: 0,5 bis 1,0; Cu: 0,5 bis 1,0; N: 0,2 bis 0,3

<sup>1)</sup> Die lfd. Nummer wurde vergeben, um die folgenden Tabellen vereinfacht wiedergeben zu können. Sie ist nicht Bestandteil der Norm.

<sup>2)</sup> In dieser Tabelle nicht aufgeführte Elemente dürfen dem Stahl, außer zum Fertigbehandeln der Schmelze, ohne Zustimmung des Bestellers nicht absichtlich zugesetzt werden.

Tabelle 172.1 Auswahl nichtrostender Stähle nach DIN EN 10088. Anhaltsangaben für einige physikalische Eigenschaften<sup>1)</sup>

Lfd. Nr. <sup>2)</sup>	Dichte kg/cm <sup>3</sup>	Elastizitätsmodul in kN/mm <sup>2</sup> bei						Mittlerer Wärmeausdehnungskoeffizient $10^{-6} \times K^{-1}$ zwischen 20 °C und					Wärme- leitfä- higkeit bei 20 °C W/mK	Spezifische Wärme- kapazität bei 20 °C J/kgK	Elektrischer Widerstand bei 20 °C Ωmm <sup>2</sup> /m					
		20 °C	100 °C	200 °C	300 °C	400 °C	500 °C	100 °C	200 °C	300 °C	400 °C	500 °C								
Ferritische Stähle																				
1; 2	7,7	220	215	210	205	195	–	10,5	11,0	11,5	12,0	12,0	30	460	0,60					
3; 4								10,0	10,0	10,5	10,5	11,0	25		0,60					
5																			0,7	
Martensitische Stähle																				
6; 7; 8	7,7	215	212	205	200	190	–	10,5	11,0	11,5	12,0	–	30	460	0,60					
9																			0,65	
10																			0,55	
11								10,5	11,0	11,0	11,5	–	30			0,65				
12								10,0	10,5	10,5	10,5	–	25			0,70				
Austenitische Stähle																				
22 bis 28	7,9	200	194	186	179	172	165	16,0	16,5	17,0	17,5	18,0	15	500	0,73					
29 bis 31	8,0																		0,75	
35 bis 37																			0,75	
33; 34													16,5		17,5	18,0	18,5	19,0	15	0,75
38													16,0		16,5	17,0	17,5	18,0	14	0,85

<sup>1)</sup> Magnetisierbarkeit ist bei allen ferritischen und martensitischen Stählen vorhanden. Sie ist bei austenitischen Stählen nicht vorhanden, jedoch erhöhen durch Kaltumformung entstandene geringe Anteile an Ferrit und/oder Martensit die Magnetisierbarkeit.

<sup>2)</sup> Kurznamen und Werkstoffnummern s. Tab. 171.1.

## DIN EN 10088-2 Nichtrostende Stähle – Technische Lieferbedingungen für Blech und Band aus korrosionsbeständigen Stählen für allgemeine Verwendung (Sep 2005)

Der Teil zwei der DIN EN 10088 enthält die technischen Lieferbedingungen für warm- oder kaltgewalztes Blech und Band aus Standardgüten (d. h. Sorten mit relativ guter Verfügbarkeit und weitem Anwendungsbereich) und Sondergüten korrosionsbeständiger Stähle. Allgemeine Verwendung schließt die Berührung von Lebensmitteln mit ein. Sorteneinteilung s. DIN EN 10088-1.

Ausführungsarten für Blech und Band (Lieferzustand):

**Warmgewalzt:** 1U = warmgewalzt, nicht wärmebehandelt, nicht entzündert; 1C = warmgewalzt, wärmebehandelt, nicht entzündert; 1E = warmgewalzt, wärmebehandelt, mechanisch entzündert; 1D = warmgewalzt, wärmebehandelt, gebeizt.

**Kaltgewalzt:** 2H = kaltverfestigt; 2C = kaltgewalzt, wärmebehandelt, nicht entzündert; 2E = kaltgewalzt, wärmebehandelt, mechanisch entzündert; 2D = kaltgewalzt, wärmebehandelt, gebeizt; 2B = kaltgewalzt, wärmebehandelt, gebeizt, kalt nachgewalzt; 2R = kaltgewalzt, blankgeglüht; 2Q = kaltgewalzt, gehärtet und angelassen, zunderfrei.

Anhaltsangaben zur Oberflächenbeschaffenheit, zu Sonderausführungen und Hinweise zur Verwendung s. Norm. Nicht alle Ausführungsarten sind für alle Stähle verfügbar.

Grundfestlegungen für eine Bestellung: Bestellmenge, Erzeugnisform, Maße, Stahlbezeichnung, Ausführungsart.

**Bezeichnungsbeispiel:** 10 Bleche EN 10029-8A × 2000 × 5000 **Stahl EN 10088-2 – X5CrNi18-10 + 1D** Prüfbescheinigung 3.1.

Maße und Grenzabmaße für warmgewalztes Blech s. DIN EN 10029, für warmgewalztes Band s. DIN EN 10051.

Für den kaltverfestigten Zustand (Ausführungsart 2H) gelten folgende Stufen, mit Angabe der Zugfestigkeit in N/mm<sup>2</sup> (Werte in Klammern)/verfügbare Standardgüten Lfd. Nr.:

+C700 (700 bis 850)/1; 19; 24; 26; 31; 33 +C850 (850 bis 1000)/1; 19; 20; 24; 26; 31; 33 +C1000 (1000 bis 1150)/19; 20; 24 +C1150 (1150 bis 1300)/19; 24 +C1300 (1300 bis 1500)/19; 24.

Stufen der 0,2%-Dehngrenze im kaltverfestigten Zustand (Ausführungsart 2H) mit Angabe der 0,2%-Dehngrenze in N/mm<sup>2</sup> (Werte in Klammern)/verfügbare Standardgüten Lfd. Nr.:

+CP350 (350 bis 500)/1; 24; 26; 31; 33 +CP500 (500 bis 700)/1; 19; 20; 24; 26; 31; 33 +CP700 (700 bis 900)/19; 20; 24 +C900 (900 bis 1100)/19; 24 +CP1100 (1100 bis 1300)/19; 24.

Mindestwerte für mechanische Eigenschaften der Stähle bei erhöhten Temperaturen (100 bis 400 °C) s. Norm.



Tabelle 173.1 Nichtrostende Stähle nach DIN EN 10088-2. Mechanische Eigenschaften bei Raumtemperatur für ferritische Standardgüten im geglähten Zustand (Auswahl)

Lfd. Nr. <sup>1)</sup>	Glühtemperatur <sup>2)</sup> °C	Erzeugnisform <sup>3)</sup>	Dicke <sup>4)</sup> mm max.	0,2%-Dehngrenze N/mm <sup>2</sup>		Zugfestigkeit R <sub>m</sub> N/mm <sup>2</sup>	Bruchdehnung, min in % längs und quer		Beständigkeit gegen interkristalline Korrosion <sup>7)</sup>	
				längs min.	quer min.		A <sub>80mm</sub> <sup>5)</sup> <3 mm Dicke	A <sup>6)</sup> ≥3 mm Dicke	im Lieferzustand	im geschweißten Zustand
1	750 bis 810	C	8	240	250	400 bis 600	19		nein	nein
		H	13,5	220	230					
		P	25							
2	750 bis 810	C	8	230	250	400 bis 600	17		nein	nein
		H	13,5	210	230					
		P	25							
3	770 bis 830	C	8	260	280	450 bis 600	20		ja	nein
		H	13,5	240	260		18			
		P	25				20			
4	770 bis 830	C	8	230	240	420 bis 600	23		ja	ja
		H	13,5							

1) s. Tab. 171.1

2) Falls die Wärmebehandlung (Kurzzeichen +A) in einem Durchlauföfen erfolgt, bevorzugt man üblicherweise den oberen Bereich der angegebenen Spanne oder überschreitet diese sogar. Abkühlungsart: Luft, Wasser. Warmumformung erfolgt bei Temperaturen von 1100 °C bis 800 °C (Luftabkühlung).

3) C = kaltgewalztes Band; H = warmgewalztes Band; P = warmgewalztes Blech.

4) Für Dicken über 25 mm können die mechanischen Eigenschaften vereinbart werden.

5) Die Werte gelten für Proben mit einer Messlänge von 80 mm und einer Breite von 20 mm; Proben mit einer Messlänge von 50 mm und einer Breite von 12,5 mm können ebenfalls verwendet werden.

6) Die Werte gelten für Proben mit einer Messlänge von 5,65  $\sqrt{S_0}$ .

7) Bei Prüfung nach DIN ISO 3651-2 „Ermittlung der Beständigkeit nichtrostender Stähle gegen interkristalline Korrosion“, s. Norm.

Tabelle 173.2 Mechanische Eigenschaften bei Raumtemperatur für martensitische Stähle nach DIN EN 10088-2 im wärmebehandelten Zustand (Auswahl)

Lfd. Nr. <sup>1)</sup>	Erzeugnisform <sup>2)</sup>	Dicke mm max.	Wärmebehandlungszustand <sup>3)</sup> °C	Härte <sup>4)</sup>				0,2%-Dehngrenze N/mm <sup>2</sup> min.	Zugfestigkeit R <sub>m</sub> N/mm <sup>2</sup>	Bruchdehnung % min längs und quer	
				HRB max.	HB HV max.	HRC	HV			A <sub>80mm</sub> <sup>5)</sup> <3 mm Dicke	A <sup>6)</sup> ≥3 mm Dicke
6	C	8	+A	90	200	–	–	–	max. 600	20	
	H	13,5									
	P <sup>7)</sup>	75	+QT550	–	–	–	–	400		550 bis 750	15
			+QT650	–	–	–	–	450	650 bis 850	12	
8	C	3	+QT	–	–	44 bis 50	440 bis 530	–	–	–	
	C	8	+A	95	225	–	–	–	max. 700	15	
	H	13,5									
	P <sup>7)</sup>	75	+QT650	–	–	–	–	450	650 bis 850	12	
			+QT750	–	–	–	–	550	750 bis 950	10	
9	C	3	+QT	–	–	45 bis 51	440 bis 530	–	–	–	
	C	8	+A	97	235	–	–	–	max. 740	15	
	H	13,5									
	P <sup>7)</sup>	75	+QT800	–	–	–	–	600	800 bis 1000	10	
10	C	3	+QT	–	–	47 bis 53	480 bis 580	–	–	–	
	C	8	+A	98	240	–	–	–	max. 760	12	
	H	13,5									
11	C	8	+A	100	280	–	–	–	max. 850	12	
	H	13,5									
15	P	75	+QT840	–	–	–	–	660	840 bis 1100	14	

1) s. Tab. 171.1

2) C = kaltgewalztes Band; H = warmgewalztes Band; P = warmgewalztes Blech

3) A = gegläht, QT = vergütet (mit Angabe der Mindestzugfestigkeit).

4) Bei den Erzeugnisformen C und H im Wärmebehandlungszustand A wird üblicherweise die Härte nach Rockwell B, Brinell oder Vickers durchgeführt. In Schiedsfällen ist der Zugversuch durchzuführen.

5) Die Werte gelten für Proben mit einer Messlänge von 80 mm und einer Breite von 20 mm; Proben mit einer Messlänge von 50 mm und einer Breite von 12,5 mm können ebenfalls verwendet werden.

6) Die Werte gelten für Proben mit einer Messlänge von 5,65  $\sqrt{S_0}$ .

7) Die Bleche können auch im geglähten Zustand bestellt werden. In solchen Fällen sind die mechanischen Eigenschaften bei Bestellung zu vereinbaren.

**Tabelle 174.1** Mechanische Eigenschaften bei Raumtemperatur der austenitischen Stähle nach DIN EN10088 im lösungsgeglühten Zustand (Auswahl Standardgüten)

Lfd. Nr <sup>1)</sup>	Lösungs- glühtempe- ratur <sup>2)</sup> °C	Erzeugnis- form <sup>3)</sup>	Dicke mm	0,2%- Dehn- grenze <sup>4)</sup> $R_{p0,2}$ N/mm <sup>2</sup>	1%- Dehn- grenze <sup>4)</sup> N/mm <sup>2</sup>	Zugfestig- keit $R_m$ N/mm <sup>2</sup>	Bruchdehnung, min in % quer		Beständigkeit gegen inter- kristalline Korrosion <sup>7)</sup>	
							$A_{80mm}$ <sup>5)</sup> < 3 mm Dicke	$A^6)$ ≥ 3 mm Dicke	im Liefer- zustand	im sensibi- lisierten Zustand
22	1000 bis 1100	C	8	220	250	520 bis 700	45	ja	ja	
		H	13,5	200	240					
		P	75	200	240					500 bis 700
23	1000 bis 1100	C	8	290	320	550 bis 750	40	ja	ja	
		H	13,5	270	310					
		P	75	270	310					
24	1000 bis 1100	C	8	230	260	540 bis 750	45	ja	nein <sup>8)</sup>	
		H	13,5	210	250	520 bis 720				
		P	75	210	250					45
25	1000 bis 1100	P	75	190	230	500 bis 700	35	nein	nein	
26	1000 bis 1100	C	8	220	250	520 bis 720	40	ja	ja	
		H	13,5	200	240					
		P	75	200	240					500 bis 700
28	1000 bis 1100	C	8	220	250	500 bis 650	45	ja	nein <sup>8)</sup>	
29	1030 bis 1110	C	8	240	270	530 bis 680	40	ja	ja	
		H	13,5	220	260					
		P	75	220	260					520 bis 670
30	1030 bis 1110	C	8	300	330	580 bis 780	40	ja	ja	
		H	13,5	280	320					
		P	75	280	320					
31	1030 bis 1110	C	8	240	270	530 bis 680	40	ja	ja	
		H	13,5	220	260					
		P	75	220	260					520 bis 670
33	1030 bis 1110	C	8	240	270	540 bis 690	40	ja	ja	
		H	13,5	220	260					
		P	75	220	260					520 bis 670

<sup>1)</sup> s. Tab. 171.1

<sup>2)</sup> Das Lösungsglühen kann entfallen, wenn die Bedingungen für das Warmumformen und abschließende Abkühlen so sind, dass die Anforderungen an die mechanischen Eigenschaften des Erzeugnisses und die Beständigkeit gegen interkristalline Korrosion, wie in EN ISO 3651-2 definiert, eingehalten werden (s. Norm). Abkühlungsart: Wasser oder Luft (ausreichend schnell). Anhaltangaben zur Warmumformung s. Norm.

<sup>3)</sup> C = kaltgewalztes Band; H = warmgewalztes Band; P = warmgewalztes Blech

<sup>4)</sup> Falls bei Band in Walzbreiten < 300 mm Längsproben entnommen werden, erniedrigen sich die Mindestwerte wie folgt: Dehngrenze minus 15 N/mm<sup>2</sup>; Dehnung für konstante Messlänge minus 5%; Dehnung für proportionale Messlänge minus 2%.

<sup>5)</sup> Die Werte gelten für Proben mit einer Messlänge von 80 mm und einer Breite von 20 mm; Proben mit einer Messlänge von 50 mm und einer Breite von 12,5 mm können ebenfalls verwendet werden.

<sup>6)</sup> Die Werte gelten für Proben mit einer Messlänge von  $5,65 \sqrt{S_0}$ .

<sup>7)</sup> Bei Prüfung nach DIN ISO 3651-2 „Ermittlung der Beständigkeit nichtrostender Stähle gegen interkristalline Korrosion“, s. Norm.

<sup>8)</sup> Sensibilisierungsbehandlung von 15 min bei 700 °C mit nachfolgender Abkühlung an Luft.

Für die in Tab. 174.1 genannten austenitischen Stahlsorten in den Erzeugnisformen H und P in Dicken > 10 mm, beträgt die Kerschlagarbeit (ISO-V, min.) längs zur Walzrichtung 100 J und quer zur Walzrichtung 60 J.

Anhaltangaben zu den mechanischen Eigenschaften der ausscheidungsgehärtbaren Stähle s. Norm.

DIN EN 10088 ersetzt mit den Teilen 2 und 3 die bisher geltenden nationalen Normen DIN 17400 und DIN 17441.

### DIN EN 10088-3 Nichtrostende Stähle – Technische Lieferbedingungen für Halbzeug, Stäbe, Walzdraht, gezogenen Draht, Profile und Blankstahlerzeugnisse aus korrosionsbeständigen Stählen für allgemeine Verwendung (Sep 2005)

Der Teil drei der DIN EN 10088 enthält die technischen Lieferbedingungen für Halbzeug, warm oder kalt umgeformte Stäbe, Walzdraht und Profile und zusätzlich Festlegungen zu den mechanischen Eigenschaften von Blankstahlerzeugnissen und zur Zugfestigkeit von gezogenem Draht. Sorteneinteilung der Standard- und Sondergüten nichtrostender Stähle s. DIN EN10088-1. Allgemeine Verwendung schließt die Berührung von Lebensmitteln mit ein.

Ausführungsarten für Halbzeug, Walzdraht und gezogenem Draht, Stäben und Profilen:

**Warmgeformt:** 1U = warmgeformt, nicht wärmebehandelt, nicht entzundert; 1C = warmgeformt, wärmebehandelt, nicht entzundert; 1E = warmgeformt, wärmebehandelt, mechanisch entzundert; 1D = warmgeformt, wärmebehandelt,

gebeizt, und 1X = warmgeformt, wärmebehandelt und vorbearbeitet, 1G = warmgeformt, wärmebehandelt, entzündert, vorbearbeitet oder geschält bei Walzdraht.

**Kalt weiterverarbeitet:** 2H = 1C, 1D, 1X, kalt weiterverarbeitet; 2C = 2H, wärmebehandelt, gebeizt und nachgewalzt; 2E = kaltgewalzt, wärmebehandelt, mechanisch entzündert; 2D = kaltgewalzt, wärmebehandelt, gebeizt; 2B = 1C, 1D, 1X, kalt weiterverarbeitet, wärmebehandelt, mechanisch geglättet; 2G = 2H, 2D, 2B, sauber geschliffen, mechanisch geglättet; 2P = 2H, 2D, 2B, 2G, glänzend poliert. Anhaltsangaben zur Oberflächenbeschaffenheit und Hinweise zur Verwendung s. Norm. Nicht alle Ausführungsarten sind für alle Stähle verfügbar.

Grundfestlegungen für eine Bestellung, s. Teil eins der Norm. Maßnormen: z. B. DIN EN 10059 bis DIN EN 10061.

**Bezeichnungsbeispiel:** 10 t Rundstäbe EN 10060-50 **Stahl EN 10088-3-X5CrNi18-10 + 1D** Prüfbescheinigung 3.1

Mindestwerte für mechanische Eigenschaften der Stähle bei erhöhten Temperaturen s. Norm.

Tabelle 175.1 Nichtrostende Stähle. Mechanische Eigenschaften bei Raumtemperatur für ferritische Standardgüten nach DIN EN 10088-3 im geglähten Zustand (Auswahl)<sup>2)</sup>

Lfd. Nr <sup>1)</sup>	Glühtemperatur <sup>2)</sup> °C	Dicke <i>t</i> oder Durchmesser <i>d</i> mm max.	HB <sup>4)</sup> max.	$R_{p0,2}$ <sup>5)</sup> N/mm <sup>2</sup> min.	$R_m$ <sup>4) 5)</sup> N/mm <sup>2</sup>	A in % <sup>3) 4)</sup> min (längs)	Beständigkeit gegen interkristalline Korrosion <sup>6)</sup>	
							im Lieferzustand	im geschweißten Zustand
1	750 bis 800	25	200	230	400 bis 630	20	nein	nein
3	750 bis 850	100	200	240	400 bis 630	20	ja	nein
5	750 bis 850	100	200	280	440 bis 660	18	nein	nein

<sup>1)</sup> s. Tab. 171.1

<sup>2)</sup> HB = Härte nach Brinell,  $R_{p0,2}$  = 0,2%-Dehngrenze,  $R_m$  = Zugfestigkeit; A = Bruchdehnung.

<sup>3)</sup> Falls die Wärmebehandlung (Kurzzeichen +A) in einem Durchlaufofen erfolgt, bevorzugt man üblicherweise den oberen Bereich der angegebenen Spanne oder überschreitet diese sogar. Abkühlungsart: Luft. Warmumformung erfolgt bei Temperaturen von 1100 °C bis 800 °C (Luftabkühlung).

<sup>4)</sup> HB-Werte nur zur Information (Härte nach Brinell).

<sup>5)</sup> Für Walzdraht gelten nur die Zugfestigkeitswerte.

<sup>6)</sup> Bei Prüfung nach DIN ISO 3651-2 „Ermittlung der Beständigkeit nichtrostender Stähle gegen interkristalline Korrosion“, s. Norm

Tabelle 175.2 Mechanische Eigenschaften bei Raumtemperatur für martensitische Stähle nach DIN EN 10088-3 im wärmebehandelten Zustand (Auswahl Standardgüten)<sup>2)</sup>

Lfd. Nr <sup>1)</sup>	Dicke <i>t</i> oder Durchmesser <i>d</i> mm	Wärmebehandlungszustand <sup>2)</sup>	HB <sup>4)</sup> max.	$R_{p0,2}$ <sup>5)</sup> N/mm <sup>2</sup> min.	$R_m$ <sup>4)</sup> N/mm <sup>2</sup>	KV J längs min.	A % min längs
6	–	+A	220	–	max. 730	–	–
	≤ 160	QT650	–	450	650 bis 850	25	15
8	–	+A	230	–	max. 730	–	–
	≤ 160	QT700	–	500	700 bis 850	25	13
		QT800	–	600	800 bis 950	20	12
9	–	+A	245	–	max. 800	–	–
	≤ 160	QT850	–	650	850 bis 1000	15	10
10	–	+A	245	–	max. 800	–	–
	≤ 160	QT800	–	650	800 bis 1000	12	10
11	–	+A	280	–	max. 900	–	–

<sup>1)</sup> s. Tab. 171.1

<sup>2)</sup> HB = Härte nach Brinell,  $R_{p0,2}$  = 0,2%-Dehngrenze,  $R_m$  = Zugfestigkeit; KV = Kerbschlagarbeit (ISO-V); A = Bruchdehnung. Für KV und A: Mindestwerte nur in Längsrichtung.

<sup>3)</sup> +A = gegläht, +QT = vergütet

<sup>4)</sup> HB-Werte nur zur Information (Härte nach Brinell).

<sup>5)</sup> Für Walzdraht gelten nur die Zugfestigkeitswerte.

### DIN EN 10095 Hitzebeständige Stähle und Nickellegierungen (Mai 1999)

Hitzebeständig sind Werkstoffe, die aufgrund ihrer ausgezeichneten Beständigkeit gegen die Einwirkung heißer Gase, Verbrennungsprodukte sowie Salz- und Metallschmelzen, bei Temperaturen oberhalb 550 °C eingesetzt werden können. Sie weisen dabei außerdem gute mechanische Eigenschaften bei Kurz- und Langzeitbeanspruchung auf. In der Norm sind die Lieferbedingungen für Halbzeug, warm- oder kaltgewalztes Blech und Band, warm oder kaltgeformte Stäbe, Walzdraht und Profile aus hitzebeständigen Stählen und Nickellegierungen festgelegt.

Die enthaltenen Werkstoffe sind nach ihrem Gefüge eingeteilt in: 6 ferritische Stähle (X10CrAlSi7, X10CrAlSi13, X10CrAlSi18, X10CrAlSi25, X18CrN28, X3CrAlTi18-2), einem austenitisch-ferritischen Stahl X15CrNiSi25-4, 14 austenitische Stähle (z. B. X8CrNiTi18-10, X12NiCrSi35-16, X25CrMnNiN25-9-7) und 5 austenitische Nickellegierungen (NiCr15Fe, NiCr20Ti, NiCr22Mo9Nb, NiCr23Fe, NiCr28FeSiCe).

Die in DIN EN 10088-1 genormten Stähle mit Lfd. Nr. 1; 3; 4; 6; 24; 26, s. Tab. 171.1, dürfen als hitzebeständige Stähle verwendet werden. Anhaltsangaben zur chemischen Zusammensetzung (Schmelzenanalyse), zu den mechanischen Eigenschaften, Oberflächenbeschaffenheit, Wärmebehandlung und zugehörige Maßnormen s. Norm.

Ausführungsart für Blech und Band: 1U, 1C, 1E, 1D, 2C, 2E, 2D, 2B und 2R.

Ausführungsart für Langerzeugnisse: 1U, 1C, 1E, 1D, 1X (warmgeformt, wärmebehandelt, vorbearbeitet), 2H, 2D und 2B. Bedeutung s. DIN EN 10088-2. Nicht alle Ausführungsarten sind für alle genannten Werkstoffe verfügbar.

### DIN EN 10302 Hochwarmfeste Stähle, Nickel- und Kobaltlegierungen (Sep 2002)

**Hochwarmfeste Werkstoffe** sind Stähle, Nickel- oder Kobaltlegierungen mit einem Mindestchromgehalt von 8%, die sich durch ein gutes mechanisches Verhalten unter Langzeitanwendungsbedingungen bei Temperaturen über 500 °C auszeichnen. Insbesondere durch hohe Werte der Zeitdehngrenze und Zeitstandfestigkeit bei Beanspruchungen langer Dauer. In der Norm sind die Lieferbedingungen für Halbzeug, warm- oder kaltgewalztes Blech und Band, warm oder kaltgeformte Stäbe, Walzdraht, gezogener Draht und Profile festgelegt. Die enthaltenen Werkstoffe sind nach ihrem Gefüge eingeteilt in: 8 martensitische Stähle (X10CrMoV9-1, X11CrMoWVNb9-1-1, X8CrCoNiMo10-6, X19CrMoNiNbVN11-1, X20CrMoV12-1, X21CrMoNiV12-1, X20CrMoWV12-1 und X12CrNiMoV12-3), 13 austenitische Stähle (z. B. X6CrNiWNB16-16, X12CrNiWNB16-13, X12CrCoNi21-20, X6NiCrTiMoVB25-15-2, X6CrNiMoTiB17-13), 12 Nickellegierungen (NiCr26MoW, NiCr20Co18Ti, NiCr25FeAlV, NiCr29Fe, NiCo20Cr20MoTi, NiCr20Co13Mo4Ti3Al, NiCr23Co12Mo, NiCr22Fe18Mo, NiCr19Fe19Nb5Mo3, NiCr15Fe7Ti2Al, NiCr20TiAl, NiCr25Co20TiMo) und die Kobaltlegierung CoCr20W15Ni.

Anhaltsangaben zur chemischen Zusammensetzung (Schmelzenanalyse), zu den mechanischen Eigenschaften, der 1%-Zeitdehngrenze und der Zeitstandfestigkeit, Oberflächenbeschaffenheit, Wärmebehandlung und zugehörige Maßnormen s. Norm.

Ausführungsart für Blech und Band: 1U, 1C, 1E, 1D, 2C, 2E, 2D, 2B und 2R.

Ausführungsart für Langerzeugnisse: 1U, 1C, 1E, 1D, 1X (warmgeformt, wärmebehandelt, vorbearbeitet), 1Z (warmverfestigt, mit oder ohne Spannungsarmglühen), 2H, 2D und 2B. Bedeutung s. DIN EN 10088-2. Nicht alle Ausführungsarten sind für alle genannten Werkstoffe verfügbar.

### DIN EN 10090 Ventilstähle und -legierungen für Verbrennungskraftmaschinen (Mrz 1998)

**Ventilwerkstoffe:** Stähle und Nichteisenmetallegerungen, die in unterschiedlichem Maße Beständigkeit aufweisen gegenüber Wärme, Temperaturwechsel, Korrosion, Verzunderung, Ermüdung, Stoß, schleifenden und anhaftenden Verschleiß. Übliche Verwendung: Herstellung von Ein- und Auslassventilen in Hubkolben-Verbrennungsmotoren. Die martensitischen Stähle werden vorwiegend für Einlassventile und für den Schaffteil von Auslassventilen verwendet, die austenitischen Werkstoffe werden vorwiegend für Auslassventile verwendet. Die Norm gilt für Stäbe, Draht, Walzdraht und Schmiedestücke aus den martensitischen Stählen X45CrSi9-3; X85CrMoV18-2 und den austenitischen Werkstoffen X55CrMnNiN20-8; X53CrMnNiN21-9; X50CrMnNiN21-9; NiFe25Cr20NbTi, NiCr20TiAl (jeweils Auswahl). Alle Stahlsorten sind legiert Edelmetalle. Anhaltsangaben zur chemischen Zusammensetzung und zu den mechanischen Eigenschaften sowie für die Warmformgebung und Wärmebehandlung s. Norm. Maße und Grenzabmaße nach DIN EN 10278.

Tabelle 176.1 Anhaltsangaben für einige physikalische Eigenschaften ausgewählter Ventilwerkstoffe nach DIN EN 10090

Beispiel für Anlassventil	Kurzname	Dichte bei 20 °C kg/dm <sup>3</sup>	Elastizitätsmodul bei 20 °C kN/mm <sup>2</sup>	Thermischer Ausdehnungskoeffizient 10 <sup>-6</sup> × K <sup>-1</sup> zwischen 20 °C und				Wärmeleitfähigkeit bei 20 °C W/(m × K)
				100 °C	300 °C	500 °C	700 °C	
Schaft	<b>X45CrSi9-3</b>	7,7	210	10,9	11,2	11,5	11,8	21
Teller	<b>NiCr20TiAl</b>	8,3	215	11,9	13,1	13,7	14,5	13

### DIN EN 10272 Nicht rostende Stäbe für Druckbehälter (Jan 2001)

DIN EN 10272 wurde als teilweiser Ersatz für die bisherige nationale Norm DIN 17440 herausgegeben. Es werden die technischen Lieferbedingungen für warm- und kaltgeformte Stäbe aus nichtrostenden Stäben für Druckbehälter in folgenden Ausführungsformen festgelegt:

**Warmgeformt:** 1U = warmgeformt, nicht wärmebehandelt, nicht entzundert; 1C = warmgeformt, wärmebehandelt, nicht entzundert; 1E = warmgeformt, wärmebehandelt, mechanisch entzundert; 1D = warmgeformt, wärmebehandelt, gebeizt; 1X = warmgeformt, wärmebehandelt, vorbereitet (geschält, vorgedreht).

**Kalt weiterverarbeitet:** 2H = wärmebehandelt, mechanisch oder chemisch entzundert, kalt weiterverarbeitet; 2D = Kalt weiterverarbeitet, wärmebehandelt, gebeizt, (nachgezogen); 2B = wärmebehandelt, bearbeitet (geschält), mechanisch geglättet.

**Besondere Endverarbeitungen:** 1G oder 2G = spitzenlos geschliffen, 1P oder 2P = poliert. Hinweise zur Oberflächenbeschaffenheit sowie Bemerkungen dazu s. Norm. Nicht alle Ausführungsformen und Oberflächenbeschaffenheiten sind für alle Stähle verfügbar. Stahlauswahl: Mechanische Eigenschaften bei Raumtemperatur und Mindestwerte für die Kerbschlagarbeit für ferritische und martensitische Stähle im wärmebehandelten Zustand sind für die in der Tab. 171.1 aufgeführten Stähle mit Nr.: 6; 15 genormt, s. Norm. Mechanische Eigenschaften bei Raumtemperatur und Mindestwerte für die Kerbschlagarbeit für austenitische Stähle im lösungsgeglühten Zustand sind für die in der Tab. 171.1 aufgeführten Stähle mit Nr.: 21; 22; 23; 24 26; 27; 29; 30; 31; 33; 36; 37; 38 festgehalten, s. Norm. Anhaltangaben zur Beständigkeit gegen interkristalline Korrosion dieser Werkstoffe s. Norm. Desgleichen für die austenitisch-ferritischen Stähle mit Nr. 41; 42; 44; 45 nach Tab. 171.1. Mittelwerte der Kerbschlagarbeit, ermittelt an ISO-V-Proben oder DVM-Proben, s. Norm.

### 8.1.3 Eisen – Kohlenstoff – Gusswerkstoffe

Den Werkstoffnormen dieses Abschnittes vorangestellt, wird ein neues Bezeichnungssystem für Gusseisenwerkstoffe beschrieben, welches wirksam wird, sobald eine nationale Norm durch eine entsprechende Europäische Norm abgelöst wird. Für Stahlgusswerkstoffe gelten die Normen DIN EN 10027-1 und DIN EN 10027-2. Die Umstellung der Normen für Eisen – Kohlenstoff – Gusswerkstoffe ist noch nicht vollständig abgeschlossen. Insbesondere in zahlreichen Produktnormen und Halbzeugnormen werden noch die herkömmlichen Werkstoffbezeichnungen geführt. In vielen Fällen erfolgte auch eine Anpassung der mechanischen Eigenschaften, der chemischen Zusammensetzung und anderen Werkstoffkenngrößen, was bei einer Umstellung der Werkstoffbezeichnungen bei konkreten älteren Projekten zu berücksichtigen ist. Eine Gegenüberstellung der Werkstoffbezeichnungen DIN EN zu DIN wurde in den meisten folgenden Tabellen, wie auch den erklärenden Texten berücksichtigt. Allgemeine, wie auch zusätzliche Technische Lieferbedingungen für Gussstücke aus metallischen Werkstoffen sind überwiegend im Abschn. 8.5 aufgeführt.

#### DIN EN 1560 Gießereiwesen – Bezeichnungssystem für Gusseisen – Werkstoffkurzzeichen und Werkstoffnummern (Aug 1997)

Das in dieser Norm beschriebene Bezeichnungssystem ist im Wesentlichen anwendbar für Gusseisenwerkstoffe, die in einer Europäischen Norm festgelegt sind.

Die Bezeichnung durch Kurzzeichen darf maximal sechs Positionen aufweisen, d. h. es müssen nicht alle belegt werden. Zwischen den verwendeten Positionen dürfen keine Zwischenräume erkennbar sein. Gesamtaufbau der Kurzzeichen s. Tab. 178.1.

Die Bezeichnung von Gusseisenwerkstoffen durch Nummern muss aus neun Zeichen gemäß folgendem Schema bestehen:

Position	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Zeichen	E	N	–	L	L	n	n	n	n
Beispiel	E	N	–	J	S	1	0	2	2

(für L sind Großbuchstaben, für n arabische Ziffern einzusetzen)

Für die Positionen 1 bis 3 ist die Vorsilbe EN für Europäische Norm mit nachfolgendem Bindestrich zu verwenden. Die Position 4 ist dem Buchstaben J vorbehalten. Position 5: Festlegung der Graphitstruktur L, S, M, V, H oder X (gleiche Bezeichnung wie bei den Kurzzeichen, s. Tab. 178.1). Position 6: Einstellige Zahl für das Hauptmerkmal. Es bedeutet 1 = Zugfestigkeit, 2 = Härte, 3 = chemische Zusammensetzung. Positionen 7 und 8: Zweistellige Zahl zwischen 00 und 99, die den einzelnen Werkstoff darstellt. Position 9: Einstellige Zahl für besondere Anforderungen an den Werkstoff. Es bedeutet 0 = keine besonderen Anforderungen, 1 = getrennt gegossene Probestäbe, 2 = angegossenes Probestück, 3 = einem Gussstück entnommenes Probestück, 4 = Schlagzähigkeit bei Raumtemperatur, 5 = Schlagzähigkeit bei tiefer Temperatur, 6 = festgelegte Schweißseignung, 7 = Rohgussstück, 8 = wärmebehandeltes Gussstück, 9 = in der Bestellung spezifizierte zusätzliche Anforderungen oder Kombinationen von einzelnen Anforderungen.

Insbesondere in zahlreichen Produktnormen werden aber noch die herkömmlichen Werkstoffbezeichnungen nach DIN 17006-4 geführt:

Gusszeichen durch Bindestrich von den folgenden Angaben getrennt:

G- gegossen (allg.)	GGG- Gusseisen mit Kugelgraphit	GT- Temperguss (allg.)
GG- Gusseisen mit Lamellengraphit	GH- Hartguss	GTS- Temperguss, schwarz
	GS- Stahlguss	GTW- Temperguss, weiß

Angehängte Zeichen: K Kokillenguss, z. B. GGK-, Z Schleuderguss, z. B. GSZ-

In Verbindung mit dem Gusszeichen steht die Erschmelzungsart hinter dem Bindestrich des Gusszeichens, z. B. GS-E: Elektrostahlguss. Die vollständige Benennung erfolgt entweder nach der Mindestzugfestigkeit oder nach der chemischen Zusammensetzung.

Tabelle 178.1 Gesamtaufbau der Bezeichnung von Gusseisenwerkstoffen durch Kurzzeichen nach DIN EN 1560

1 Vorsilbe	2 Metallart Zeichen	3 Graphitstruktur <sup>1)</sup>		4 Mikro-/Makrostruktur <sup>1)</sup>		5 (entweder/oder) Mechanische Eigenschaften Zeichen/ Bedeutung		Position		6 Zusätzliche Anforderungen <sup>1)</sup> Zeichen Bedeutung	
		Zeichen	Bedeutung	Zeichen	Bedeutung	Zeichen/ Beispiel	Bedeutung	Chemische Zeichen/ Beispiel	Bedeutung		
EN-	G = Guß J = Eisen	L	lamellar	A	Austenit	z. B. 350	Zugfestigkeit: Mindestwert für $R_m$ in N/mm <sup>2</sup>	X	Buchstaben- symbol, welches Bezeichnung durch chem. Zusammen- setzung anzeigt	D	Rohgussstück
		S	kugelig	F	Ferrit					H	Wärmebehandeltes Gussstück
		M	Temperkohle <sup>3)</sup>	P	Perlit					W	Schweißbeignung für Verbindungs-schweißungen
		V	vermikular	M	Martensit	z. B. -19	Bindestrich und Mindestwert für A in %			Z	In der Bestellung festgelegte zusätzliche Anforderungen
		N	graphitfreie (Hartguss)	L	Ledeburit		der Angabe für $R_m$ folgend				
		Y	Sonderstruktur, s. jeweilige Norm	Q	abgeschreckt						
				T	vergütet						
				B	nichtentkohlend gegläut <sup>2)</sup>		getrennt gegossenes Probestück	z. B. 300	C-Gehalt in % × 100		
				W	entkohlend gegläut <sup>2)</sup>	S	angesossenes Probestück	z. B. Cr	Symbol der Legierungselemente		
						U					
						C	einem Gussstück entnommenes Probestück	z. B.	Prozentsatz der Legierungselemente durch Bindestrich getrennt		
							Schlagzähigkeit: Bindestrich, zwei Buchstaben für die Prüftemperatur, wie Raumtemperatur				
							Tieftemperatur				
							Härte: Zwei Buchstaben und Härtewert	z. B. HB 155			
							Härte nach Brinell	HB			
							Härte nach Vickers	HV			

1) Wahlfrei

2) Nur für Temperguss: B = schwarz, W = weiß

3) Einschließlich entkohlend gegläuter Temperguss

### DIN EN 1561 Gießereiwesen – Gusseisen mit Lamellengraphit (Aug 1997)

DIN EN 1561 legt kennzeichnende Eigenschaften von unlegiertem und niedriglegiertem Gusseisen mit Lamellengraphit für Gussstücke fest, die in Sandformen oder Formen mit vergleichbarem Temperaturverhalten hergestellt wurden. Gusseisen mit Lamellengraphit ist ein Eisen-Kohlenstoff-Gusswerkstoff, in welchem der freie Kohlenstoff als Graphit überwiegend in lamellarer Form angeordnet ist. Die im Vergleich zur abgelösten Norm DIN 1691 geänderten Werkstoffbezeichnungen sind in Tab. 179.1 aufgeführt.

Abhängig davon, ob für die Weiterverarbeitung/Verwendung der Gussstücke die Zugfestigkeit oder die Brinellhärte die entscheidende Kenngröße darstellt, werden die Werkstoffe in der Norm in zwei Hauptgruppen unterteilt. Es sind Angaben enthalten zur Zugfestigkeit von Probestücken, die getrennt gegossen, bzw. angegossen wurden sowie für aus dem Gussstück entnommene Probestücke (Erwartungswerte). Die in DIN 1691 genannten Erwartungswerte für die Brinellhärte im Gussstück wurden an dieser Stelle in der Europäischen Norm nicht mehr berücksichtigt. Damit wird eine Zuordnung von Härtewerten zu Werten des Zugversuches vermieden. Der Zusammenhang von Zugfestigkeit und Härte sowie die Wanddickenabhängigkeit der mechanischen Eigenschaften, bisher in einem Beiblatt zu DIN 1691 beschrieben, sind jetzt im Anhang der Norm aufgenommen, Näheres s. Norm. Die Wanddickenabhängigkeit der mechanischen Werte wird durch die Abstufung der maßgebenden Wanddicken in Tab. 179.1 berücksichtigt. Mechanische Eigenschaften sind nur dann durch Prüfungen nachzuweisen, wenn dies bei der Bestellung vereinbart wurde. Für die Zugfestigkeit muss angegeben werden, ob getrennt gegossene oder angegossene Proben hergestellt werden sollen. Die getrennt gegossenen Probestücke mit 30 mm Rohgussdurchmesser müssen aus dem Metall, das für die Herstellung der Gussstücke verwendet wird, gefertigt werden. Angegossene Probestücke können in Form der Angussproben Typ 1 (vormals „K“) oder Typ 2 (vormals „H“) vereinbart werden. Die Wahl der Probenform ist von der Größe und Wanddicke eines

Tabelle 179.1 Mechanische und physikalische Eigenschaften von Gusseisen mit Lamellengraphit nach DIN EN 1561<sup>1)</sup>

Werkstoffnummer nach DIN EN 1560		EN-JL1020	EN-JL1030	EN-JL1040	EN-JL1050	EN-JL1060	
Kurzzeichen nach DIN EN 1560		<b>EN-GJL-150</b>	<b>EN-GJL-200</b>	<b>EN-GJL-250</b>	<b>EN-GJL-300</b>	<b>EN-GJL-350</b>	
Kurzzeichen nach DIN 1691 (alt)		GG 15	GG 20	GG 25	GG 30	GG 35	
Werkstoffnummer nach DIN 1691 (alt)		0.6015	0.6020	0.6025	0.6030	0.6035	
Grundgefüge		ferritisch-perlitisch	perlitisch				
Zugfestigkeit <sup>2)</sup>	$R_m$	N/mm <sup>2</sup>	150 bis 250	200 bis 300	250 bis 350	300 bis 400	350 bis 450
0,1%-Dehngrenze	$R_{p0,1}$	N/mm <sup>2</sup>	98 bis 165	130 bis 195	165 bis 228	195 bis 260	228 bis 285
Bruchdehnung	$A$	%	0,8 bis 0,3				
Druckfestigkeit	$\sigma_{db}$	N/mm <sup>2</sup>	600	720	840	960	1080
Biegefestigkeit	$\sigma_{bB}$	N/mm <sup>2</sup>	250	290	340	390	490
Scherfestigkeit	$\sigma_{aB}$	N/mm <sup>2</sup>	170	230	290	345	400
Elastizitätsmodul <sup>3)</sup>	$E$	kN/mm <sup>2</sup>	78 bis 103	88 bis 113	103 bis 118	108 bis 137	123 bis 143
Poisson-Zahl	$\nu$	–	0,26				
Biegewechselfestigkeit	$\sigma_{bW}$	N/mm <sup>2</sup>	70	90	120	140	145
Zug-Druck-Wechselfestigkeit	$\sigma_{zdW}$	N/mm <sup>2</sup>	40	50	60	75	85
Bruchzähigkeit	$K_{Ic}$	N/mm <sup>3/2</sup>	320	400	480	560	650
Dichte	$\rho_m$	g/cm <sup>3</sup>	7,10	7,15	7,20	7,25	7,30
Spezifischer elektr. Widerstand	$\rho$	$\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$	0,80	0,77	0,73	0,70	0,67
Maßgebende Wanddicke <sup>5)</sup>	> mm	≤ mm	Zugfestigkeit in N/mm <sup>2</sup> im Gussstück, Erwartungswert <sup>4)</sup>				
	2,5	5	180	230	–	–	–
	5	10	155	205	250	–	–
	10	20	130	180	225	270	315
	20	40	110	155	195	240	280
	40	80	95	130	170	210	250
	80	150	80	115	155	195	225

<sup>1)</sup> Eigenschaften in getrennt gegossenen Proben mit 30 mm Rohgussdurchmesser. EN-GJL-100, s. Norm.

<sup>2)</sup> Die Werte beziehen sich auf Proben mit einem Rohgussdurchmesser von 30 mm. Das entspricht einer maßgebenden Wanddicke von 15 mm. Wird bei einer Bestellung der Nachweis der Zugfestigkeit vereinbart, ist auch der Probestücktyp festzulegen. Weitere Hinweise zu Annahmefestlegungen, insbesondere der Erwartungswert, s. Norm. Fett gedruckte Zahlen geben die Mindestzugfestigkeit an, der das Kurzzeichen der Sorte zugeordnet ist.

<sup>3)</sup> Abhängig von Menge und Ausbildungsform des Graphits sowie von der Belastung.

<sup>4)</sup> Diese Werte sind Anhaltswerte. Sie sind nicht zwingend vorgeschrieben.

<sup>5)</sup> Wird ein angegossenes Probestück verwendet, muss die maßgebende Wanddicke bei der Bestellung vereinbart werden.

Gussstückes abhängig. So wird ab einer Wanddicke >20 mm und einer Masse >200 kg die Verwendung angegossener Probstücke empfohlen. Weiteres zur Probennahme, zu den Abmessungen der Proben und zum Prüfverfahren s. Norm. Das Grundgefüge der genannten Werkstoffe ist perlitisch, mit Ausnahme der Sorte EN-GJL-150 (ferritisch/perlitisch). Für EN-GJL-100 ist die Gefügeausbildung nicht aufgeführt. Tab. 180.1 enthält noch sechs weitere Gusseisensorten mit Lamellengraphit, die durch ihre Brinellhärte definiert sind. Bei jeder Sorte nimmt die Brinellhärte mit zunehmender Wanddicke ab. Die in der Tab. 180.1 fett gedruckten Zahlen geben den Wert der maximalen Brinellhärte an, welcher dem Kurzzeichen der Sorte zugeordnet ist. Die Prüfstelle am Gussstück ist bei der Bestellung zu vereinbaren. Technische Lieferbedingungen s. DIN EN 1559-1 und DIN EN 1559-3.

Tabelle 180.1 Brinellhärte von Gusseisen mit Lamellengraphit nach DIN EN 1561

Kurzzeichen (DIN 1691)	Werkstoffbezeichnung <sup>1)</sup> Werkstoffnummer (DIN 1691)	Maßgebende Wanddicke		Brinellhärte, <i>HB</i> 30 <sup>3)</sup>	
		> mm	≤ mm	min.	max.
<b>EN-GJL-HB155</b> (GG-150HB)	EN-JL2010 (0.6012)	40 <sup>2)</sup>	80	–	<b>155</b>
		20	40	–	160
		10	20	–	170
		5	10	–	185
		2,5	5	–	210
<b>EN-GJL-HB175</b> (GG-170HB)	EN-JL2020 (0.6017)	40 <sup>2)</sup>	80	<b>100</b>	<b>175</b>
		20	40	110	185
		10	20	125	205
		5	10	140	225
		2,5	5	170	260
<b>EN-GJL-HB195</b> (GG-190HB)	EN-JL2030 (0.6022)	40 <sup>2)</sup>	80	120	<b>195</b>
		20	40	135	210
		10	20	150	230
		5	10	170	260
		4	5	190	275
<b>EN-GJL-HB215</b> (GG-220HB)	EN-JL2040 (0.6027)	40 <sup>2)</sup>	80	145	<b>215</b>
		20	40	160	235
		10	20	180	255
		5	10	200	275
<b>EN-GJL-HB235</b> (GG-240HB)	EN-JL2050 (0.6032)	40 <sup>2)</sup>	80	165	<b>235</b>
		20	40	180	255
		10	20	200	275
<b>EN-GJL-HB255</b> (GG-260HB)	EN-JL2060 (0.6037)	40	80	185	<b>255</b>
		20	40	200	275

<sup>1)</sup> Bezeichnung nach DIN EN 1560. Die Angaben in Klammern sind die früheren Werkstoffbezeichnungen nach DIN 1691.

<sup>2)</sup> Maßgebende Referenzwanddicke für die Sorte.

<sup>3)</sup> Wenn zwischen Käufer und Hersteller vereinbart, darf für eine vereinbarte Stelle des Gussstückes einem engeren Härtebereich zugestimmt werden, vorausgesetzt, er ist nicht enger als 40 Brinellhärteeinheiten.

## DIN EN 1562 Gießereiwesen – Temperguss (Aug 2006)

Diese Norm unterteilt Temperguss in zwei Gruppen, wie auch die bisher geltende und jetzt ersetzte Norm DIN 1692. Nach der Art der Wärmebehandlung des Rohgussstückes unterscheidet man weißen Temperguss (entkohlend gegläuter Temperguss) und schwarzen Temperguss (nicht entkohlend gegläuter Temperguss). Weißer Temperguss hat aufgrund einer Wärmebehandlung in entkohlender Atmosphäre im Allgemeinen ein zum Kern hin sich veränderndes Gefügebau mit zunehmendem Kohlenstoffgehalt. Gegebenenfalls verbleibt im Kern freier Kohlenstoff in Form von Graphit, Temperkohle genannt. Schwarzer Temperguss verfügt dagegen über den gesamten Wanddickenbereich über ein gleichmäßig aufgebautes Gefüge mit Graphit als Temperkohle. Beide Gruppen Temperguss haben Sorten mit Gefügebau mit zunehmendem Kohlenstoffgehalt. Im Vergleich zu DIN 1692 sind die Werkstoffkurzzeichen jetzt nach DIN EN 1560 aufgebaut. Die Werkstoffe werden nach Zugfestigkeit und Dehnung bezeichnet; für weißen Temperguss für eine Probe mit 12 mm Durchmesser, für schwarzen Temperguss für eine Probe von 12 mm oder 15 mm Durchmesser. Zur Abdeckung geringer Wanddicken wurde ein Probstab mit 6 mm Durchmesser für weißen Temperguss zusätzlich aufgenommen. Im Werkstoffkurzzeichen gibt die Ziffernfolge jeweils den Mindestwert für die Zugfestigkeit und für die Bruchdehnung an. Zum Beispiel bedeutet EN-GJMW-350-4: Zugfestigkeit  $R_m > 350$  N/mm<sup>2</sup> und Dehnung  $A_{3,4} > 4\%$ . Eine Gegenüberstellung zu den früheren Werkstoffbezeichnungen ist in Tab. 181.1 enthalten.

Temperguss kann für Druckgeräte verwendet werden, z. B. für Fittings, Industriearmaturen und Membranventile. Entsprechende Hinweise zur Druckgeräterichtlinie s. Norm. Für die Gestaltung von Druckgeräten gelten besondere Konstruktionsrichtlinien. Beim Bestellen von Produkten für die Verwendung für Druckgeräte hat der Hersteller der Geräte die Verpflichtung, die nach EN 10204 zutreffende Prüfbescheinigung zu verlangen.



Die Norm enthält keine Angaben zur chemischen Zusammensetzung und zur Wärmebehandlung. Beides bleibt dem Hersteller überlassen. Anforderungen zur Bestimmung der 0,2%-Dehngrenze, der Brinellhärte, der Kerbschlagzähigkeit sowie Angaben zu Form und Abmessungen der Probe für den Zugversuch s. Norm. Technische Lieferbedingungen s. DIN EN 1559-1 und DIN EN 1559-3.

Tabelle 181.1 Sorten und mechanische Eigenschaften von Temperguss nach DIN EN 1562

Werkstoffbezeichnung <sup>1)</sup>		Durchmesser Probe <sup>3)</sup>	Zugfestigkeit	Dehnung	0,2%-Dehngrenze <sup>5)</sup>	Brinellhärte (informativ) <sup>5)</sup>
Kurzzeichen (DIN 1692)	WNr (DIN 1692)	<i>d</i> mm	<i>R<sub>m</sub></i> N/mm <sup>2</sup> min.	<i>A<sub>3,4</sub></i> % min.	<i>R<sub>p0,2</sub></i> N/mm <sup>2</sup> min.	HB
<b>EN-GJMW-350-4<sup>6)</sup></b> (GTW-35-04)	EN-JM1010 (0.8035)	6	270	10	–	230 max.
		9	310	5	–	
		12	<b>350</b>	<b>4</b>	–	
		15	360	3	–	
<b>EN-GJMW-360-12<sup>2) 6)</sup></b> (GTW-S 38-12)	EN-JM1020 (0.8038)	6	280	16	–	200 max.
		9	320	15	170	
		12	<b>360</b>	<b>12</b>	190	
		15	370	7	200	
<b>EN-GJMW-400-5<sup>6)</sup></b> (GTW-40-05)	EN-JM1030 (0.8040)	6	300	12	–	220 max.
		9	360	8	200	
		12	<b>400</b>	<b>5</b>	220	
		15	420	4	230	
<b>EN-GJMW-450-7<sup>6)</sup></b> (GTW-45-07)	EN-JM1040 (0.8045)	6	330	12	–	220 max.
		9	400	10	230	
		12	<b>450</b>	<b>7</b>	260	
		15	480	4	280	
<b>EN-GJMW-550-4<sup>6)</sup></b>	EN-JM1050 (–)	6	–	–	–	250 max.
		9	490	5	310	
		12	<b>550</b>	<b>4</b>	340	
		15	570	3	350	
nicht entkohlend gegläuter Temperguss (schwarzer Temperguss)						
<b>EN-GJMB-300-6<sup>4)</sup></b> (–)	EN-JM1110 (–)	12 oder 15	300	6	–	150 max.
<b>EN-GJMB-350-10<sup>6)</sup></b> (GTS-35-04)	EN-JM1130 (0.8135)		350	10	200	150 max.
<b>EN-GJMB-450-6<sup>6)</sup></b> (GTS-45-06)	EN-JM1140 (0.8145)		450	6	270	150 bis 200
<b>EN-GJMB-500-5</b> (–)	EN-JM1150 (–)		500	4	300	165 bis 215
<b>EN-GJMB-550-4</b> (GTS-55-04)	EN-JM1160 (0.8155)		550	4	340	180 bis 230
<b>EN-GJMB-600-3</b> (–)	EN-JM1170 (–)		600	3	390	195 bis 245
<b>EN-GJMB-650-2<sup>6)</sup></b> (GTS-65-02)	EIM-JM1180 (0.8165)		650	2	430	210 bis 260
<b>EN-GJMB-700-2<sup>6)</sup></b> (GTS-70-02)	EN-JM1190 (0.8170)		700	2	530	240 bis 290
<b>EN-GJMB-800-1</b> (–) <sup>6)</sup>	EN-JM1200 (–)		800	1	600	270 bis 320

<sup>1)</sup> Bezeichnung nach DIN EN 1560. Die Angaben in Klammern sind die früheren Werkstoffbezeichnungen nach DIN 1692.

<sup>2)</sup> Der zum Schweißen geeignetste Werkstoff.

<sup>3)</sup> Die mechanischen Eigenschaften sind beim weißen Temperguss aufgrund ungleichmäßigen Gefügeaufbaus wand-dickenabhängig.

<sup>4)</sup> Der Werkstoff ist besonders für Anwendungen bestimmt, für welche Druckdichtheit wichtiger ist als hohe Festigkeit und Duktilität (Verformbarkeit).

<sup>5)</sup> 0,2%-Dehngrenze und Brinellhärte werden nur bestimmt, wenn diese Werte vom Käufer verlangt werden.

<sup>6)</sup> Werkstoffsorten, die für Druckbehälter geeignet sind, s. Norm Anhang E.

## DIN EN 1563 Gießereiwesen – Gusseisen mit Kugelgraphit (Okt 2005)

In dieser Norm werden die Sorten und die entsprechenden Anforderungen an Gusseisen mit Kugelgraphit definiert. Gusseisen mit Kugelgraphit ist ein Eisen-Kohlenstoff-Gusswerkstoff, bei dem der Kohlenstoff überwiegend in Form von kugeligem Graphitpartikeln vorliegt. Ein solches Gusseisen ist auch als Sphäroguss oder als duktiles Gusseisen bekannt (*Anmerkung*: duktil = Vermögen eines Werkstoffes, sich bleibend zu verformen). Sofern zwischen Hersteller und Käufer nicht anders vereinbart, liegt die Wahl des Verfahrens zur Herstellung von Gusseisen mit Kugelgraphit, dessen chemische Zusammensetzung sowie die Durchführung notwendiger Wärmebehandlungen im Ermessen des Herstellers. Die Werkstoffsorte wird anhand mechanischer Eigenschaften bestimmt, die an getrennt gegossenen Probestücken ermittelt werden. Die mechanischen Eigenschaften können beurteilt werden mittels mechanisch bearbeiteter Proben, hergestellt aus getrennt gegossenen Probestücken, hergestellt aus mechanisch bearbeiteten Proben aus angegossenen Probestücken und an aus dem Gussstück entnommenen Proben. Bedingungen zur Entnahme von Probestücken und Anhaltsangaben für die 0,2%-Dehngrenze für Wanddicken bis 200 mm s. Norm.

Weiterhin enthält die Norm informativ eine Einteilung der Sorten in Abhängigkeit von der Brinellhärte. Es sind dies die Sorten (in Klammern WNr)/Brinellhärtebereich HB: **EN-GJS-HB130** (EN-JS2010)/unter 160; **EN-GJS-HB150** (EN-JS2020)/130 bis 175; **EN-GJS-HB155** (EN-JS2030)/135 bis 180; **EN-GJS-HB185** (EN-JS2040)/160 bis 210; **EN-GJS-HB200** (EN-JS2050)/170 bis 230; **EN-GJS-HB230** (EN-JS2060)/190 bis 270; **EN-GJS-HB265** (EN-JS2070)/225 bis 305; **EN-GJS-HB300** (EN-JS2080)/245 bis 335; **EN-GJS-HB330** (EN-JS2090)/270 bis 360. Anhaltsangaben zur Zugfestigkeit und zur 0,2%-Dehngrenze s. Norm. Die Gusswerkstoffe EN-GJS-HB300 und EN-GJS-HB330 werden nicht empfohlen für Gussstücke mit großen Wanddicken.

DIN EN 1563 ist Ersatz für die früheren nationalen Normen DIN 1693-1 und DIN 1693-2. Im Vergleich zu DIN 1693 sind die Werkstoffkürzzeichen jetzt nach DIN EN 1560 aufgebaut. Mit der Aufteilung der alten Sorten GGG-35.3 und GGG-40.3 in je drei neue Sorten wurde das Einsatzspektrum dieser „Standardwerkstoffe“ verbessert (Anhaltswerte zu den mechanischen Eigenschaften für tiefe Temperaturen LT und für Raumtemperatur RT s. Norm). Die Auswahl der Werkstoffsorten in Tab. 182.1 beschränkt sich im Wesentlichen auf die von DIN 1693 her bekannten Sorten. Anhaltsangaben zu den mechanischen Eigenschaften der neu aufgenommenen Sorten, wie auch zu weiteren typischen Eigenschaften s.

Tabelle 182.1 Mechanische und physikalische Eigenschaften von Gusseisen mit Kugelgraphit nach DIN EN 1563 (Auswahl)

Werkstoffnummer nach DIN EN 1563	EN-JS1010	EN-JS1020	EN-JS1050	EN-JS1060	EN-JS1070	EN-JS1080													
Kurzzeichen nach DIN EN 1563	<b>EN-GJS-350-22</b>	<b>EN-GJS-400-18</b>	<b>EN-GJS-500-7</b>	<b>EN-GJS-600-3</b>	<b>EN-GJS-700-2</b>	<b>EN-GJS-800-2</b>													
Kurzzeichen nach DIN 1693 (alt)	GGG 35.3	GGG 40.3	GGG 50	GGG 60	GGG 70	GGG 80													
Werkstoffnummer nach DIN 1693 (alt)	0.7033	0.7043	0.7050	0.7060	0.7070	0.7080													
Vorherrschendes Gefüge	Ferrit	Ferrit	Ferrit-Perlit	Ferrit-Perlit	Perlit	Perlit bzw. wärmebehandelter Martensit													
Zugfestigkeit, min. <sup>1)</sup>	$R_m$ N/mm <sup>2</sup>	350	400	500	600	700	800												
0,2%-Dehngrenze, min. <sup>1)</sup>	$R_{p0,2}$ N/mm <sup>2</sup>	220	240	320	370	420	480												
Dehnung, min. <sup>1)</sup>	$A$ %	22	18	7	3	2	2												
Elastizitätsmodul	$E$ kN/mm <sup>2</sup>	169	169	169	174	176	176												
Poisson-Zahl	$\nu$ –	0,275																	
Druckfestigkeit	$\sigma_{db}$ N/mm <sup>2</sup>	–	700	800	870	1000	1150												
Bruchzähigkeit	$K_{Ic}$ N/mm <sup>3/2</sup>	31	30	25	20	15	14												
Dichte	$\rho_m$ g/cm <sup>3</sup>	7,1	7,1	7,1	7,2	7,2	7,2												
Spezifischer elektr. Widerstand	$\rho$ $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$	0,50	0,50	0,51	0,53	0,54	0,54												
Gusseisen mit Kugelgraphit: mechanische Eigenschaften (angegossene Probestücke) <sup>2)</sup>																			
Werkstoffnummer nach DIN EN 1563	EN-JS1032	EN-JS1062	EN-JS1082	EN-JS1092	EN-JS1102	EN-JS1122													
Kurzzeichen nach DIN EN 1563	EN-GJS-350-22U	EN-GJS-400-18U	EN-GJS-500-7U	EN-GJS-600-3U	EN-GJS-700-2U	EN-GJS-800-2U													
Maßgebende Wanddicke $t$ in mm	$R_m$	$R_{p0,2}$	$A$	$R_m$	$R_{p0,2}$	$A$	$R_m$	$R_{p0,2}$	$A$	$R_m$	$R_{p0,2}$	$A$	$R_m$	$R_{p0,2}$	$A$	$R_m$	$R_{p0,2}$	$A$	
	$t \leq 30$	350	220	22	400	250	18	500	320	7	600	370	3	700	420	2	800	600	2
	$30 < t \leq 60$	330	220	18	390	250	15	450	300	7	600	360	2	70	400	2	zu vereinbaren		
$60 < t \leq 200$	370	210	15	370	240	12	420	290	5	550	340	1	660	380	1				

<sup>1)</sup> Mechanische Eigenschaften, ermittelt an Proben, die aus getrennt gegossenen Probestücken durch mechanische Bearbeitung hergestellt wurden.

<sup>2)</sup> Mechanische Eigenschaften, ermittelt an Proben, die aus angegossenen Probestücken durch mechanische Bearbeitung hergestellt wurden. Kennzeichen: U. Angegossene Probestücke sind zu verwenden, wenn die Masse der Gussstücke >2000 kg ist oder wenn die maßgebende Wanddicke zwischen 30 mm und 200 mm liegt.  $R_m$  = Zugfestigkeit in N/mm<sup>2</sup>,  $R_{p0,2}$  = 0,2%-Dehngrenze in N/mm<sup>2</sup>,  $A$  = Dehnung in %.

Norm. Die Norm gilt nicht für Rohre, Formstücke und Zubehörteile aus Gusseisen mit Kugelgraphit für Wasserleitungen, die in DIN EN 545, DIN EN 598 und DIN EN 969 behandelt werden, s. jeweils Norm. Hinsichtlich der Technischen Lieferbedingungen für Gussstücke wird auf DIN EN 1559-1 und DIN EN 1559-3 verwiesen. Gusseisen mit Kugelgraphit kann für Druckgeräte verwendet werden. Für die Gestaltung von Druckgeräten gelten besondere Konstruktionsrichtlinien. Beim Bestellen von Produkten für die Verwendung für Druckgeräte hat der Hersteller der Geräte die Verpflichtung, die nach EN 10204 zutreffende Prüfbescheinigung zu verlangen, in der die Übereinstimmung des Werkstoffes mit den Festlegungen nach dieser Norm bestätigt wird.

### DIN EN 1564 Gießereiwesen – Bainitisches Gusseisen (Mrz 2006)

Bainitisches Gusseisen ist ein Eisen-Kohlenstoff-Gusswerkstoff, in welchem der Kohlenstoff überwiegend in Form von kugelförmigen Partikeln vorliegt und im Vergleich zu den Gusswerkstoffen mit Kugelgraphit (s. DIN EN 1563) durch eine Wärmebehandlung höhere Festigkeits- und Zähigkeitseigenschaften aufweist. Diese Wärmebehandlung besteht aus einer vollständigen Austenitisierung und einer Austenitumwandlung, üblicherweise im Temperaturbereich zwischen 250 °C und 400 °C. DIN EN 1564 behandelt die Einteilung von bainitischem Gusseisen nach den mechanischen Eigenschaften des Werkstoffes, die von seinem Gefügebau abhängig sind. Ermittelt werden die mechanischen Eigenschaften wahlweise an getrennt gegossenen Proben, an angegossenen Proben und an Proben, die dem Gussstück entnommen wurden. Sortenbestimmend sind die Ergebnisse, die mit getrennt gegossenen Proben festgestellt werden. Angaben zur Probenentnahme und zu den Prüfverfahren s. Norm. Bainitisches Gusseisen wird gelegentlich auch mit Austempered Ductil Iron, kurz ADI, bezeichnet. Der Mindestwert für die Kerbschlagarbeit bei Raumtemperatur ( $23 \pm 5$  °C, gemessen an getrennt gegossenen und bearbeiteten Charpy-Proben, für den Gusswerkstoff EN-GJS-800-8S-RT (Wnr EN-JS1109) beträgt im Mittelwert aus drei Prüfungen 10 J, als Einzelwert 9 J. Hinsichtlich der Technischen Lieferbedingungen für Gussstücke wird auf DIN EN 1559-1 und DIN EN 1559-3 verwiesen.

Tabelle 183.1 Bainitisches Gusseisen nach DIN EN 1564. Mechanische Eigenschaften<sup>1)</sup>

Werkstoffbezeichnung <sup>2)</sup>		Zugfestigkeit $R_{m}$ N/mm <sup>2</sup> min.	0,2%-Dehnung $R_{p0,2}$ N/mm <sup>2</sup> min.	Dehnung A % min.	Brinellhärtebereich <sup>3)</sup> HB
Kurzzeichen	Wnr				
EN-GJS-800-8	EN-JS1100	800	500	8	260 bis 320
EN-GJS-1000-5	EN-JS1110	1000	700	5	300 bis 360
EN-GJS-1200-2	EN-JS1120	1200	850	2	340 bis 440
EN-GJS-1400-1	EN-JS1130	1400	1100	1	380 bis 480

<sup>1)</sup> Mechanische Eigenschaften, gemessen an Proben, die aus getrennt gegossenen Probestücken durch mechanische Bearbeitung hergestellt wurden.

<sup>2)</sup> Bezeichnung nach DIN EN 1560.

<sup>3)</sup> Die Härteprüfung erfolgt an Proben oder an vereinbarten Prüfflächen an den Gussstückflächen. Die Härtebereiche zeigen für jede Sorte den Einfluss der Wanddicke. Kaltverfestigung kann eine wesentlich höhere Oberflächenhärte verursachen (informativ).

In einem Anhang wird auf Sicherheitsbestimmungen gemäß der Druckgeräterichtlinie 97/23/EG hingewiesen. Bainitisches Gusseisen kann für Druckgeräte verwendet werden, z. B. für Kompressorgehäuse. Die geeigneten Werkstoffsorten für Druckanwendungen sind in speziellen Produkt- oder Anwendungsnormen angegeben. Für die Gestaltung von Druckgeräten gelten besondere Konstruktionsrichtlinien. Beim Bestellen von Produkten für die Verwendung für Druckgeräte hat der Hersteller der Geräte die Verpflichtung, die nach EN 10204 zutreffende Prüfbescheinigung zu verlangen, in der die Übereinstimmung des Werkstoffes mit den Festlegungen nach dieser Norm bestätigt wird.

### DIN EN 13835 Gießereiwesen – Austenitisches Gusseisen (Sep 2006)

Austenitische Gusseisensorten sind hochlegierte Eisen-Kohlenstoff-Gusswerkstoffe. Das austenitische Grundgefüge wird durch Zugabe von Nickel, Mangan, Kupfer und/oder Chrom, zur Stabilisierung des Gefüges bei Raumtemperatur, erreicht. Cr erhöht Festigkeit, Härte und Zunderbeständigkeit, verbessert die Schweißseignung und vermindert den Längenausdehnungskoeffizienten. Die Bearbeitbarkeit wird mit abnehmendem Cr-Gehalt besser. Bei der Sorte EN-JS3021 soll Cr höchstens 0,2% betragen, da sonst die genormten Werte für die Kerbschlagarbeit nicht erreicht werden können. Niedrigere C-Gehalte erhöhen Festigkeit, Härte und Zähigkeit. Aus gießereitechnischer Sicht sollte die obere Grenze des C-Gehaltes angestrebt werden. Der Kohlenstoff liegt zum überwiegenden Teil als Graphit vor, entweder als Lamellengraphit (L) oder als Kugelgraphit (S). Die Sorten mit Kugelgraphit weisen grundsätzlich die besseren mechanischen Eigenschaften auf. In der Norm werden die Gusseisensorten unterteilt in Normalsorten, die wegen ihrer Hitze- und Korrosionsbeständigkeit verwendet werden und Sondersorten, die darüber hinaus wegen ihrer magnetischen Eigenschaften und ihrer sehr geringen Ausdehnung zum Einsatz kommen. Chemische Zusammensetzung (C, Si, Mn, Ni, Cr, P und Cu) s. Norm.

Die in den Tabellen aufgeführten mechanischen Eigenschaften wurden an getrennt gegossenen Proben ermittelt. Davon abweichende Anforderungen, z. B. die an festgelegten Stellen am Gussstück einzuhaltenen Werte, sind zu vereinbaren.

Anhaltsangaben zur Probenahme und zur Durchführung von Prüfverfahren, s. Norm.

Das Spannungsarmglühen kann bei allen austenitischen Gusseisensorten durchgeführt werden. Die Anwendung empfiehlt sich besonders bei komplexen Teilen, bei denen übermäßige Eigenspannungen zu erwarten sind und wenn unter

betrieblichen Einsatzbedingungen die Gefahr der Spannungsrissskorrosion besteht. Empfohlene Spannungsarmglühbehandlung: Aufheizen auf 625 bis 650 °C mit höchstens 150 K/h; Halten 2 Stunden plus 1 Stunde je 25 mm Wanddicke; Abkühlen im Ofen auf 200 °C mit höchstens 100 K/h; Abkühlen in Luft.

Anhaltsangaben über das Verhalten bei tiefen Temperaturen bis (–196 °C) s. Norm.

DIN EN 13835 ersetzt die frühere nationale Norm DIN 1694. Die Sorten mit den Werkstoffnummern 0.6656, 0.6660, 0.6661, 0.6667, 0.6676, 0.6680, 0.7661, 0.7665, 0.7677 und 0.7679 wurden in der Europäischen Norm nicht mehr berücksichtigt (Kurznamen s. Werkstoffübersicht).

Hitzebeständiger Stahlguss für allgemeine Verwendung oberhalb 600 °C, wie auch hitzebeständige Nickel- und Cobaltbasislegierungen sind in DIN EN 10295 genormt, s. Norm.

Tabelle 184.1 Austenitisches Gusseisen (Auswahl) nach DIN EN 13835: Eigenschaften und Anwendungen

Werkstoffbezeichnung	Graphit <sup>2)</sup>	Sorte <sup>3)</sup>	Eigenschaften (informativ)	Anwendungen (informativ)
Kurzname EN-... <sup>1)</sup> WNR				
<b>GJLA-XNiCuCr15-6-2</b> EN-JL3011 (GGJ-NiCuCr 15 6 2 0.6655)	L	N	Gute Korrosionsbeständigkeit, insbesondere gegen Alkalien, verdünnte Säuren, Meerwasser und Salzlösungen; verbesserte Hitzebeständigkeit, gute Gleiteigenschaften, hoher Ausdehnungskoeffizient, bei niedrigem Chromgehalt nicht magnetisierbar.	Pumpen, Ventile, Ofenbauteile, Buchsen, Kolbenringe für Leichtmetallkolben, nicht magnetisierbare Gussstücke.
<b>GJSA-XNiCr20-2</b> EN-JS3011 (GGG-NiCr 20 2 0.7660)	S	N	Gute Korrosions- und Hitzebeständigkeit. Gute Gleiteigenschaften, hoher thermischer Ausdehnungskoeffizient. Bei niedrigem Chromgehalt nicht magnetisierbar. Erhöhte Warmfestigkeit bei Zugabe von 1% Mo (Massenanteil).	Pumpen, Ventile, Kompressoren, Buchsen, Turbolader-Gehäuse, Abgaskrümmen, nicht magnetisierbare Gussstücke.
<b>GJSA-XNiMn23-4<sup>4)</sup></b> EN-JS3021 (GGG-NiMn 23 4 0.7673)	S	N	Besonders hohe Duktilität. Bleibt zäh bis –196 °C. Nicht magnetisierbar.	Gussstücke für die Kältetechnik für den Einsatz bis –196 °C.
<b>GJSA-XNiCrNb20-2<sup>4)</sup></b> EN-JS3031 (GGG-NiCrNb 20 2 0.7659)	S	N	Geeignet für Fertigungsschweißungen, die anderen Eigenschaften wie für EN-GJSA-XNiCr20-2 (EN-JS3011).	Wie EN-GJSA-XNiCr20-2 (EN-JS3011).
<b>GJSA-XNi22</b> EN-JS3041 (GGG-Ni 22 0.7670)	S	N	Hohe Duktilität. Geringere Korrosions- und Hitzebeständigkeit als EN-GJSA-XNiCr20-2 (EN-JS3011). Hoher Ausdehnungskoeffizient. Bleibt zäh bis –100 °C. Nicht magnetisierbar.	Pumpen, Ventile, Kompressoren, Buchsen, Turbolader-Gehäuse, Abgaskrümmen, nicht magnetisierbare Gussstücke
<b>GJSA-XNi35</b> EN-JS3051 (GGG-Ni 35 0.7683)	S	N	Geringste thermische Ausdehnung von allen Gusseisensorten. Thermoschockbeständigkeit.	Maßbeständige Teile für Werkzeugmaschinen, wissenschaftliche Instrumente. Glasformen
<b>GJSA-XNiMn13-7</b> EN-JS3071 (GGG-NiMn13 7 0.7652)	S	S	Nicht magnetisierbar, ähnlich wie EN-GJLA-XNiMn13-7 (EN-JL3021), jedoch mit verbesserten mechanischen Eigenschaften.	Nicht magnetisierbare Gussstücke, z. B. Druckdeckel für Turbogeneratoren, Gehäuse für Schaltanlagen, Isolierflansche, Klemmen, Durchführungen.
<b>GJSA-XNiCr30-3</b> EN-JS3081 (GGG-NiCr 30 3 0.7676)	S	S	Ähnliche mechanische Eigenschaften wie EN-GJSA-XNiCrNb20-2 (EN-JS3031), aber bessere Korrosions- und Hitzebeständigkeit, mittlerer Ausdehnungskoeffizient, besonders thermoschockbeständig und gute Warmfestigkeit bei Zugabe von 1% Mo (Massenanteil).	Pumpen, Kessel, Ventile, Filterteile, Abgaskrümmen, Turbolader-Gehäuse.
<b>GJSA-XNiCr35-3</b> EN-JS3101 (GGG-NiCr 35 3 0.7685)	S	S	Ähnlich wie EN-GJSA-XNi35 (EN-JS3051), jedoch mit erhöhter Warmfestigkeit, insbesondere bei Zugabe von 1% Mo (Massenanteil).	Gehäuseteile für Gasturbinen, Glasformen.

<sup>1)</sup> Vollständige Bezeichnung z. B. EN- GJLA-XNiCuCr15-6-2. In ( ) Kurzname und Werkstoffnummer nach DIN 1694.

<sup>2)</sup> Graphitform: L = lamellar, S = kugelig

<sup>3)</sup> Sorten: N = Normalsorten, hauptsächlichliche Eigenschaft Hitze- und Korrosionsbeständigkeit; S = Sondersorten, neben Hitze- und Korrosionsbeständigkeit sind noch magnetische Eigenschaften oder die sehr geringe Ausdehnung von Bedeutung.

<sup>4)</sup> Einfluss von besonderen Legierungselementen beachten, s. Norm.

Tabelle 185.1 Austenitisches Gusseisen nach DIN EN 13835 – mechanische und physikalische Eigenschaften

Werkstoffbezeichnung DIN EN 13835	mechanische Eigenschaften <sup>2)</sup>				physikalische Eigenschaften <sup>3)</sup>								
	Sorte	$R_m$ in N/mm <sup>2</sup> min.	$R_{p0,2}$ in N/mm <sup>2</sup> min.	A in % min.	$R_b$ in N/mm <sup>2</sup>	KV in J min.	E in KN/mm <sup>2</sup>	HB	Dichte $\rho_m$ kg/dm <sup>3</sup>	$\alpha_1$ $\mu\text{m}/(\text{m} \times \text{K})$	$\lambda$ W/(m $\times$ K)	$\rho$ $\mu\Omega \times \text{m}$	$\mu$
GJLA-XNiCu15-6-2 EN-JL3011	N	170	–	–	700 bis 840	–	85 bis 105	120 bis 215	7,30	18,7	39,00	1,6	1,03
GJSA-XNiCr20-2 EN-JS3011	N	370	210	7	–	13	112 bis 130	140 bis 255	7,40 bis 7,45	18,7	12,60	1,0	1,05
GJSA-XNiMn23-4 <sup>4)</sup> EN-JS3021	N	440	210	25	–	24	120 bis 140	150 bis 180	7,45	14,7	12,60	–	1,02
GJSA-XNiCrNb20-2 EN-JS3031	N	370	210	7	–	13	112 bis 130	140 bis 200	7,40	18,7	12,60	1,0	1,04
GJSA-XNi22 EN-JS3041	N	370	170	20	–	20	85 bis 112	130 bis 170	7,40	18,4	12,60	1,0	1,02
GJSA-XNi35 EN-JS3051	N	370	210	20	–	–	112 bis 140	130 bis 180	7,60	5,00	12,60	–	–
GJSA-XNiSiCr35-5-2 EN-JS3061	N	370	200	10	–	–	130 bis 150	130 bis 170	7,45	15,10	12,60	–	–
GJLA-XNiMn13-7 EN-JL3021	S	140	–	–	630 bis 840	–	70 bis 90	120 bis 150	7,4	17,7	39,00	1,2	1,02
GJSA-XNiMn13-7 EN-JS3071	S	390	210	15	–	16	140 bis 150	120 bis 150	7,3	18,2	12,60	1,0	1,02
GJSA-XNiCr30-3 EN-JS3081	S	370	210	7	–	–	92 bis 105	140 bis 200	7,45	12,6	12,60	–	–
GJSA-XNiSiCr30-5-5 EN-JS3091	S	390	240	–	–	–	90	170 bis 250	7,45	14,40	12,60	–	1,01
GJSA-XNiCr35-3 EN-JS3101	S	370	210	7	–	–	112 bis 123	140 bis 190	7,7	5,00	12,60	–	–

1) Sorten: N = Normalsorten, S = Sondersorten (s. auch Tab. 184.1).

2) mechanische Eigenschaften:  $R_m$  = Zugfestigkeit,  $R_{p0,2}$  = 0,2%-Dehngrenze, A = Bruchdehnung,  $R_b$  = Druckfestigkeit, KV = Charpy-V-Kerbschlagarbeit, E = Elastizitätsmodul, HB = Brinellhärte. Bezugstemperatur für die mechanischen Eigenschaften: (23 ± 5) °C.

3) physikalische Eigenschaften:  $\alpha_1$  = Längenausdehnungskoeffizient (zwischen 20 °C und 200 °C),  $\lambda$  = Wärmeleitfähigkeit,  $\rho$  = spezifischer elektrischer Widerstand,  $\mu$  = Permeabilität (bei  $H = 79,58 \text{ A/cm}$ ). Die spezifische Wärmekapazität beträgt für alle Sorten 46 bis 50 J/(g  $\times$  K).

Bei der Bestimmung der physikalischen Eigenschaften ist es ratsam, die Gusschuttschicht zuvor sorgfältig zu entfernen und plastische Verformungen an der Oberfläche durch mechanische Beanspruchungen zu vermeiden.

4) Anhaltangaben für die mechanischen Eigenschaften bei tiefen Temperaturen bis –196 °C von GJSA-XNiMn23-4 (EN-JS3021) s. Norm.

Austenitisches Gusseisen können für Druckgeräte verwendet werden, z. B. für Kompressorgehäuse. Die geeigneten Werkstoffsorten für Druckanwendungen und die Konditionen für ihren Gebrauch sind in speziellen Produkt- oder Anwendungsnormen angegeben. Für die Gestaltung von Druckgeräten gelten besondere Konstruktionsrichtlinien. Beim Bestellen von Produkten für die Verwendung für Druckgeräte hat der Hersteller der Geräte die Verpflichtung, die nach EN 10204 zutreffende Prüfbescheinigung zu verlangen.



### DIN EN 12513 Gießereiwesen – Verschleißfestes Gusseisen (Jan 2001)

Die Norm ersetzt DIN 1695. Die Werkstoffbezeichnung entspricht hier der Norm DIN EN 1560. Verschleißbeständigkeit ist erforderlich, wo eine hohe Beständigkeit gegen die verschleißende Wirkung von Feststoffen, z. B. Mineralien, verlangt wird. Das ist häufig im Bergbau, Erdbau und in Walzwerken der Fall. Die Verschleißbeständigkeit hängt im Wesentlichen von der chemischen Zusammensetzung der Gusseisensorten und den sich daraus ergebenden Gefügezuständen und Härtewerten ab. Demnach werden die verschleißbeständigen Gusseisen in dieser Norm in drei Anwendungsbereiche unterteilt (Kurzzeichen/WNr/Kurzzeichen DIN 1695/Vickershärte HV min.): 1. Unlegierte und niedriglegierte Gusseisen aus eutektischen Eisencarboniden in einer vorwiegend perlitischen Matrix (**EN-GJN-HV350/EN-JN2019/-/350**); 2. Chrom-Nickel-Gusseisen mit 4% Ni und 2% Cr oder mit 5% Ni und 9% Cr (**EN-GJN-HV520/EN-JN2029/G-X 260 NiCr42/520**, **EN-GJN-HV550/EN-JN2039/G-X330NiCr 42/550**, **EN-GJN-HV600/EN-JN2049/G-X300CrNiSi952/600**); 3. Gusseisen mit hohem Chromgehalt zwischen 11% und 28% (**EN-GJN-HV600(XCr11)/EN-JN3019/600**, **EN-GJN-HV600(XCr14)/EN-JN3029/G-X300CrMo153** und **G-X260CrMoNi1521/600**, **EN-GJN-HV600(XCr18)/EN-JN3039/G-X 260 CrMoNi 2021/600**, **EN-GJN-HV600(XCr23)/EN-JN3049/G-X260Cr27** und **G-X300CrMo271/600**). Inhaltsangaben zur chemischen Zusammensetzung s. Norm. Die Gussstücke können in folgenden Wärmebehandlungszuständen geliefert werden: Gusszustand, Gusszustand und wärmebehandelt, gehärtet, vergütet, weichgeglüht, weichgeglüht und gehärtet, weichgeglüht und vergütet. Inhaltsangaben zur Wärmebehandlung von verschleißbeständigen Gusseisen s. Norm.

### DIN EN 10293 Stahlguss für allgemeine Anwendungen (Jun 2005)

Mit der Herausgabe der Norm wurden die Festlegungen für Stahlguss für allgemeine Anwendungen, für Stahlgussorten mit verbesserter Schweißeignung und Vergütungsstahlguss zusammengefasst. Damit ersetzt DIN EN 10293 die früher national geltenden Normen DIN 1681, DIN 17182 und DIN 17205. Angaben zu Stahlgussorten mit verbesserter Schweißeignung und Vergütungsstahlguss s. Norm. Allgemeine Anwendung schließt z. B. die Verwendung für Maschinen, Kraftfahrzeugindustrie, Eisenbahnen, Landmaschinen und Bergbau ein. Diese Norm gilt auch für Anwendungen, in denen Gussstücke vom Gießer fügetechnisch durch Schweißen verbunden werden. Sie gilt nicht, wenn Gussstücke zusammen mit umformbaren Erzeugnissen (z. B. Blech) verschweißt werden sollen.

Tabelle 186.1 Eigenschaften von unlegiertem Stahlguss für allgemeine Anwendungen nach DIN EN 10293

Stahlgussorte <sup>1)</sup>		Wärmebehandlung <sup>2)</sup>		Dicke <i>t</i> mm	Mechanische Eigenschaften <sup>3)</sup>				Magnetische Eigenschaften Magnetische Induktion bei einer Feldstärke <sup>4)</sup>		
Kurzname WNr	Kurzname WNr. DIN 1681	(+N) °C	Vorwärm- temperatur °C		Zugversuch bei RT			KV J min.	2,5 kA/m in T	5,0 kA/m in T	10,0 kA/m in T
					$R_{p0,2}$ N/mm <sup>2</sup>	$R_m$ N/mm <sup>2</sup>	A %				
<b>GE200</b> 1.0420	GS-38 1.0420	900 bis 980	20 bis 150	$t \leq 300$	200	380 bis 530	25	27	1,45	1,60	1,75
<b>GE240</b> 1.0446	GS-45 1.0446	900 bis 980	20 bis 150	$t \leq 300$	240	450 bis 600	22	27	1,40	1,55	1,70
<b>GE300</b> 1.0558	GS-60 1.0558	880 bis 960	150 bis 300	$t \leq 30$	300	600 bis 750	15	27	1,30	1,50	1,65
				$30 < t \leq 100$	300	520 bis 670	18	31			

<sup>1)</sup> Kurzname nach DIN 1681 informativ. Die Werkstoffnummern wurden nicht verändert. Die Sorte GS-52 (1.0552) wird nicht mehr geführt. Die Sorten GS200 (1.0449) und GS240 (1.0455) wurden zusätzlich aufgenommen, s. Norm.

<sup>2)</sup> Wärmebehandlung: (+N) ist das Symbol für Normalglühen. Inhaltsangaben für das Schweißen (informativ): Die Vorwärmtemperatur hängt von der Geometrie und Dicke des Gussstückes sowie den klimatischen Bedingungen ab. Die maximale Zwischenlagertemperatur beträgt für die ausgewählten Gussorten 350 °C. Eine Wärmenachbehandlung ist nur für die Sorte GE300 vorgesehen ( $\geq 650$  °C).

<sup>3)</sup> RT bedeutet Raumtemperatur. Mechanische Eigenschaften:  $R_m$  = Zugfestigkeit,  $R_{p0,2}$  = Mindestwert der 0,2%-Dehngrenze, A = Mindestwert der Bruchdehnung, KV = Kerbschlagarbeit bei Raumtemperatur.

<sup>4)</sup> Mindestwert. Diese Werte gelten nur nach Vereinbarung.

Die Norm kann nur in Verbindung mit den Normen DIN EN 1559-1 und DIN EN 1559-2, den Technische Lieferbedingungen, angewendet werden.

Sofern nichts anderes vereinbart wird, müssen Stahlgussstücke vor der Auslieferung wärmebehandelt werden. Chemische Zusammensetzung: Bei den in der Tab. 186.1 aufgeführten Stahlgussorten darf der Massenanteil nach der Schmelzenanalyse für Phosphor 0,035% und für Schwefel 0,030% nicht überschreiten. Massenanteile für den Kohlenstoffgehalt werden nicht aufgeführt. Höchstgehalte für nicht festgelegte Elemente (Cr, Mo, Ni, V und Cr) s. Norm. Die mechanischen Eigenschaften werden an Probestücken der maßgebenden Wanddicke, für die die mechanischen Eigenschaften gelten, ermittelt. In allen Fällen ist die maximale Wanddicke von Probestücken auf 150 mm zu begrenzen. Die in der Tab. 186.1 angegebenen Werte der Streckgrenze und Zugfestigkeit gelten bis zu der festgelegten maximalen Wanddicke auch für das Gussstück selbst. Im Gegensatz zum Vorgänger der Norm wird jetzt auch für das Schweißen der Stahlgussorte GS200 ein Vorwärmen empfohlen, s. Tab. 186.1. Inhaltsangaben zu legiertem Stahlguss s. Norm.

## DIN EN 10213-2 Technische Lieferbedingungen für Stahlguss für Druckbehälter – Stahlsorten für die Verwendung bei Raumtemperatur und erhöhten Temperaturen (Jan 1996)

Dieser Teil der Norm ersetzt zusammen mit dem Teil 1 „Allgemeines“ die Norm DIN 17245 „Warmfester ferritischer Stahlguss“. Die Norm gilt für legierten und unlegierten Stahlguss für drucktragende Teile. Die Kurznamen der Stahlsorten werden nach DIN EN 10027-1 gebildet und bei unlegierten Stählen durch den vorangestellten Buchstaben P nach ihrer Mindeststreckgrenze gekennzeichnet. Der Kurzname bei legiertem Stahl richtet sich nach der chemischen Zusammensetzung. In jedem Fall steht der Werkstoffkurzbezeichnung ein G vor, als Hinweis darauf, dass es sich um Gussstücke handelt. Die Gussstücke müssen, um Rückverfolgbarkeit gewährleisten zu können, mit Herstellerkennzeichen und einer Chargen-Nummer gekennzeichnet sein. Letztere, um die Zuordnung zu einem Abnahmeprüfzeugnis nach EN 10204 zu ermöglichen, welches dem Besteller auszustellen ist.

Anhaltsangaben zu Schweißbedingungen (Vorwärm- und Zwischenlagentemperatur sowie Wärmenachbehandlung) und physikalische Eigenschaften s. Teil 1 der Norm. Chemische Zusammensetzung s. Norm.

Stahlgussstücke nach dieser Norm werden vergütet geliefert; für Stücke aus GP240GH und GP280GH kommt auch ein Normalglühen (900 bis 980 °C) in Betracht. In diesem Fall ist als Zusatzsymbol statt QT der Buchstabe N zu verwenden. Anhaltsangaben zur Wärmebehandlung, Abschrecken (+QT) und Anlassen (+T), s. Norm.

Tabelle 187.1 Stahlguss für Druckbehälter nach DIN EN 10213-2, mechanische Eigenschaften (Auswahl)

Bezeichnung Kurzname	WNR	Dicke <sup>1)</sup> mm max.	Raumtemperatur <sup>2)</sup>				erhöhte Temperatur <sup>3)</sup> $R_{p0,2}$ N/mm <sup>2</sup>							
			$R_{p0,2}$ N/mm <sup>2</sup> min.	$R_m$ N/mm <sup>2</sup>	A % min.	KV J min.	100 °C	200 °C	300 °C	350 °C	400 °C	450 °C	500 °C	550 °C
GP240GH	1.0619	100	240	420 bis 600	22	+N 27 +QT40	210	175	145	135	130	125	–	–
GP280GH	1.0625	100	280	480 bis 640	22	+H 27 +QT35	250	220	190	170	160	150	–	–
G20Mo5	1.5419	100	245	440 bis 590	22	27	–	190	165	155	150	145	135	–
G17CrMo5-5	1.7357	100	315	490 bis 690	20	27	–	250	230	215	200	190	175	160
G17CrMo9-10	1.7379	150	400	590 bis 740	18	40	–	355	345	330	315	305	280	240
G17CrMoV5-10	1.7706	150	440	590 bis 780	27	27	–	385	365	350	335	320	300	260
GX8CrNi12 <sup>4)</sup>	1.4107	300	355	540 bis 690	18	45	–	275	265	–	255	–	–	–
GX23CrMoV12-1	1.4931	150	540	740 bis 880	15	27	–	450	430	410	390	370	340	290

<sup>1)</sup> Die Werte der 0,2%-Dehngrenze und der Zugfestigkeit gelten auch für das Gussstück bis zu der maximalen Dicke.

<sup>2)</sup> Mechanische Eigenschaften:  $R_{p0,2}$  = 0,2%-Dehngrenze;  $R_m$  = Zugfestigkeit; A = Bruchdehnung; KV = Kerbschlagarbeit.

<sup>3)</sup> Mindestwerte. Nachweis nur nach Vereinbarung.

<sup>4)</sup> Für diese Gussorte gibt es eine alternative Wärmebehandlung QT1 oder QT2 s. Norm.

Tabelle 187.2 Stahlguss für Druckbehälter nach DIN EN 10213-2: Langzeitfestigkeit

Bezeichnung Kurzname <sup>3)</sup>	Langzeitfestigkeit <sup>1)</sup>	Temperatur <sup>2)</sup> °C								
		400			450			500		
		Zeit h								
		10000	100000	10000	100000	100000	200000	10000	100000	200000
G20Mo5	$\sigma_r$	360	310	290	275	205	180	160	85	70
	$\sigma_{AI}$	–	–	–	185	150	130	125	65	50
G17CrMo5-5	$\sigma_r$	420	370	356	321	244	222	187	117	96
	$\sigma_{AI}$	271	222	–	196	145	–	130	81	–
G17CrMo9-10	$\sigma_r$	404	324	304	282	218	200	188	136	120
	$\sigma_{AI}$	350	300	278	229	168	148	141	96	80
G17CrMoV5-10	$\sigma_r$	463	419	395	340	275	254	229	171	157
	$\sigma_{AI}$	427	385	356	305	243	218	196	133	110
GX23CrMoV12-1	$\sigma_r$	504	426	394	383	309	279	269	207	187
	$\sigma_{AI}$	–	–	–	305	259	239	216	172	153

<sup>1)</sup>  $\sigma_r$ : Zeitstandfestigkeit in N/mm<sup>2</sup>,  $\sigma_{AI}$ : 1%-Zeitdehngrenze in N/mm<sup>2</sup>. Mittelwerte, nur zur Information.

<sup>2)</sup> Weitere Temperaturen: 550 °C und 600 °C Anhaltsangaben s. Norm.

<sup>3)</sup> Auswahl. Werkstoffnummer s. Tab. 187.1 oder Werkstoffverzeichnis.

### DIN EN 10213-3 Technische Lieferbedingungen für Stahlguss für Druckbehälter – Stahlsorten für die Verwendung bei tiefen Temperaturen (Jan 1996)

Entsprechend den allgemeinen Lieferbedingungen (DIN EN 10213-1) legt diese Norm die bei spezifischer Prüfung einzuhaltenden chemischen und mechanischen Anforderungen der Stahlsorten für die Verwendung bei tiefen Temperaturen fest. Anhaltsangaben zur chemischen Zusammensetzung s. Norm (s. Tab. 188.1). Ersetzt DIN 17182 teilweise.

Tabelle 188.1 Stahlguss nach DIN EN 10213-3 für tiefe Temperaturen, mechanische Eigenschaften

Bezeichnung		Wärmebehandlung <sup>1)</sup> °C			Dicke mm max.	Prüfung bei Raumtemperatur Zugversuch <sup>2)</sup>			Kerbschlag- biegeversuch	
Kurzname	WNR	Symbol	Abschrecken	Anlassen		$R_{p0,2}$ N/mm <sup>2</sup> min.	$R_m$ N/mm <sup>2</sup> min.	A % min.	KV J min.	bei °C
G17Mn5	1.1131	+QT	890 bis 980	600 bis 700	50	240	450 bis 600	24	27	-40
G20Mn5	1.6220	+N	900 bis 980	–	30	300	480 bis 620	20		-30
		+QT	900 bis 940	610 bis 660	100	300	500 bis 650	22		-40
G18Mo5	1.5422	+QT	920 bis 980	650 bis 730	100	240	440 bis 790	23		-45
G9Ni10	1.5636	+QT	830 bis 890	600 bis 650	35	280	480 bis 630	24		-70
G17NiCrMo13-6	1.6781	+QT	890 bis 930	600 bis 640	200	600	750 bis 900	15		-80
G9Ni14	1.5638	+QT	820 bis 900	590 bis 640	35	360	500 bis 650	20		-90
GX3CrNi13-4	1.6982	+QT	1000 bis 1050	670 bis 690 + 590 bis 620	300	500	700 bis 900	15		-120

<sup>1)</sup> Es bedeuten: +Q = Abschrecken in Wasser, außer bei GX3CrNi13-4 (Abschrecken in Luft); +T = Anlassen; +N = Normalglühen.

<sup>2)</sup> 1 N/mm<sup>2</sup> = 1 MPa.

### DIN EN 10213-4 Technische Lieferbedingungen für Stahlguss für Druckbehälter – Austenitische und austenitisch-ferritische Stahlsorten (Jan 1996)

Mit DIN EN 10213-4 wird DIN 17445 für den Anwendungsbereich Druckbehälter ersetzt. In dieser Europäischen Norm wurden die ferritischen (martensitischen) Stahlsorten und die Sorte GX3CrNiMoN 17-13-5 (1.4439) gestrichen. Die austenitischen Sorten GX2CrNi19-11 (1.4309), GX2CrNiMo19-11-2 (1.4409) und GX2NiCrMo28-20-2 (1.4458) sowie die austenitisch-ferritischen Sorten GX2CrNiMoN22-5-3 (1.4470), GX2CrNiMoCuN25-6-3-3 (1.4517) und GX2CrNiMoN26-7-4 (1.4469) wurden neu aufgenommen. Angaben zur chemischen Zusammensetzung sowie Mindestwerte der mechanischen Eigenschaften s. Norm. Mechanische Eigenschaften einiger Werkstoffe s. Tab. 188.2. Schweißbedingungen sowie Hinweise zur Wärmenachbehandlung, z. B. zur Verbesserung der Korrosionsbeständigkeit, s. Teil 1 der Norm.

Tabelle 188.2 Austenitischer Stahlguss nach DIN EN 10213-4 (Auswahl), mechanische Eigenschaften<sup>1)</sup>

Bezeichnung		Raumtemperatur <sup>2)</sup>		Zugversuch bei erhöhter Temperatur <sup>2) 3)</sup>					
Kurzname	WNR	$R_m$	$R_{p1,0}$	$R_{p1,0}$ N/mm <sup>2</sup>					
		N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	100 °C	200 °C	300 °C	400 °C	500 °C	550 °C
GX5CrNi19-10	1.4308	440 bis 640	200	160	125	110	–	–	–
GX5CrNiNb19-11	1.4552		200	165	145	130	120	110	100
GX5CrNiMo19-11-2	1.4408		210	170	135	115	105	–	–
GX5CrNiMoNb19-11-2	1.4581		210	185	160	145	130	120	115

<sup>1)</sup> Werte für die 1,0%-Dehngrenze  $R_{p1,0}$  und für die Bruchdehnung A (Zugversuch bei Raumtemperatur), Werte für den Kerbschlagbiegeversuch und die Dicke in mm s. Tab. 189.1 (DIN EN 10283).

<sup>2)</sup>  $R_{p0,2}$  kann durch Absenkung des  $R_{p1,0}$ -Wertes um 25 MPa abgeschätzt werden. 1 N/mm<sup>2</sup> = 1 MPa.

<sup>3)</sup> Mindestwerte.

### DIN EN 10283 Korrosionsbeständiger Stahlguss (Dez 1998)

Stahlgussstücke nach dieser Norm werden aus martensitischen, austenitischen, voll austenitischen und austenitisch-ferritischen Stahlsorten hergestellt, die durch ihre chemische Zusammensetzung und ihre mechanischen Eigenschaften gekennzeichnet sind. Austenitische Stahlsorten müssen beständig gegen interkristalline Korrosion sein. Gussstücke dürfen vom Hersteller zusammengeschweißt werden. Schweißbedingungen s. Norm. Für Schweißungen mit umformbaren Erzeugnissen, wie Blech, Rohr, Schmiedestücke oder mit Gussstücken anderer Hersteller gilt diese Norm nicht. Zusätzliche Festlegungen zu den allgemeinen Technischen Lieferbedingungen in den Normen DIN EN 1559-1 und DIN EN 1559-2 s. Norm. Anhaltsangaben zu physikalischen Eigenschaften wie Dichte, spezifische Wärme, Wärmeleit-



fähigkeit und mittlere Wärmeausdehnung sowie zur chemischen Zusammensetzung s. Norm. Die aufgeführten Gussarten gelten für allgemeine Anwendungen. Für korrosionsbeständigen Stahlguss für Druckbehälter gibt es die Normen DIN EN 10213-1 und DIN EN 10213-2, die gemeinsam mit DIN EN 10283 die Norm DIN 17445 ablösen. Die Mindestwerte für die Dehngrenzen bei erhöhten Temperaturen werden nicht mehr berücksichtigt.

Tabelle 189.1 Korrosionsbeständiger Stahlguss nach DIN EN 10283: mechanische Eigenschaften<sup>1)</sup>

Bezeichnung		Wärmebehandlung <sup>2)</sup> °C			Dicke mm max.	Prüfung bei Raumtemperatur <sup>3)</sup> Zugversuch				
Kurzname	WNr	Symbol	(+Q) oder (+AT)	+T		$R_{p0,2}$ N/mm <sup>2</sup> min.	$R_{p1,0}$ N/mm <sup>2</sup> min.	$R_m$ N/mm <sup>2</sup> min.	A % min.	KV J min.
Martensitische Sorten										
<b>GX12Cr12</b>	1.4011	+QT	950 bis 1050	650 bis 750	150	450	–	620	15	20
<b>GX7CrNiMo12-1</b>	1.4008	+QT	1000 bis 1050	620 bis 720	300	440	–	590	15	27
Austenitische Sorten										
<b>GX5CrNi19-10</b>	1.4308	+AT	1050 bis 1150	–	150	175	200	440	30	60
<b>GX5CrNiNb19-11</b>	1.4552		1050 bis 1150	–		175	200		25	40
<b>GX2CrNiMo19-11-2</b>	1.4409		1080 bis 1150	–		195	220		30	80
<b>GX5CrNiMo19-11-2</b>	1.4408		1080 bis 1150	–		185	210		30	60
<b>GX5CrNiMoNb19-11-2</b>	1.4581		1080 bis 1150	–		185	210		25	40

<sup>1)</sup> Auswahl: Mechanische Eigenschaften für vollaustenitische Sorten und austenitisch-ferritische Sorten s. Norm.

<sup>2)</sup> Es bedeuten: (+Q) Abschrecken in Luft oder Flüssigkeit; (+AT) Lösungsglühen und Wasserabschreckung; (+T) Anlassen.

<sup>3)</sup> Mechanische Eigenschaften:  $R_{p0,2}$  = 0,2%-Dehngrenze;  $R_{p1,0}$  = 1,0%-Dehngrenze;  $R_m$  = Zugfestigkeit; A = Bruchdehnung; KV = Kerbschlagarbeit. Anmerkung 1 N/mm<sup>2</sup> = 1 MPa

## 8.1.4 Halbzeug aus Stahl (Maßnormen)

Begriffsbestimmung s. DIN EN 10079. Europäische Normen sind im Vergleich zu den früheren national geltenden DIN-Normen in verschiedenen Bereichen anders zusammengestellt. So sind jetzt in vielen Fällen Maßnormen und Normen für Grenzabmaße, Gütenormen, und technische Lieferbedingungen zusammengefasst in Produktnormen enthalten.

### 8.1.4.1 Profile aus Stahl, gewalzt

#### DIN EN 10058 Warmgewalzte Flachstäbe aus Stahl für allgemeine Verwendung – Maße, Formtoleranzen und Grenzabmaße (Feb 2004)

Es sind Vorzugsmaße für die Breite und Dicke für warmgewalzte Flachstäbe aus Stahl festgelegt.

Dicke  $t$  in mm: 5 6 8 10 12 15 20 25 30 35 40 50 60 80.

Breite  $b$  in mm: 10 12 15 16 20 25 30 35 40 50 60 70 80 90 100 120 150.

Breite  $b$  und zugeordnete Dicken  $t$  in mm: 10 × 5; 12 × 5 bis 6; 15 × 5 bis 10; 16 × 5 bis 10; 20 × 5 bis 15; 25 × 5 bis 15; 30 × 5 bis 20; 35 × 5 bis 20; 40 × 5 bis 30; 45 × 5 bis 30; 50 × 5 bis 30; 60 × 5 bis 40; 70 × 5 bis 40; 80 × 5 bis 60; 90 × 5 bis 60; 100 × 5 bis 60; 120 × 6 bis 60; 150 × 6 bis 80. (s. Bild 190.1)

Grenzabmaße für Breite  $b$  in mm:  $\pm 0,75$ :  $10 < b \leq 40$ ;  $\pm 1,00$ :  $40 < b \leq 80$ ;  $\pm 1,50$ :  $80 < b \leq 100$ ;  $\pm 2,00$ :  $100 < b \leq 120$ ;  $\pm 2,50$ :  $120 < b \leq 150$ .

Grenzabmaße für Breite  $t$  in mm:  $\pm 0,5$ :  $t \leq 20$ ;  $\pm 1,00$ :  $20 < t \leq 40$ ;  $\pm 1,50$ :  $40 < t \leq 80$ . Grenzabmaße für Geradheit ( $q$ ) und Rechtwinkligkeit ( $u$ ) s. Norm.

Grenzabmaße für die Längenarten: Festlänge (F) im Bereich 3000 mm bis 13000 mm:  $\pm 100$  mm; Genaulänge (E) im Bereich  $< 6000$ :  $\pm 25$  mm und im Bereich  $\geq 6000$  bis  $\leq 13000$ :  $\pm 50$  mm; Herstelllänge (M), s. Norm.

**Bezeichnungsbeispiel:** Flachstab EN 10058-20 × 6000 M Stahl EN 10025-S235JR

Die gewünschte Stahlsorte ist in der Bezeichnung anzugeben. Stahlsorten: z. B. DIN EN 10088-3, DIN EN 10207, DIN EN 10025. DIN EN 10058 ersetzt die beiden Teile der früheren nationalen Norm DIN 1017.

#### DIN EN 10059 Warmgewalzte Vierkantstäbe aus Stahl für allgemeine Verwendung – Maße, Formtoleranzen und Grenzabmaße (Feb 2004)

Vorzugsmaße für die Seitenlänge  $a$  in mm: 8 10 12 13 14 15 16 18 20 22 24 25 26 28 30 32 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 90 100 110 120 130 140 150. (s. Bild 190.1)

Grenzabmaße für Seitenlänge  $a$  in mm:  $\pm 0,4$ : 8 bis 14;  $\pm 0,5$ : 15 bis 25;  $\pm 0,6$ : 26 bis 35;  $\pm 0,8$ : 40 bis 50;  $\pm 1,0$ : 55 bis 90;  $\pm 1,3$ : 100;  $\pm 1,5$ : 110 bis 120;  $\pm 1,8$ : 130 bis 150. Grenzabmaße für die Längenarten: F (Festlänge) im Bereich 3000 mm bis 13000 mm:  $\pm 100$  mm; E (Genaulänge) im Bereich  $< 6000$  mm:  $\pm 25$  mm und im Bereich  $\geq 6000$  mm bis  $\leq 13000$  mm:  $\pm 50$  mm; M (Herstelllänge), s. Norm. Grenzabmaße und Formtoleranzen für Kantenabrundung, Geradheit und Verdrillung s. Norm.

**Bezeichnungsbeispiel: Vierkantstab EN 10059-60 x 6000 M Stahl EN 10025-S235JR**

Die gewünschte Stahlsorte ist in der Bezeichnung anzugeben. Stahlsorte: z. B. DIN EN 10088-3, DIN EN 10207. DIN EN 10059 ersetzt die beiden Teile der früheren nationalen Norm DIN 1014.

### DIN EN 10060 Warmgewalzte Rundstäbe aus Stahl – Maße, Formtoleranzen und Grenzabmaße (Feb 2004)

Vorzugsmaße für Durchmesser  $d$  (mm): 10 12 13 14 15 16 18 19 20 22 24 25 26 27 28 30 32 35 36 38 40 42 45 48 50 52 55 60 63 65 70 73 75 80 85 90 95 100 105 110 115 120 125 130 135 140 145 150 155 160 165 170 175 180 190 200 220 250. (s. Bild 190.1)

Grenzabmaße, allgemeine Verwendung, für  $d$  in mm:  $\pm 0,4$ :  $\leq 15$ ;  $\pm 0,5$ : 16 bis 25;  $\pm 0,6$ : 26 bis 35;  $\pm 0,8$ : 36 bis 50;  $\pm 1,0$ : 52 bis 80;  $\pm 1,3$ : 85 bis 100;  $\pm 1,5$ : 105;  $\pm 1,5$ : 110 bis 120;  $\pm 2,0$ : 125 bis 160;  $\pm 2,5$ : 165 bis 200;  $\pm 3,0$ : 220;  $\pm 4,0$ : 250.

Durchmesser über 250 mm dürfen mit den Grenzabmaßen  $\pm 6,0$  mm geliefert werden. Grenzabmaße für warmgewalzte Rundstäbe für Präzisionsanwendungen (P), s. Norm. Präzisionsanwendungen sind z. B. Schrauben und Niete. Grenzabmaße für die Längenarten: F (Festlänge) im Bereich 3000 mm bis 13000 mm:  $\pm 100$  mm; E (Genaulänge) im Bereich  $< 6000$  mm:  $\pm 25$  mm und im Bereich  $\geq 6000$  mm bis  $\leq 13000$  mm:  $\pm 50$  mm; M (Herstelllänge), s. Norm.

**Bezeichnungsbeispiel: Rundstab EN 10060-40 x 6000 M Stahl EN 10025-S235JR**

Die gewünschte Stahlsorte ist in der Bezeichnung anzugeben. Stahlsorte: z. B. DIN EN 10025, DIN EN 10088-3, DIN EN 10207, DIN EN 10083. DIN EN 10060 ersetzt die früheren nationalen Normen DIN 1013-1, DIN 1013-2 und DIN 59130.

### DIN EN 10061 Warmgewalzte Sechskantstäbe aus Stahl – Maße, Formtoleranzen und Grenzabmaße (Feb 2004)

Schlüsselweite  $s$  in mm: 13 14 15 16 17 18 19 20,5 22,5 25,5 28,5 31,5 33,5 35,5 37,5 39,5 42,5 47,5 52 57 62 67 72 78 83 88 93 98 103. Die Schlüsselweiten 19 mm und 33,5 mm wurden zusätzlich aufgenommen (s. Bild 190.1).

Grenzabmaß für Schlüsselweite  $s$  in mm:  $\pm 0,4$ : 13 bis 15;  $\pm 0,5$ : 16 bis 22,5;  $\pm 0,6$ : 25,5 bis 33,5;  $\pm 0,8$ : 35,5 bis 47,5;  $\pm 1,0$ : 52 bis 78;  $\pm 1,3$ : 83 bis 98;  $\pm 1,5$ : 103. Grenzabmaße für die Längenarten: F (Festlänge) im Bereich 3000 mm bis 13000 mm:  $\pm 100$  mm; E (Genaulänge) im Bereich  $< 6000$ :  $\pm 25$  mm und im Bereich  $\geq 6000$  mm bis  $\leq 13000$  mm:  $\pm 50$  mm; M (Herstelllänge), s. Norm. Toleranzen für Radius und Geradheit s. Norm.

**Bezeichnungsbeispiel: Sechskantstab EN 10061-16 x 6000 M Stahl EN 10025-S235JR**

Die gewünschte Stahlsorte ist in der Bezeichnung anzugeben. Stahlsorte: z. B. DIN EN 10025, DIN EN 10088-3, DIN EN 10207. DIN EN 10061 ersetzt die frühere nationale Norm DIN 1015.

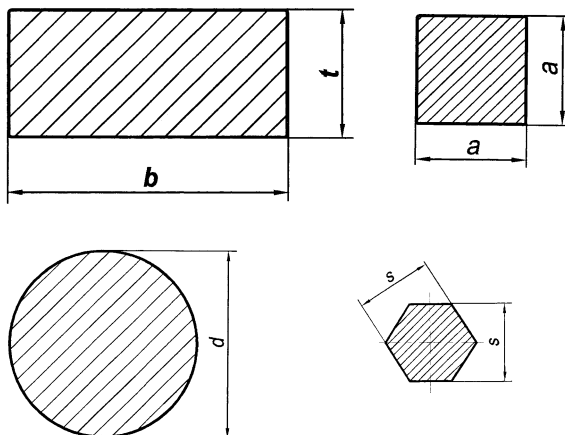


Bild 190.1 DIN EN 10058 warmgewalzter Flachstahl, DIN EN 10059 warmgewalzter Vierkantstab, DIN EN 10060 warmgewalzter Rundstab, DIN EN 10061 warmgewalzter Sechskantstab

**DIN 1022 Stabstahl – Warmgewalzter gleichschenkliger scharfkantiger Winkelstahl (LS-Stahl) – Maße, Masse und Toleranzen (Okt 2004)**

Abmessungen  $a \times s$ : 20 × 3 4 25 × 3 4 30 × 3 4 35 × 4  
 40 × 4 5 45 × 5 50 × 5

Grenzabmaße für Schenkelbreite  $a$  in mm:  $\pm 1,2/-0,5$ ;  
 und für Schenkeldicke  $s$  in mm:  $+0,6/-0,25$ . Querschnitt, Masse,  
 Mantelfläche s. Norm. Stahlsorten nach DIN EN 10025 bevorzugen.

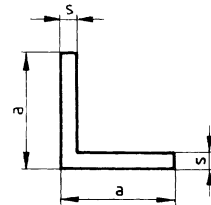


Bild 191.1 LS-Stahl, DIN 1022

**DIN EN 10055 Warmgewalzter gleichschenkliger T-Stahl mit gerundeten Kanten und Übergängen – Maße, Grenzabmaße und Formtoleranzen (Dez 1995)**

In der Norm DIN EN 10055, welche Ersatz für DIN 1024 ist, wurden die breitfüßigen T-Stähle (TB) gestrichen. Bei den gleichschenkligen T-Stählen entfielen die Profile T 20, T 25, T 45 und T 90. Stahlsorten nach DIN EN 10025.

Bezeichnungsbeispiel: T-Profil EN 10055-T40-Stahl EN 10025-S235JR

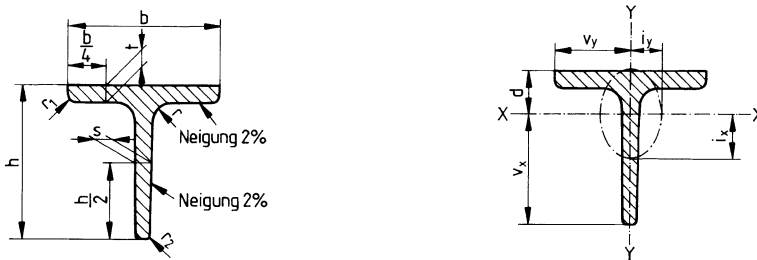


Bild 191.2 Warmgewalzter gleichschenkliger T-Stahl mit gerundeten Kanten und Übergängen

Tabelle 191.3 Kurzzeichen und Nennmaße für T-Stahl nach DIN EN 10055

Kurzzeichen	Masse kg/m	Querschnitt cm <sup>2</sup>	$h = b$	$s, t$	$d$	$i_x$	$W_x/V_x$	$i_y$	$l_y$	$W_y/V_y$	$l_y$
			mm	mm	cm	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm
T30	1,77	2,26	30	4	0,85	1,72	0,80	0,87	0,87	0,58	0,62
T35	2,33	2,97	35	4,5	0,99	3,10	1,23	1,04	1,57	0,90	0,73
T40	2,96	3,77	40	5	1,12	5,28	1,84	1,18	2,58	1,29	0,83
T50	4,44	5,66	50	6	1,39	12,1	3,36	1,46	6,06	2,42	1,03
T60	6,23	7,94	60	7	1,66	23,8	5,48	1,73	12,2	4,07	1,24
T70	8,32	10,6	70	8	1,94	44,5	8,79	2,05	22,1	6,32	1,44
T80	10,7	13,6	80	9	2,22	73,7	12,8	2,33	37,0	9,25	1,65
T100	16,4	20,9	100	11	2,74	179,0	24,6	2,92	88,3	17,7	2,05
T120	23,2	29,6	120	13	3,28	366,0	42,0	3,51	178,0	29,7	2,45
T140	31,3	39,9	140	15	3,80	660,0	64,7	4,07	330,0	47,2	2,88

$h$  = Höhe;  $b$  = Breite;  $s, t$  = Dicke; für die Biegeachse:  $I$  = Trägheitsmoment,  $W/V$  = Widerstandsmoment,  $i$  = Trägheitshalbmesser;  $d$  = Abstand der Achse.

Radien, Grenzabmaße und Formtoleranzen s. Norm

**DIN 1025-1 Warmgewalzte I-Träger – Schmale I-Träger, I-Reihe, Maße, Masse, statische Werte (Mai 1995)**

Stahlsorten nach DIN EN 10025.

Grenzabmaße, Grenzabweichungen und Formtoleranzen s. DIN EN 10024 s. Norm.

$h \leq 240$ mm	$h \geq 260$ mm
$s = 0,03 h + 1,5$ mm	$s = 0,036 h$

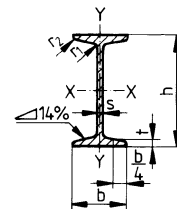
$r_1 = s; r_2 \approx 0,6 s$

Abmessungen s. Tab. 194.1

Außer den Größen in Tab. 194.1 sind genormt:

I: 320 340 360 380 400 450 500 550

Bezeichnungsbeispiel: I-Profil DIN 1025-S235JR-1360



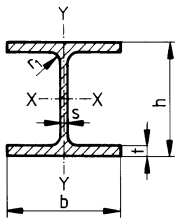
191.4 Warmgewalzter schmaler I-Träger DIN 1025-1 (mit geneigten Flansflächen)

Tabelle 192.1 Schmale I-Träger, I-Reihe (s. Bild 191.4)

Kurzzeichen	<i>h</i>	<i>b</i>	<i>t</i>	<i>A</i> in cm <sup>2</sup>	<i>G</i> in kg/m	<i>I<sub>x</sub></i> in cm <sup>4</sup>	<i>W<sub>x</sub></i> in cm <sup>3</sup>	<i>i<sub>x</sub></i> in cm	<i>I<sub>y</sub></i> in cm <sup>4</sup>	<i>W<sub>y</sub></i> in cm <sup>3</sup>	<i>i<sub>y</sub></i> in cm	<i>S<sub>x</sub></i> in cm <sup>3</sup>	<i>s<sub>x</sub></i> in cm
I													
80	80	42	5,9	7,57	5,94	77,8	19,5	3,20	6,29	3,00	0,91	11,4	6,84
100	100	50	6,8	10,6	8,34	171	34,2	4,01	12,2	4,88	1,07	19,9	8,57
120	120	58	7,7	14,2	11,1	328	54,7	4,81	21,5	7,41	1,23	31,8	10,3
140	140	66	8,6	18,2	14,3	573	81,9	5,61	35,2	10,7	1,40	47,7	12,0
160	160	74	9,5	22,8	17,9	935	117	6,40	54,7	14,8	1,55	68,0	13,7
180	180	82	10,4	27,9	21,9	1450	161	7,20	81,3	19,8	1,71	93,4	15,5
200	200	90	11,3	33,4	26,2	2140	214	8,00	117	26,0	1,87	125	17,2
220	220	98	12,2	39,5	31,1	3060	278	8,80	162	33,1	2,02	162	18,9
240	240	106	13,1	46,1	36,2	4250	354	9,59	221	41,7	2,20	206	20,6
260	260	113	14,1	53,3	41,9	5740	442	10,4	288	51,0	2,32	257	22,3
280	280	119	15,2	61	47,9	7590	542	11,1	364	61,2	2,45	316	24,0
300	300	125	16,2	69	54,2	9800	653	11,9	451	72,2	2,56	381	25,7

*I* = Flächenmoment 2. Grades      *S<sub>x</sub>* = Statisches Moment des halben Querschnittes      *A* = Querschnitt  
*W* = Widerstandsmoment      *s<sub>x</sub>* = *i<sub>x</sub>* : *S<sub>x</sub>* = Abstand der Druck- und Zugmittelpunkte      *G* = Masse  
*i* = Trägheitshalbmesser (bezogen auf zugehörige Biegeachse)

**DIN 1025-2 Warmgewalzte I-Träger – I-Träger, IPB-Reihe – Maße, Masse, statische Werte (Nov 1995)**



Stahlsorten nach DIN EN 10025.  
 Grenzabmaße und Formtoleranzen s. DIN EN 10034.

**Bezeichnungsbeispiele:**

**I-Profil DIN 1025-S235JR-IPB360**  
 oder

**I-Profil DIN 1025-1.0037-IPB360**

Für ≤ IPB-300 ist *h* = *b*. Für > IPB-300 ist *h* > *b* (*b* = 300).

Bild 192.2 Warmgewalzter breiter I-Träger DIN 1025-2 (mit parallelen Flanschflächen)

Tabelle 192.3 Breite I-Träger DIN 1025-2

Kurzzeichen <sup>1)</sup> in	<i>h</i>	<i>s</i>	<i>t</i>	<i>A</i> in cm <sup>2</sup>	<i>G</i> in kg/m	<i>I<sub>x</sub></i> in cm <sup>4</sup>	<i>W<sub>x</sub></i> in cm <sup>3</sup>	<i>i<sub>x</sub></i> in cm	<i>I<sub>y</sub></i> in cm <sup>4</sup>	<i>W<sub>y</sub></i> in cm <sup>3</sup>	<i>i<sub>y</sub></i> in cm	<i>S<sub>x</sub></i> in cm <sup>3</sup>	<i>s<sub>x</sub></i> in cm
IPB	IPB-Reihe mit parallelen Flanschflächen (s. Bild 194.2)												
100	100	6	10	26,0	20,4	450	89,9	4,16	167	33,5	2,53	52,1	8,6
120	120	6,5	11	34,0	26,7	864	144	5,04	318	52,9	3,06	82,6	10,5
140	140	7	12	43,0	33,7	1510	216	5,93	550	78,5	3,58	123	12,3
160	160	8	13	54,3	42,6	2490	311	6,78	889	111	4,05	177	14,1
180	180	8,5	14	65,3	51,2	3830	426	7,66	1360	151	4,57	241	15,9
200	200	9	15	78,1	61,3	5700	570	8,54	2000	200	5,07	321	17,7
220	220	9,5	16	91,0	71,5	8090	736	9,43	2840	258	5,59	414	19,6
240	240	10	17	106	83,2	11260	938	10,3	3920	327	6,08	527	21,4
260	260	10	17,5	118	93,0	14920	1150	11,2	5130	395	6,58	641	23,3
280	280	10,5	18	131	103	19270	1380	12,1	6590	471	7,09	767	25,1
300	300	11	19	149	117	25170	1680	13,0	8560	571	7,58	934	26,9

<sup>1)</sup> EURONORM 53-62 hat das Kurzzeichen HE ... B, jedoch die gleiche Kennzahl wie DIN, z. B. HE 300 B entspricht IPB 300. Erklärung der Formelzeichen s. Tab 192.1

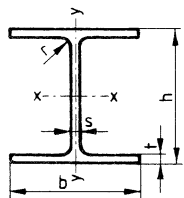
Ferner genormt IPB 320 340 360 400 450 500 550 600 650 700 800 900 und 1000 (s. Norm).

**DIN 1025-3 Warmgewalzte I-Träger – Breite I-Träger, leichte Ausführung, IPBL-Reihe (Mrz 1994)**

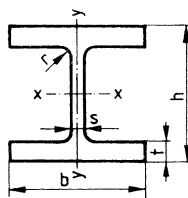
**DIN 1025-4 – verstärkte Ausführung, IPBV-Reihe (Mrz 1994)**

**DIN 1025-5 – mittelbreite I-Träger, IPE-Reihe (Mrz 1994)**

Stahlsorten noch nach DIN 17100 (DIN EN 10025 mit neuen Kurzzeichen beachten): Bezeichnung sinngemäß wie vorst. DIN 1025-2. Grenzabmaße und Formtoleranzen s. DIN EN 10034 s. Norm.



**193.1**  
Breite I-Träger,  
leichte Ausführung,  
IPBI-Reihe  
nach DIN 1025-3  
  
r wie für IPBv  
(Bild 193.2)



**193.2**  
Breite I-Träger, verstärkte  
Ausführung, IPBv-Reihe  
nach DIN 1025-4  
r für IPBv:  
12: 100 120 140 15: 160 180  
18: 200 220 21: 240  
24: 260 280 27: 300 bis 700  
30: 800 900 1000

Tabelle 193.3 Breite-Träger, leichte Ausführung, IPBI-Reihe DIN 1025-3 (s. Bild 193.1)

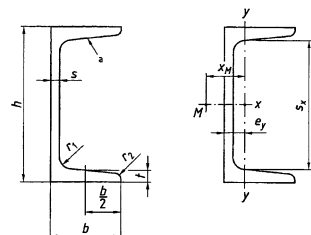
Kurzzeichen*) IPBI	h	b	s	t	A	G	$I_x$	$W_x$	$i_x$	$I_y$	$W_y$	$i_y$	$S_x$	$s_x$
	in	in	in	in	cm <sup>2</sup>	kg/m	in	in	in	in	in	in	in	in
100	96	100	5	8	21,2	16,7	349	72,8	4,06	134	26,8	2,51	41,5	8,41
120	114	120	5	8	25,3	19,9	606	106	4,89	231	38,5	3,02	59,7	10,9
140	133	140	5,5	8,5	31,4	24,7	1030	155	5,73	389	55,6	3,52	86,7	11,9
160	152	160	6	9	38,8	30,4	1670	220	6,57	616	76,9	3,98	123	13,6
180	171	180	6	9,5	45,3	35,5	2510	294	7,45	925	103	4,52	162	15,5
200	190	200	6,5	10	53,8	42,3	3690	389	8,28	1340	134	4,98	215	17,2
220	210	220	7	11	64,3	50,5	5410	515	9,17	1950	178	5,51	284	19,0
240	230	240	7,5	12	76,8	60,3	7760	675	10,1	2770	231	6,00	372	20,9
260	250	260	7,5	12,5	86,8	68,2	10450	836	11,0	3670	282	6,50	460	22,7
280	270	280	8	13	97,3	76,4	13670	1010	11,9	4760	340	7,00	556	24,6
300	290	300	8,5	14	112,0	88,3	18260	1260	12,7	6310	421	7,49	692	26,4

IPBI > 300 wie IPB-Reihe nach DIN 1025-2

Erklärung der Formelzeichen s. Tab. 192.1

\*) EURONORM 53 hat das Kurzzeichen HE...A, jedoch die gleiche Kennzahl wie DIN, z. B. HE 300 A entspricht IPBI300. Inhaltsangaben zu DIN 1025-4 und DIN 1025-5 s. Norm.

**DIN 1026-1 Warmgewalzter U-Profilstahl mit geneigten Flanschlflächen – Maße, Masse und statische Werte (Nov 2002)**



α Neigung bei h ≤ 300 mm: 8 %  
h > 300 mm: 5 %

s für U 4: 30 × 15 7: 120 140  
5: 30 bis 50 7,5: 160  
5,5: 65 8: 180  
6: 60 80 100 8,5: 200

r<sub>1</sub> = t r<sub>2</sub> = (teils ≈) 0,5t

c = b/2 für h ≤ 300 c = b - s/2 für h > 300

Sonstige Formelzeichen s. Tab. 195.1.  
Grenzabmaße s. Norm.

Bezeichnungsbeispiele:  
U-Profil DIN 1026-U 300-S235JR  
U-Profil DIN 1026-U 300-1.0037  
Werkstoffe nach DIN EN 10025 oder DIN EN 10113.

Bild 193.4 U-Stahl DIN 1026-1

Tabelle 193.5 Warmgewalzter rundkantiger U-Stahl nach DIN 1026-1

Kurzzeichen U	h	b	t	A	G <sup>1)</sup>	$I_x$	$W_x$	$i_x$	$I_y$	$W_y$	$i_y$	$S_x$	$s_x$	$e_y$	$X_{M^2}$
	in	in	in	in	in	in	in	in	in	in	in	in	in	in	in
30 × 15	30	15	4,5	2,21	1,74	2,53	1,69	1,07	0,38	0,39	0,42	—	—	0,52	0,74
30	30	33	7	5,44	4,27	6,39	4,26	1,08	5,33	2,68	0,99	—	—	1,31	2,22
40 × 20	40	20	5,5	3,66	2,87	7,58	3,79	1,44	1,14	0,86	0,56	—	—	0,67	1,01
40	40	35	7	6,21	4,87	14,1	7,05	1,50	6,68	3,08	1,04	—	—	1,33	2,32
50 × 25	50	25	6	4,92	3,86	16,8	6,73	1,85	2,49	1,48	0,71	—	—	0,81	1,34
50	50	38	7	7,12	5,59	26,4	10,6	1,92	9,12	3,75	1,13	—	—	1,37	2,47
60	60	30	6	6,46	5,07	31,6	10,5	2,21	4,51	2,16	0,84	—	—	0,91	1,50
65	65	42	7,5	9,03	7,09	57,5	17,7	2,52	14,1	5,07	1,25	—	—	1,42	2,60
80	80	45	8	11,0	8,64	106	26,5	3,10	19,4	6,36	1,33	15,9	6,65	1,45	2,67
100	100	50	8,5	13,5	10,6	206	41,2	3,91	29,3	8,49	1,47	24,5	8,42	1,55	2,93
120	120	55	9	17,0	13,4	364	60,7	4,62	43,2	11,1	1,59	36,3	10,0	1,60	3,03
140	140	60	10	20,4	16,0	605	86,4	5,45	62,7	14,8	1,75	51,4	11,8	1,75	3,37
160	160	65	10,5	24,0	18,8	925	116	6,21	85,3	18,3	1,89	68,8	13,3	1,84	3,56
180	180	70	11	28,0	22,0	1350	150	6,95	114	22,4	2,02	89,6	15,1	1,92	3,75
200	200	75	11,5	32,2	25,3	1910	191	7,70	148	27,0	2,14	114	16,8	2,01	3,94

<sup>1)</sup> Die längenbezogene Masse G ist mit einer Dichte von 7,85 kg/dm<sup>3</sup> berechnet worden. Erklärung der Formelzeichen s. Tab. 192.1  
I = Trägheitsmoment.

Ferner sind die Höhen genormt: 220 240 260 280 300 320 350 380 400

Grenzabmaße, Formtoleranzen und Grenzabweichungen der Masse sind in DIN EN 10279 festgelegt (s. Norm).

<sup>2)</sup> X<sub>M</sub>: Abstand des Schubmittelpunktes M von der y-y-Achse.



**DIN 1027 Warmgewalzter rundkantiger Z-Stahl, Maße, Masse, Toleranzen, statische Werte (Apr 2004)**

Tabelle 194.1 Genormte Z-Profile

Kurzzeichen Z	h	b	s	t	r <sub>2</sub>	A in cm <sup>2</sup>
30	30	38	4	4,5	2,5	4,32
40	40	30	4,5	5	2,5	5,43
50	50	43	5	5,5	3	6,77
60	60	45	5	6	3	7,91
80	80	50	6	7	3,5	11,1
100	100	55	6,5	8	4	14,5
120	120	60	7	9	4,5	18,2
140	140	65	8	10	5	22,9
160	160	70	8,5	11	5,5	27,5

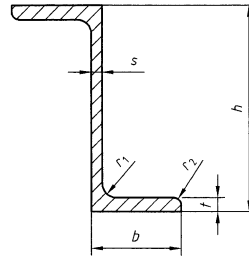


Bild 194.2 Z-Stahl DIN 1027

Grenzabmaße und statische Werte s. Norm.  
 Stahlsorten nach DIN EN 10025 bevorzugen.  
 $r_1 = t$

**Bezeichnungsbeispiel: Z-Profil DIN 1027 – Z100-S235JRG1 (oder Werkstoffnummer 1.0036)**

**DIN EN 10056-1 Gleichschenklige und ungleichschenklige Winkel aus Stahl – Maße (Okt 1998)**

Tabelle 194.3 Maße von warmgewalzten gleichschenkligen Winkeln<sup>1)</sup>

Kurzzeichen	r	Querschnitt	Masse	Kurzzeichen	r	Querschnitt	Masse
20 × 20 × 3	3	1,12	0,882	70 × 70 × 7	1	9,4	7,38
25 × 25 × 3	3	1,42	1,12	80 × 80 × 8	8	12,3	9,63
30 × 30 × 3	3	1,74	1,36	90 × 90 × 9	9	15,5	12,2
35 × 35 × 4	4	2,67	2,1	100 × 100 × 10	12	19,2	15,0
40 × 40 × 4	4	3,08	2,42	120 × 120 × 12	16	27,5	21,6
45 × 45 × 4,5	4,5	4,3	3,06	150 × 150 × 15	16	43	33,8
50 × 50 × 5	5	4,8	3,77	180 × 180 × 18	18	61,9	48,6
60 × 60 × 6	6	6,91	5,42	200 × 200 × 20	18	76,4	59,9

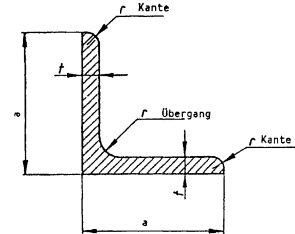


Bild 194.4 Gleichschenklige Winkel, DIN EN 10056-1

<sup>1)</sup> Kurzzeichen: Schenkellänge a mal Dicke t, Übergangsradius r, Querschnitt in cm<sup>2</sup>, Masse in kg/m; stat. Werte s. Norm. Aufgeführt ist überwiegend eine Auswahl von Winkeln, die in der jetzt ersetzten Norm DIN 1028 als zu bevorzugende Winkel ausgewiesen waren. Weitere Winkel s. Norm.

**Bezeichnungsbeispiel:** Kennbuchstabe L für Winkel, Nummer dieser Europäischen Norm, Schenkelbreite a, Schenkeldicke t

**L-EN 10056-1-70 × 70 × 7**

Tabelle 194.5 Maße von warmgewalzten ungleichschenkligen Winkeln<sup>1)</sup>

Kurzzeichen	r	Querschnitt	Masse	Kurzzeichen	r	Querschnitt	Masse
30 × 20 × 3	3	1,43	1,12	80 × 60 × 7	7	9,38	7,36
40 × 20 × 4	4	2,26	1,77	100 × 50 × 6	6	8,71	6,84
45 × 30 × 4	4	2,87	2,25	100 × 65 × 7	7	11,2	8,77
50 × 30 × 5	5	3,78	2,96	100 × 75 × 8	8	13,5	10,6
60 × 40 × 5	5	4,79	3,36	120 × 80 × 8	8	15,5	12,2
60 × 50 × 5	5	4,35	3,76	135 × 65 × 8	8	15,5	12,2
70 × 50 × 6	6	6,89	5,41	150 × 75 × 9	9	19,6	15,4
75 × 50 × 6	6	7,19	5,65	200 × 100 × 10	10	29,2	23,0
80 × 40 × 6	6	6,89	7,07				

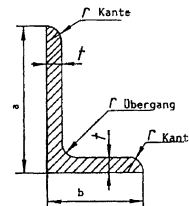


Bild 194.6 Ungleichschenklige Winkel, DIN EN 10056-1

<sup>1)</sup> Kurzzeichen: Schenkellänge a mal b mal Dicke t, Übergangsradius r, Querschnitt in cm<sup>2</sup>, Masse in kg/m; stat. Werte s. Norm

Weitere Winkel s. Norm

**Bezeichnungsbeispiel:** Kennbuchstabe L für Winkel, Nummer dieser Europäischen Norm, Schenkelbreite a oder b, Schenkeldicke t: **L-EN 10056-1-50 × 30 × 5**

Grenzabmaße und Formtoleranzen nach DIN EN 10056-2 (s. Norm). Stahlsorten nach DIN EN 10025. DIN EN 10056-1 ersetzt die bisher geltenden Normen DIN 1028 und DIN 1029.

**DIN EN 10092-1 Warmgewalzte Flachstäbe aus Federstahl – Maße, Formtoleranzen und Grenzabmaße (Jan 2004)**

Es werden Nennmaße, Grenzabmaße und Formtoleranzen für die Breite und Dicke für warmgewalzte Flachstäbe aus Stahl für Federn in drei verschiedenen Profilarten festgelegt.

**Profil A:** Dicke  $t = 5$  mm bis 40mm, in Sprüngen zu 1 mm. Breite  $b = 50$  mm bis 150 mm in Sprüngen zu 10 mm. Breite  $b$  und zugeordnete Dicken  $t$ :  $50 \times 5$  bis 20;  $60 \times 5$  bis 24;  $70 \times 5$  bis 30;  $80 \times 5$  bis 35;  $90 \times 6$  bis 40;  $100 \times 7$  bis 40;  $110 \times 7$  bis 40;  $120 \times 8$  bis 40;  $130 \times 8$  bis 40;  $140 \times 9$  bis 40;  $150 \times 9$  bis 40.

**Profil B:** Dicke  $t = 5$  mm bis 30 mm, in Sprüngen zu 1 mm. Breite  $b = 60$  mm bis 150 mm in Sprüngen zu 10 mm. Breite  $b$  und zugeordnete Dicken  $t$ :  $60 \times 5$  bis 15;  $70 \times 5$  bis 21;  $80 \times 5$  bis 24;  $90 \times 5$  bis 30;  $100 \times 6$  bis 30;  $110 \times 6$  bis 30;  $120 \times 7$  bis 30;  $130 \times 8$  bis 30;  $140 \times 9$  bis 30;  $150 \times 10$  bis 40.

**Profil C:** Dicke  $t = 20$  mm bis 60 mm, in Sprüngen zu 1 mm. Breite  $b = 60$  mm bis 150 mm in Sprüngen zu 10 mm. Breite  $b$  und zugeordnete Dicken  $t$ :  $60 \times 20$  bis 40;  $70 \times 20$  bis 50;  $80 \times 25$  bis 60;  $90 \times 25$  bis 60;  $100 \times 25$  bis 60;  $110 \times 27$  bis 60;  $120 \times 27$  bis 60;  $130 \times 30$  bis 60;  $140 \times 30$  bis 60;  $150 \times 30$  bis 60.

Grenzabmaße für Breite  $b$  in mm:  $\pm 0,50$ :  $50 \leq b \leq 80$ ;  $\pm 0,60$ :  $80 < b \leq 100$ ;  $\pm 0,7$ :  $100 < b \leq 120$ ;  $\pm 0,80$ :  $120 < b \leq 150$ . Grenzabmaße für Dicke  $t$  in mm:  $\pm 0,25$ :  $t \leq 20$ ;  $\pm 0,30$ :  $20 < t \leq 40$ ;  $\pm 0,50$ :  $40 < t \leq 60$ . Grenzabmaße für Geradheit, Rechtwinkligkeit und Kantenabrundung (Profil C) s. Norm.

Grenzabmaße für die Längenarten:  $F$  (Festlänge) im Bereich 3000 mm bis 13000 mm:  $\pm 100$  mm;  $E$  (Genaulänge) im Bereich  $< 6000$ :  $\pm 25$  mm und im Bereich  $\geq 6000$  bis  $\leq 13000$ :  $\pm 50$  mm;  $M$  (Herstelllänge), s. Norm.

**Bezeichnungsbeispiel: Flachstab EN 10092-1 – B-60 x 10 x 6000 M**

Die gewünschte Stahlsorte ist in der Bezeichnung anzugeben z. B. DIN EN 10089. DIN EN 10092-1 ersetzt die früheren nationalen Normen DIN 4620, DIN 59145 und DIN 59146. Teil 2 der Norm enthält Festlegungen für warmgewalzte Flachstäbe aus Federstahl für gerippte Blattfedern, s. Norm.

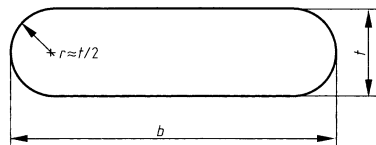


Bild 195.1 Profil A: Flachstab mit halbkreisförmigen Schmalseiten DIN EN 10092-1

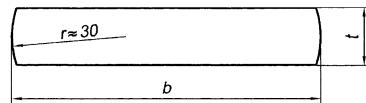


Bild 195.2 Profil B: Flachstab mit halbgerundeten Schmalseiten DIN EN 10092-1

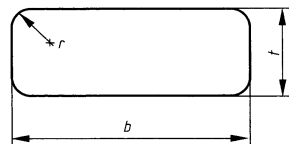


Bild 195.3 Profil C: Flachstab mit rechteckigem Querschnitt und gerundeten Kanten DIN EN 10092-1

**DIN 59051 Stabstahl – Warmgewalzter scharfkantiger T-Stahl – Maße, Masse, Toleranzen (Apr 2004)**

Abmessungen  $h$  und  $s$  in Klammern: 20 (3) 25 (3,5) 30 (4) 40 (5)

$h = b$  und  $s = t$

Grenzabmaße für  $h$  und  $b$ :  $+1,2/-0,5$ ; Grenzabmaße für  $s$  und  $t$ :  $+0,6/-0,25$ , Stegaußenmittigkeit  $\leq 1$  mm.

**Bezeichnungsbeispiel: T – Profil DIN 59051 – TPS 30 – S335JR**

TPS = T-Profil, scharfkantig. Masse und Mantelfläche s. Norm.

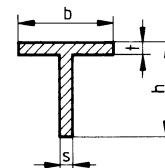


Bild 195.4 TPS-Stahl, DIN 59051

**DIN 1581 Stabstahl – Gelenkband-Profile – Maße, Gewicht (Dez 1977)**

Gelenkband-Profil, niedrig,  $s/h/b/r_1/r_2$  (Maße in mm):  $3/4/40/4/1,6$ ;  $5/6/30/6/2,5$ ;  $5/6/60/6/2,5$ ;  $7/8/40/8/4$ ;  $7/8/80/8/4$ . Gelenkband-Profil, hoch,  $s/h/b/r_1/r_2$  (Maße in mm):  $5/9/60/6/2,5$ ;  $5/13/60/6/2,5$ ;  $7/18/80/8/4$ . Gewicht bei  $7,85 \text{ kg/dm}^3$  s. Norm.

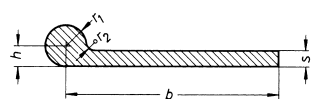


Bild 195.5 Gelenkband, niedrige Form

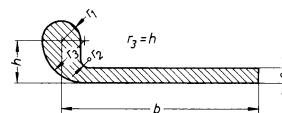


Bild 195.6 Gelenkband hohe Form

**Bezeichnungsbeispiel** eines niedrigen Gelenkband-Profiles von Dicke  $s = 5$  mm, Höhe  $h = 6$  mm und Breite  $b = 60$  mm: **Gelenkband-Profil DIN 1581-5 × 6 × 60** Werkstoff: RSt37-2 (W.Nr. 1.0114) nach DIN 17100 (DIN EN 10025 mit neuen Kurzzeichen beachten).

Die Norm gilt für warmgewalzten Wulstflachstahl mit einseitigem Wulst.

### DIN EN 10017 Walzdraht aus Stahl zum Ziehen und/oder Kaltwalzen – Maße und Grenzabmaße (Jan 2005)

Die Norm gilt für Rund-, Vierkant-, Flach- und Sechskantwalzdraht aus Stahlsorten nach Europäischen Normen, auch für nicht rostende Stähle.

**Rundwalzdraht**, Nenndurchmesser  $d$  in mm: 5 5,5 6 6,5 7 7,5 8 8,5 usw. bis 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 usw. bis 50.

Grenzabmaße für  $d (\pm \text{mm})$  für  $d = 5$  bis 9,5: 0,3; 10 bis 15,5: 0,4; 16 bis 25: 0,5; 26 bis 39: 0,6; 40 bis 50: 0,8.

**Vierkantwalzdraht**, Nennkantenlänge  $a$  in mm: 16 17 18 19 20 21 usw. bis 32.

Grenzabmaße der Kantenlänge  $a (\pm \text{mm})$ : 16 bis 25: 0,5; 26 bis 32: 0,6.

**Flacher Walzdraht**, Nennmaß  $b \times d$  in mm:  $16 \times 11$   $16 \times 12$ ;  $17 \times 11$   $17 \times 12$ ;  $18 \times 10$  bis  $18 \times 12$ ;  $19 \times 10$  bis  $19 \times 13$ ;  $20 \times 9$  bis  $20 \times 16$ ;  $22 \times 8$  bis  $22 \times 17$ ;  $25 \times 7$  bis  $25 \times 17$ ;  $26 \times 7$  bis  $26 \times 20$ ;  $28 \times 6,5$  bis  $28 \times 15$ ;  $30 \times 6$  bis  $30 \times 20$ .

Grenzabmaße für die Breite  $b (\pm \text{mm})$ : 16 bis 20: 0,5; 22 bis 30: 0,6.

Grenzabmaße für die Dicke  $d (\pm \text{mm})$ : 0,4 für alle Werte.

**Sechskantwalzdraht**, Nennschlüsselweite  $a$  in mm: 8 9 10 11 12 usw. bis 20, dann 22 23 usw. bis 40.

Grenzabmaße der Schlüsselweite  $a (\pm \text{mm})$ : 8 bis 15: 0,4; 16 bis 25: 0,5; 26 bis 32: 0,6; 33 bis 40: 0,8.

Halbrunder Walzdraht wurde gestrichen. Nennquerschnitte und Nennmassen s. Norm. Werkstoffe: z. B. DIN EN 10088-3, DIN EN 10089, DIN EN 10016. DIN EN 10017 ersetzt die frühere nationale Norm DIN 59110.

#### Bezeichnungsbeispiele:

**Runder Walzdraht EN 10017-10-EN10016-2-C10D**

**Flacher Walzdraht EN 10017-305-EN 10016-3-C3D1**

**Sechskantwalzdraht EN 10017-10-EN10016-4-C70D2**

### DIN 59200 Flacherzeugnisse aus Stahl – Warmgewalzter Breitflachstahl – Maße, Masse, Grenzabmaße, Formtoleranzen und Grenzabweichungen der Masse (Mai 2001)

**Breitflachstahl**: Flacherzeugnisse mit einer Breite  $> 150$  mm und  $\leq 1250$  mm sowie einer Dicke von im Allgemeinen  $a \geq 4$  mm, die in ausgewalzter Form geliefert werden und an die besondere Anforderungen an die Scharfkantigkeit gestellt werden (Definition nach DIN EN 10079).

Auf Vereinbarung kann Breitflachstahl auch mit geschnittenen oder brenngeschnittenen Kanten geliefert werden. Zulässige Abweichung  $w$  von der Scharfkantigkeit in mm für Nenndicke  $a$  (übliche/eingeschränkte Abweichung):  $\leq 13$  (2,0/0,5);  $13 < a \leq 18$  (3,0/0,75);  $a > 18$  (3,5/0,9). Eingeschränkte Scharfkantigkeit wird bei der Bestellung mit  $R$  gekennzeichnet. Anhaltswerte für Grenzabmaße der Dicke (Toleranzklasse A oder B), zulässige Masseabweichungen, Seitengeradheit (Kennbuchstabe L: besonders gerade), Ebenheit (Kennbuchstabe S: feineben) und Rechtwinkligkeit s. Norm.

Bevorzugte Nenndicken: 5 6 8 10 12 15 20 25 30 40 50 60 80 mm.

Bevorzugte Nennbreiten: 160 180 200 220 240 250 260 280 300 320 340 350 360 380 400 450 500 550 600 650 700 750 800 900 1000 1100 und 1200 mm. Werkstoffe nach DIN EN 10025, DIN EN 10028, DIN EN 10083, DIN EN 10084, DIN EN 10089, DIN EN 10113. Bezeichnungsbeispiel: **Breitflachstahl-C35-10A**.

#### 8.1.4.2 Profile aus Stahl, gezogen

Benennungen und Abkürzungen zur Oberflächenbeschaffenheit handelsüblicher Stahldrähte, Begriffe nach DIN 1653, s. Norm. Maße und Toleranzen für Walzdraht sind in DIN EN 10017 genormt.

### DIN EN 10278 Maße und Grenzabmaße von Blankstahlerzeugnissen (Dez 1999)

Der Anwendungsbereich dieser Norm gilt für Blankstahlerzeugnisse in geraden Stäben, im gezogenen, geschälten oder geschliffenen Zustand. Sie gilt nicht für kaltgewalzte Flacherzeugnisse und für aus Band oder Blech geschnittene Stäbe.

Grenzabmaße sind festgelegt für gezogene Rundstäbe und für geschälte Stäbe:  $h$  10; für gezogene Sechskant- und Vierkantstäbe:  $h$  11 für Maße  $< 80$  mm,  $h$  12 für Maße  $> 80$  mm; für gezogene Flachstäbe; für geschliffene Erzeugnisse:  $h$  9; für gezogene Rundstäbe im abschließend vergüteten Zustand:  $h$  11. Fertigungszustände: Gezogen +C, geschält +SH, geschliffen +SL, poliert +PL. Längenarten: Herstelllänge, Lagerlänge, Genaulänge. Nennmaße für Rundstäbe in mm:  $> 1$  bis  $\leq 3$ ,  $> 6$  bis  $\leq 10$ ,  $> 10$  bis  $\leq 18$ ,  $> 18$  bis  $\leq 30$ ,  $> 30$  bis  $\leq 50$ ,  $> 50$  bis  $\leq 80$ ,  $> 80$  bis  $\leq 120$ ,  $> 120$  bis  $\leq 180$ ,  $> 180$  bis  $\leq 200$ .

Gezogene Flachstäbe, Breiten in mm:  $\leq 18$ ,  $> 18$  bis  $\leq 30$ ,  $> 30$  bis  $\leq 50$ ,  $> 50$  bis  $\leq 80$ ,  $> 80$  bis  $\leq 100$ ,  $> 100$  bis  $\leq 150$ ,  $> 150$  bis  $\leq 200$ ,  $> 200$  bis  $\leq 300$ ,  $> 300$  bis  $\leq 400$ ; Dicken in mm:  $> 3$  bis  $\leq 6$ ,  $> 6$  bis  $\leq 10$ ,  $> 10$  bis  $\leq 18$ ,  $> 18$  bis  $\leq 30$ ,  $> 30$  bis  $\leq 50$ ,  $> 50$  bis  $\leq 60$ ,  $> 60$  bis  $\leq 80$ ,  $> 80$  bis  $\leq 100$ .

Grenzabmaße und Formtoleranzen s. Norm.



Maßprüfung vom Stabende entfernt: Für Rundstäbe  $>150$  mm, für Rundstäbe in Genauigkeiten  $>10$  mm, für andere Formen als Rund  $>25$  mm. Zusätzlich kann vereinbart werden: Die Lage der Grenzabmaße, die Endenausführung (z. B. angefast, getrennt), die Geradheit, eine Prüfbescheinigung nach EN 10204. Bestellangaben: Menge, Erzeugnisform, Nummer der Norm, Maße, Grenzabmaße, Formtoleranzen, Werkstoffnorm, Werkstoffbezeichnung, Fertigungszustand, Oberflächengüteklasse. Werkstoffe z. B. nach DIN EN 10088-3, DIN EN 10277.

**Bezeichnungsbeispiel:** 2t Rund EN 10278-20 h9 x Lager 6000 EN 10277-3-38SMn28+C-Klasse 3. (Lager 6000: Lagerlänge, Oberflächengüteklasse 3).

DIN EN 10278 ist Ersatz für die Normen DIN 174, DIN 175, DIN 176, DIN 178, DIN 668; DIN 669, DIN 670, DIN 671, DIN 59360, DIN 59361.

### DIN EN 10218-2 Stahldraht und Drahterzeugnisse – Allgemeines – Drahtmaße und Toleranzen (Aug 1996)

In dieser Norm wurden die Grenzabmaße für den Durchmesser von rundem Draht und für die Längen von Stäben festgelegt. Definition von Draht s. DIN EN 10079, s. Norm oder Abschn. 8.1.2.3.4.

DIN EN 10218-2 löst die bisher geltenden Normen DIN 177 und DIN 2076 ab. Für Durchmesser von 0,05 mm bis 25,00 mm wurden Bereiche mit zugehörigen Grenzabmaßbereichen eingerichtet, wobei die beiden ersten Bereiche für verzinkten Draht vorgesehen sind, die Bereiche 3 bis 5, in steigender Reihenfolge für die verlangte Präzision, für blanken Draht.

Grenzabmaß des Durchmessers in  $\pm$  mm für Durchmesserbereiche T2 und T3 in ( ): 0,006 ( $-/0,05$  bis  $<0,12$ ); 0,008 ( $-/0,12$  bis  $<0,15$ ); 0,01 ( $-/0,15$  bis  $<0,23$ ); 0,012 ( $-/0,23$  bis  $<0,33$ ); 0,015 (0,20 bis  $<0,31/0,33$  bis  $<0,52$ ); 0,020 (0,31 bis  $<0,55/0,52$  bis  $<0,91$ ); 0,025 (0,55 bis  $<0,86/0,91$  bis  $<1,42$ ); 0,030 (0,86 bis  $<1,24/1,42$  bis  $<2,05$ ); 0,035 (1,24 bis  $<1,69/2,05$  bis  $<2,78$ ); 0,04 (1,69 bis  $<2,20/2,78$  bis  $<3,63$ ); 0,045 (2,20 bis  $<2,78/3,63$  bis  $<4,60$ ); 0,050 (2,78 bis  $<3,43/4,60$  bis  $<5,67$ ); 0,060 (3,43 bis  $<4,94/5,67$  bis  $<8,17$ ); 0,070 (4,94 bis  $<6,73/8,17$  bis  $<11,12$ ); 0,080 (6,73 bis  $<8,78/11,12$  bis  $<14,52$ ); 0,090 (8,78 bis  $<11,12/14,52$  bis  $<18,37$ ); 0,10 (11,12 bis  $<13,72/18,37$  bis  $<22,68$ ); 0,12 (13,72 bis  $<19,76/22,68$  bis  $<25,00$ ); 0,14 (19,76 bis  $<25,00/-$ ). Durchmesserbereich T1, T4 und T5 s. Norm.

Ein **Stab** ist ein gerichtetes, auf eine festgelegte Länge geschnittenes Stück Draht, Anhaltsangaben für Grenzabmaße für die Länge und Geradheitstoleranzen hierzu s. Norm. **Werkstoffe:** z. B. DIN EN 10088-3, DIN EN 10270-1 bis DIN EN 10270-3. Anwendung z. B. DIN EN 10264-1.

### DIN EN 10264-1 Stahldraht und Drahterzeugnisse – Stahldraht für Seile – Allgemeine Anforderungen (Jun 2002)

Die Norm für Stahldraht für Seile besteht aus vier Teilen: Teil 1: Allgemeine Anforderungen, Teil 2: Kaltgezogener Draht aus unlegiertem Stahl für Seile für allgemeine Verwendungszwecke, Teil 3: Kaltgezogener und kaltprofilierter Draht aus unlegiertem Stahl für hohe Beanspruchungen, s. Norm und Teil 4: Draht aus nichtrostendem Stahl, s. Norm.

Im Teil 1 sind die allgemeinen Anforderungen für Maßtoleranzen, mechanische Eigenschaften, Anforderungen an die chemische Zusammensetzung des Stahldrahtes und Anforderungen an Überzüge für Stahldraht für Seile festgelegt. Insbesondere ist auf die Forderung von Prüfbescheinigungen nach DIN EN 10204 hinzuweisen. Außerdem werden Festlegungen über die Probenahme und die Konformitätskriterien getroffen.

Der Draht wird durch den Nenndurchmesser  $d$  in Millimeter bezeichnet. Er ist die Grundlage, auf die sich alle Eigenschaften bei der Abnahme des Drahtes beziehen. Als Unrundheit wird die Differenz zwischen dem größten und dem kleinsten Durchmesser, die an einem Querschnitt senkrecht zueinander gemessen werden, bezeichnet. Die Toleranzklasse für die Durchmesser tolerance ist T4 nach EN 10218-2 für gezogenen Draht und T1 für Draht mit einem Überzug der Klasse A (Überzug aus Zink oder Legierung Zn95/Al5). Weitere Anforderungen an den Draht s. Norm. Zusammen mit Teil 2 ersetzt DIN EN 10264-1 die frühere nationale Norm DIN 2078.

### DIN EN 10264-2 Stahldraht und Drahterzeugnisse – Stahldraht für Seile – Kaltgezogener Draht aus unlegiertem Stahl für Seile für allgemeine Verwendungszwecke (Jun 2002)

Der Anwendungsbereich gilt auch für Aufzugseile. Die Bezeichnung eines runden Drahtes basiert auf dem Nenndurchmesser ( $d$ ) von 0,2 mm bis  $<7,0$  mm, der Oberflächenausführung und der Nennzugfestigkeit. Abkürzungen für die Oberflächenausführung: U (unbeschichtet) für blanken Draht, A oder B für Überzug aus Zink oder Zinklegierung entsprechend der Überzugsklasse.

Zwischen Überzügen aus Zink und Zinklegierung wird unterschieden, indem bei einer Zinklegierung in Klammern Zn/Al hinzugefügt wird. Nennzugfestigkeiten: 1180 1370 1570 1770 1960 2160 N/mm<sup>2</sup>.

**Bezeichnungsbeispiel:** Draht für ein Seil für allgemeine Verwendung, Nenndurchmesser  $d = 1,8$  mm, Klasse B, Überzug aus Zinklegierung, Nennzugfestigkeit 1770 N/mm<sup>2</sup>. **Seildraht EN 10264-2-1,8-B (Zn/Al)-1770**

Der gezogene Draht ist aus Walzdraht nach DIN EN 10016-1 und DIN EN 10016-2 herzustellen. Anhaltsangaben zu Grenzabmaßen, Mindest-Biegezahlen und Mindest-Verwindzahlen s. Norm. DIN EN 10264-2 ersetzt die frühere nationale Norm DIN 2078. Neu ist die zusätzliche Angabe der Nennzugfestigkeiten 1180 N/mm<sup>2</sup> und 2160 N/mm<sup>2</sup> und des Oberflächenüberzuges Zn95/Al5.

#### 8.1.4.3 Blech und Band aus Stahl

Die Normen enthalten außer nachstehenden Angaben noch weitgehende Einzelheiten über die zulässigen Maß- und Gewichtsabweichungen, auf deren Wiedergabe verzichtet wird. Sonderformen wie z. B. Wellblech und Pfannenblech nach DIN 59231 werden hier nicht behandelt.

### DIN EN 10029 Warmgewalztes Stahlblech von 3 mm Dicke an – Grenzabmaße, Formtoleranzen, zulässige Gewichtsabweichungen (Okt 1991)

DIN EN 10029 ersetzt DIN 1543. Nenndicken  $\geq 3$  mm  $\leq 250$  mm. Nennbreite  $\geq 600$  mm. Festgelegter Mindestwert der Streckgrenze  $< 700$  N/mm<sup>2</sup>. Werkstoff: Unlegierte und legierte (einschließlich nichtrostende) Stähle.

Die Grenzabmaße der Dicke sind in Klassen A (unteres Grenzabmaß von der Nenndicke abhängig), B (unteres Grenzabmaß einheitlich  $-0,3$  mm), C (unteres Grenzabmaß 0, oberes Grenzabmaß abhängig von der Nenndicke) und D (symmetrisch zum Nennwert verteilte Grenzabmaße in Abhängigkeit von der Nenndicke), Anhaltangaben s. Norm. Bei der Bestellung ist in jedem Fall die gewünschte Klasse der Grenzabmaße anzugeben.

**Bezeichnungsbeispiel:** Blech EN 10029-20A  $\times$  2000  $\times$  4500 Stahl EN 10025-S235JR (unteres/oberes Grenzabmaß der Dicke Klasse A für Nenndicke 20 mm:  $-0,6$   $+1,3$ ; der Breite  $\geq 2000$  mm:  $0/+25$  mm; der Nennlänge 4500 mm:  $0/+30$ ).

Bei Bestellung ohne Angaben wird das Blech mit geschnittenen oder brenngeschnittenen Kanten, mit normalen Ebenheitstoleranzen (N) geliefert, Näheres zu Formtoleranzen s. Norm. Stahlsorten: z. B. DIN EN 10088-2 (Erzeugnisform P).

### DIN EN 10048 Warmgewalzter Bandstahl – Grenzabmaße und Formtoleranzen (Okt 1996)

Die Norm enthält die Festlegungen für die Grenzabmaße und Formtoleranzen für warmgewalzten Bandstahl in Walzbreiten  $< 600$  mm und Dicken von 0,80 bis 15,0 mm aus Stahl ohne Oberflächenüberzüge. Warmgewalzter Bandstahl ist in Rollen lieferbar. Nach Abwicklung der Rolle und Ablängen kann Bandstahl auch als „Bandstahl in Stäben“ geliefert werden. Rollendurchmesser bzw. Stablängen sind bei der Bestellung zu vereinbaren.

Nennbreite  $W_n$  bei Bandstahl mit Walzkanten und Grenzabmaße (+ mm):  $< 40$  (1,6); 40 bis  $< 80$  (2,0); 80 bis  $< 125$  (2,4); 125 bis  $< 250$  (3,0); 250 bis  $< 400$  (3,6); 400 bis  $< 500$  (4,2); 500 bis  $< 600$  (4,5).

Grenzabmaße der Breite für Bandstahl mit geschnittenen Kanten (zusätzliche Anforderung mit Kennbuchstaben GK bei der Bestellung), s. Norm. Anhaltangaben zu Grenzabmaßen der Dicke sowie für Zuschläge zu den Grenzabmaßen bei Bandstahl aus Stählen mit hohem Warmformänderungswiderstand s. Norm.

Stahlsorten nach: EN 10025, EN 10028, EN 10083, EN 10088, EN 10111, EN 10113, EN 10137, EN 10149, EN 10155, EN 10207, EN 10208. DIN EN 10048 ersetzt zusammen mit DIN EN 10051 die bisher geltende DIN 1016.

### DIN EN 10051 Kontinuierlich warmgewalztes Blech und Band ohne Überzug aus unlegierten und legierten Stählen – Grenzabmaße und Formtoleranzen (Nov 1997)

Die Norm enthält die Festlegungen für die Grenzabmaße und Formtoleranzen für warmgewalztes Band in Walzbreiten von 600 mm bis höchstens 2200 mm und Dicken bis  $\leq 25,00$  mm aus Stahl ohne Überzüge. Für Walzbreiten  $< 600$  mm gilt vorstehende DIN EN 10048.

Nennbreite bei Blech und oberes Abmaß bei Walzkanten/geschnittenen Kanten (+ mm/+ mm):  $< 1200$  (20/3);  $> 1200$  bis  $\leq 1500$  (20/5);  $> 1500$  (25/6). Die Angaben gelten für Nenndicken  $\leq 10$  mm. Anhaltangaben für Formtoleranzen und weitere Grenzabmaße für Blech und Band s. Norm. Oberflächenbeschaffenheit s. DIN EN 10163-2.

**Bezeichnungsbeispiel** für Blech mit Nenndicke 2,0 mm, Nennbreite 1200 mm, geschnittenen Kanten (GK), Nennlänge 2500 mm und aus Stahl 34Cr4: Blech EN10051-2,0  $\times$  1200 GK  $\times$  2500; Stahl EN 10083-1-34Cr4

Stahlsorten s. vorstehende DIN EN 10048, Kurznamen auf der Basis von DIN EN 10027-1.

### DIN EN 10131 Kaltgewalzte Flacherzeugnisse ohne Überzug aus weichen Stählen sowie aus Stählen mit höherer Streckgrenze zum Kaltumformen – Grenzabmaße und Formtoleranzen (Jan 1992)

Die Norm gilt für kaltgewalzte Flacherzeugnisse ohne Überzug von in Nenndicken: 0,35 0,40 0,60 0,80 1,00 1,20 1,60 2,00 2,50 3,00 (mm). Für Flacherzeugnisse aus weichen Stählen können die genannten Nenndicken in Nennbreiten von  $\leq 1200$  mm bis  $> 1500$  mm und in Nennlängen  $< 2000$  mm und  $\geq 2000$  mm mit normalen Grenzabmaßen oder mit eingeschränkten Grenzabmaßen (Kurzzeichen S) bestellt werden, Anhaltangaben s. Norm. Für Flacherzeugnisse aus Stählen mit höherer Streckgrenze werden die Grenzabmaße der Dicke um 20% erhöht, bei festgelegter Mindeststreckgrenze von  $\geq 280$  N/mm<sup>2</sup> bis  $< 360$  N/mm<sup>2</sup> und um 40% für Werte  $\geq 360$  N/mm<sup>2</sup>. Für die Breiten von  $\leq 1200$  mm bis  $> 1500$  mm bei Blech und Band und längsgeteiltes Breitband in Nenndicken  $> 600$  mm gelten ebenfalls normale und eingeschränkte Grenzabmaße, Anhaltangaben s. Norm. Anhaltangaben für Ebenheitstoleranzen (Kurzzeichen eingeschränkte Toleranzklassen FS) s. Norm.

**Bezeichnungsbeispiel:** Blech EN 10131-1,20  $\times$  1500 Stahl EN 10130 DC04-A-m. Grenzabmaße, Lieferarten, Form- und Lagetoleranzen, s. Norm.

Werkstoffe: z. B. DIN EN 10130, DIN EN 10336, DIN EN 10209 und DIN EN 10152.

DIN EN 10131 ersetzt DIN 1541.

### DIN EN 10140 Kaltband – Grenzabmaße und Formtoleranzen (Okt 1996)

Diese Norm enthält die Anforderungen an die Grenzabmaße und Formtoleranzen der Erzeugnisse, die bisher in DIN 1544 genormt waren. Sie gilt für Kaltband in Rollen in Walzbreiten  $< 600$  mm aus allen Stählen, mit Ausnahme der

nichtrostenden und hitzebeständigen Stähle sowie für kaltgewalzte Flacherzeugnisse, für die eigene Normen bestehen. Sofern nicht anders angegeben, werden die Erzeugnisse mit geschnittenen Kanten (GK) und den Grenzabmaßen A (normal) geliefert, Anhaltsangaben s. Norm. Nenndickenbereiche in mm sind:  $\leq 0,10$ ;  $> 0,10 \leq 0,15$ ;  $> 0,15 \leq 0,25$ ;  $> 0,25 \leq 0,40$ ;  $> 0,40 \leq 0,60$ ;  $> 0,60 \leq 1,00$ ;  $> 1,00 \leq 1,50$ ;  $> 1,50 \leq 2,50$ ;  $> 2,50 \leq 4,00$ ;  $> 4,00 \leq 6,00$ ;  $> 6,00 \leq 8,00$ ;  $> 8,00 \leq 10,00$ . Weitere Klassen für die Grenzabmaße der Dicke: eingeschränkt B, Präzisionsabmaße C. Zulässige Breitenabweichungen mit Sonderkanten (SK), die z. B. scharfkantig gewalzt wurden, s. Norm.

Werkstoffe: z. B. DIN EN 10139 und DIN EN 10132-3.

**Bezeichnungsbeispiel: Kaltband EN 10140–1,50 × 200 GK Stahl EN 10139–DC04+LC-MB-RM**

### **DIN EN 10143 Kontinuierlich schmelztauchveredeltes Blech und Band aus Stahl – Grenzabmaße und Formtoleranzen (Mrz 1993)**

Erzeugnisform: Band aller Breiten sowie daraus abgelängte Bleche und Stäbe für Nenndicken in mm:  $\leq 0,40$  0,60 0,80 1,00 1,20 1,60 2,00 2,50 3,00.

Hinweise zu Grenzabmaßen und Ebenheitstoleranzen s. zuvor behandelte Norm DIN EN 10131.

**Bezeichnungsbeispiel: Blech EN 10143–0,80S × 1200S × 2500FS Stahl EN 10327–DX53D+ZF100–B–O** (Blech mit eingeschränkter Grenzabmaße (S) für Nenndicke 0,8 mm ( $\pm 0,06$  mm) und Nennbreite 1200 (0/+2 mm) und mit eingeschränkter Ebenheitstoleranz (FS) für Nennlänge 2500 mm (5 mm).

Werkstoffe: z. B. nach DIN EN 10292, DIN EN 10326, DIN EN 10336, DIN EN 10327 und DIN EN 10147.

DIN EN 10143 ersetzt die frühere nationale Norm DIN 59232.

### **DIN EN 10163-1 Lieferbedingungen für die Oberflächenbeschaffenheit von warmgewalzten Stahlerzeugnissen – Allgemeine Anforderungen (Mrz 2005)**

Es sind die allgemeinen Anforderungen an die Oberflächenbeschaffenheit von warmgewalztem Blech und Breitflachstahl sowie von warmgewalzten Profilen aus Stahl festgelegt. Die Norm gilt für die Anforderungen an die Art, die zulässige Tiefe und zulässige Größe der beeinflussten Oberflächenzone bei **Ungänzen** (Unvollkommenheiten und Fehler, z. B. Zundereinwülbungen, Ein- oder Abdrücke, Schrammen, Riefen, Schuppen, Blasen, Sandstellen, Risse, Schalen) und **Ausbesserungen durch Schleifen und/oder Schweißen**. Die Norm ist nur dann anzuwenden, wenn keine anderen Anforderungen an die Oberflächenbeschaffenheit festgelegt sind.

Für Breitflachstahl in Dicken von  $3 \text{ mm} \leq t \leq 400 \text{ mm}$  gilt Teil 2 der Norm, für alle Oberflächen von Profilen (z. B. I- und H-Profile aus Baustahl, gleichschenklige und ungleichschenklige Winkel aus Stahl) mit Ausnahme der Profilkanten gilt Teil 3 der Norm.

### **DIN EN 10163-2 Lieferbedingungen für die Oberflächenbeschaffenheit von warmgewalzten Stahlerzeugnissen (Blech, Breitflachstahl und Profile) – Blech und Breitflachstahl (Mar 2005)**

Es sind die Lieferbedingungen für die Oberflächenbeschaffenheit von warmgewalztem Blech und die Oberflächenbeschaffenheit der Flächen von Breitflachstahl in Dicken von  $3 \text{ mm} \leq t \leq 400 \text{ mm}$  enthalten. Für die Bleche in Dicken  $> 400 \text{ mm}$  sollten bei der Bestellung besondere Vereinbarungen getroffen werden.

**Unvollkommenheiten bei Flacherzeugnissen** sind Oberflächen-Ungänzen, mit Ausnahme von Rissen, Schalen und Schalenstreifen, deren Tiefe und/oder Größe einen festgelegten Grenzwert nicht überschreiten. **Fehler bei Flacherzeugnissen** sind Oberflächen-Ungänzen, deren Tiefe und/oder Größe einen bestimmten Grenzwert überschreiten, sowie alle Risse, Schalen und Schalenstreifen unabhängig von ihrer Tiefe und/oder Größe.

Die Anforderungen an die Oberflächenbeschaffenheit und die Bedingungen für das Ausbessern sind in den Klassen A und B festgelegt mit jeweils drei Untergruppen.

Unter Berücksichtigung der größten zulässigen Tiefe von Unvollkommenheiten/Ungänzen (s. Norm) gilt für **Klasse A**: Die verbleibende Dicke unter Ungänzen oder unter den durch Schleifen ausgebesserten Zonen darf die in der jeweiligen Maßnorm festgelegte Mindestdicke unterschreiten. Für **Klasse B** dagegen: Die verbleibende Dicke unter Ungänzen oder unter den durch Schleifen ausgebesserten Zonen darf die in der jeweiligen Maßnorm festgelegte Mindestdicke *nicht* unterschreiten.

Untergruppe 1: Das Ausbessern durch Meißeln und/oder Schleifen mit nachfolgendem Schweißen ist im Rahmen der in der Norm festgelegten Bedingungen erlaubt. Untergruppe 2: Das Ausbessern durch Schweißen ist nur nach Vereinbarung bei der Bestellung und unter vereinbarten Bedingungen erlaubt. Untergruppe 3: Das Ausbessern durch Schweißen ist nicht erlaubt.

Wenn entsprechende Festlegungen fehlen und bei der Bestellung nichts anderes vereinbart wurde, gilt die Klasse A mit der Untergruppe 1.

### **DIN 59220 Flacherzeugnisse aus Stahl – Warmgewalztes Blech mit Mustern – Maße, Masse, Grenzabmaße, Formtoleranzen und Grenzabweichungen der Masse (Apr 2000)**

Bleche nach dieser Norm sind an der Unterseite glatt und haben an der Oberseite ein regelmäßiges erhabenes Muster. Zwei Ausführungsarten: Tränenblech T; Riffelblech R. Nenndicken (an Stellen ohne Musterauflage): 3 4 5 6 8 10 mm

(Breiten von 600 mm bis 2000 mm). Nennlängen von/bis unter in mm: –/4000, 4000/6000, 6000/8000, 8000/10 000, 10 000/15 000, 15 000/20 000. Anhaltangaben zu Masse, Grenzabmaße, Formtoleranzen und Grenzabweichungen der Masse s. Norm. Werkstoff: Üblicherweise Stahl nach DIN EN 10025. Die Festlegungen dieser Norm gelten nur für Werkstoffe mit vorgeschriebenen Mindestwerten der Streckgrenze bis zu 355 N/mm<sup>2</sup>.

**Bezeichnungsbeispiel** (Stahl S235JRG2, Tränenblech, Nenndicke 5 mm): **Blech DIN 59220-S235JRG2-T-5**

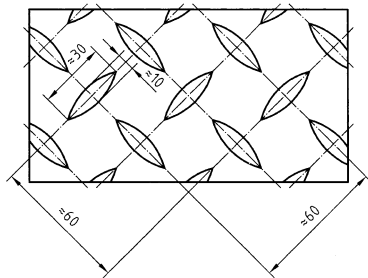


Bild 200.1 Tränenblech T, DIN 59220

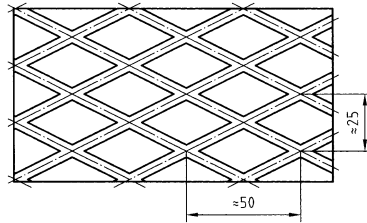


Bild 200.2 Riffelblech R, DIN 59220

#### 8.1.4.4 Rohre aus Stahl

Begriffsbestimmung s. DIN EN 10079. Europäische Normen sind im Vergleich zu den früheren national geltenden DIN-Normen in verschiedenen Bereichen anders zusammengestellt. So sind die zuvor in DIN 2391, DIN 2393 und DIN 2394 genormten Maßfestlegungen für Präzisionsstahlrohre jetzt mit in der Europäischen Norm DIN EN 10305 enthalten, die entsprechenden Festlegungen für mittelschwere und schwere Gewinderohre nach DIN 2440 und DIN 2441 in der Europäischen Norm DIN EN 10255.

#### DIN EN 10220 Nahtlose und geschweißte Stahlrohre – Allgemeine Tabellen für Maße und längenbezogene Masse (Mrz 2003)

Die Norm enthält Festlegungen für nahtlose und geschweißte kreisförmige Stahlrohre für allgemeine Anwendungen, z. B. für den Maschinenbau, Druckgerätebau und Stahlbau. Beim Außendurchmesser erfolgte eine Einteilung in drei Reihen, welche die Verfügbarkeit von Zubehör für Rohrleitungssysteme widerspiegeln. Außendurchmesser, für die das gesamte beim Bau von Rohrleitungssystemen benötigte Zubehör genormt ist, sind in der Reihe 1 enthalten.

**Reihe 1:** Wanddicke  $T$  (bis  $\leq 65$ ) in mm: 0,5 0,6 0,8 1,0 1,2 1,4 1,6 1,8 2,0 2,3 2,6 2,9 3,2 3,6 4,0 4,5 5,0 5,4 5,6 6,3 7,1 8,0 8,8 10,0 11,0 12,5 14,2 16,0 17,5 20,0 22,2 25,0 28,0 30,0 32,0 36,0 40,0 45,0 50,0 55,0 60,0 65,0.

Außendurchmesser  $D$  in mm: 10,2 13,5 17,2 21,3 26,9 33,7 42,4 48,3 60,3 76,1 88,9 114,3 139,7 168,3 219,1 273,0 323,9 355,6 406,4 457,0 508,0 610,0 711,0 813,9 914,0 1016,0 1067,0 1118,0 1219,0 1422,0 1626,0 1829,0 2032,0 2235,0 2540,0.

Wanddicke  $T$  und zugeordnete Außendurchmesser  $D$ : **0,5**  $\times$  10,2 bis 42,4; **0,6**  $\times$  10,2 bis 60,3; **0,8**  $\times$  10,2 bis 88,9; **1,0**  $\times$  10,2 bis 88,9; **1,2**  $\times$  10,2 bis 114,3; **1,4**  $\times$  10,2 bis 114,3; **1,6**  $\times$  10,2 bis 168,3; **1,8**  $\times$  10,2 bis 219,1; **2,0**  $\times$  10,2 bis 273,0; **2,3**  $\times$  10,2 bis 273,0; **2,6**  $\times$  10,2 bis 406,4; **2,9**  $\times$  13,5 bis 406,4; **3,2**  $\times$  13,5 bis 610,0; **3,6**  $\times$  113,5 bis 610,0; **4,0**  $\times$  117,2 bis 1016,0; **4,5**  $\times$  17,2 bis 1067,0; **5,0**  $\times$  21,3 bis 1291,0; **5,4**  $\times$  21,3 bis 1219,0; **5,6**  $\times$  26,9 bis 1422,0; **6,3**  $\times$  26,9 bis 1626,0; **7,1**  $\times$  26,9 bis 1829,0; **8,0**  $\times$  26,9 bis 2032,0; **8,8**  $\times$  33,7 bis 2235,0; **10,0**  $\times$  42,4 bis 2540,0; **11,0**  $\times$  42,4 bis 2540,0; **12,5**  $\times$  42,4 bis 2540,0; **14,2**  $\times$  60,3 bis 2540,0; **16**  $\times$  60,3 bis 2540,0; **17,5**  $\times$  76,1 bis 2540,0; **20,0**  $\times$  76,1 bis 2540,0; **22,2**  $\times$  76,1 bis 2540,0; **25,0**  $\times$  88,9 bis 2540,0; **28,0**  $\times$  88,9 bis 2540,0; **30,0**  $\times$  88,9 bis 2540,0; **32,0**  $\times$  114,3 bis 2540,0; **36,0**  $\times$  114,3 bis 2540,0; **40,0**  $\times$  114,3 bis 2540,0; **45,0**  $\times$  139,7 bis 2540,0; **50,0**  $\times$  139,7 bis 2540,0; **55,0**  $\times$  168,3 bis 2540,0; **60,0**  $\times$  168,3 bis 2540,0; **65,0**  $\times$  219,1 bis 2540,0.

Anhaltangaben zur längenbezogenen Masse der Rohre nach Reihe 1, s. Norm. Festlegungen für die Reihen 2 (Außendurchmesser, für die nicht alle Zubehörteile genormt sind) und 3 (Außendurchmesser, für die es kaum genormtes Zubehör gibt), sowie für Rohre im Wanddickenbereich  $70 \text{ mm} \leq T \leq 100 \text{ mm}$ , s. Norm. Vorzugsmaße für nahtlose und geschweißte Rohre werden nicht mehr gesondert ausgewiesen. Um für Zwischenabmessungen die längenbezogene Masse berechnen zu können, wird ein Verfahren zur Berechnung angeboten: Mit der Formel  $M = (D - T) T \times 0,0246615 \text{ kg/m}$  für Stähle mit einer Dichte von  $7,85 \text{ kg/dm}^3$ , bei Annahme einer Dichte von  $7,97 \text{ kg/dm}^3$  mit Einsatzfaktor 0,0250 für austenitische nichtrostende Stähle und bei Annahme einer Dichte von  $7,73 \text{ kg/dm}^3$  mit Einsatzfaktor 0,0243 für ferritische und martensitische Stähle.

#### DIN EN ISO 1127 Nichtrostende Stahlrohre – Maße – Grenzabmaße und längenbezogene Masse (Mrz 1997)

In dieser Norm sind die Festlegungen für Rohre aus austenitischen, ferritischen und martensitischen nichtrostenden Stählen enthalten. Spezifiziert sind Außendurchmesser, Wanddicken, Grenzabmaße und Werte für die längenbezogene Masse. Außendurchmesser und Wanddicken bis 14,2 mm wurden aus ISO 4200 ausgewählt. Beim Außendurchmesser erfolgte eine Einteilung in drei Reihen.

**Reihe 1:** Wanddicke  $T$  in mm: 1,0 1,2 1,6 2,0 2,3 2,6 2,9 3,2 3,6 4,0 4,5 5,0 5,6 6,3 7,1 8,0 8,8 10,0 11,0 12,5 14,2.

Außendurchmesser  $D$  in mm: 10,2 13,5 17,2 21,3 26,9 33,7 42,4 48,3 60,3 76,1 88,9 114,3 139,7 168,3 219,1 273,0 323,9 355,6 406,4 457,0 508,0 610,0 711,0 813,0 914,0 1016,0.

Wanddicke  $T$  und zugeordnete Außendurchmesser  $D$ : **1,0**  $\times$  10,2 bis 48,3; **1,2**  $\times$  10,2 bis 13,5 33,7; **1,6**  $\times$  10,2 bis 168,3; **2,0**  $\times$  10,2 bis 273,0; **2,3**  $\times$  13,5 17,2 33,7 60,3 76,1 88,9; **2,6**  $\times$  21,3 bis 406,4; **2,9**  $\times$  13,5 26,9 60,3 76,1 bis 114,3; **3,2**  $\times$  17,2 bis 88,9 139,7 bis 610,0; **3,6**  $\times$  42,4 bis 114,3 219,1 273,0 508,0; **4,0**  $\times$  21,3 26,9 60,3 bis 88,9 139,7 bis 457,0 610,0; **4,5**  $\times$  33,7 114,3 168,3 323,9 **5,0**  $\times$  42,4 48,3 76,1 139,7 168,3 323,9 bis 508,0; **5,6**  $\times$  60,3 88,9 508,0 610,0; **6,3**  $\times$  114,3 139,7 219,1 273,0 610,0; **7,1**  $\times$  76,1 139,7 168,3 323,9 711,0; **8,0**  $\times$  88,9 219,1 818,0 **8,8**  $\times$  114,3 914,0; **10,0**  $\times$  139,7 273,0 bis 457,0 1016,0 **11,0**  $\times$  168,3 355,6 508,0; **12,5**  $\times$  219,1 bis 610,0; **14,2**  $\times$  273,0 457,0 bis 610,0. Die Angaben gelten für austenitische nichtrostende sowie für ferritische und martensitische nichtrostende Stähle. Anhaltsangaben zur längenbezogenen Masse der Rohre nach Reihe 1 sowie Festlegungen für die Reihen 2 und 3, s. Norm. Unter Berücksichtigung der in der Norm genannten ISO 4200 sind die Definitionen der drei Außendurchmesser-Reihen entsprechend den Angaben in der DIN EN 10220. Grenzabmaße für Außendurchmesser und Wanddicke s. Norm. Für andere Grenzabmaße gilt ISO 5252, s. Norm.

#### 8.1.4.5 Rohrleitungen, Rohrverbindungen, Armaturen, Flansche aus Stahl und Gusseisen

Von den zahlreichen Normen dieses Fachgebietes kann hier nur eine kleine Auswahl wiedergegeben werden. Zu dem im Titel genannten Bereich gehören auch die speziellen Lieferbedingungen der Normenreihen DIN EN 10216 und DIN EN 10217 für nahtlose und geschweißte Stahlrohre sowie DIN EN 10255 „Rohre aus unlegiertem Stahl“. Hinweis zu gewellten Metallschlauchleitungen s. Abschn. 8.1.2.2.2.

Im Übrigen wird auf folgende DIN-Taschenbücher hingewiesen: DIN-TAB 9 „Gussrohrleitungen“, DIN-TAB 15 „Stahlrohrleitungen 1; Maße und technische Lieferbedingungen“, DIN-TAB 141 „Stahlrohrleitungen 2; Planung und Konstruktion“, DIN-TAB 142 „Stahlrohrleitungen 3; Zubehör und Prüfung“<sup>1)</sup>.

Sinnbilder für Rohrleitungen s. DIN 2429-2 (s. Abschn. 9.8.2).

Zahlenwerte zu Werkstoffen und Abmessungen für die gebräuchlichsten deutschen, englischen und US-amerikanischen Flansche, s.: „Flansche und Werkstoffe; Normen und Tabellen“, DIN Deutsches Institut für Normung. 5. Auflage 2006<sup>1)</sup>.

#### DIN EN 1333 Rohrleitungsteile – Definition und Auswahl von PN (Jun 2006)

Der Begriff „Nenndruck“ wurde zugunsten „PN“ aus der Definition herausgenommen. PN, als alphanumerische Kenngrößen für Referenzzwecke, bezogen auf eine Kombination von mechanischen und maßlichen Eigenschaften eines Bauteils eines Rohrleitungssystems, sollte nicht in Berechnungen verwendet werden. Folgende PN-Stufen stehen zur Verfügung: PN 2,5 PN 6 PN 10 PN 16 PN 25 PN 40 PN 63 PN 100 PN 160 PN 250 PN 320 PN 400.

#### DIN EN 764-1 Druckgeräte – Terminologie – Druck, Temperatur, Volumen, Nennweite (Sep 2004)

Die Norm besteht unter dem allgemeinen Titel Druckgeräte aus sieben Teilen, Teile 2 bis 7 s. jeweils Norm. Druckgeräte sind Behälter, Rohrleitungen, Ausrüstungsteile mit Sicherheitsfunktion und druckhaltende Ausrüstungsteile.

**Druck:** der auf den Atmosphärendruck bezogene Druck, d. h. Überdruck. Demnach wird ein Druck im Vakuumbereich durch einen Negativwert ausgedrückt. **Volumen V:** inneres Volumen eines Druckraums, einschließlich des Volumens von den Stutzen bis zur ersten Verbindung, aber abzüglich des Volumens fest eingebauter innen liegender Teile. **Nennweite DN:** eine numerische Größenbezeichnung, die für alle Bauteile eines Rohrleitungssystems verwendet wird, für die nicht der Außendurchmesser oder die Gewindegröße angegeben werden. Es handelt sich um eine gerundete Zahl, die als Referenzgröße dient und nur annäherungsweise mit den Fertigungsmaßen in Beziehung steht.

Weiter enthält die Norm Definitionen und Symbole für folgende Begriffe: Druckraum, Bauteil, Absolutdruck, Differenzdruck, Arbeitsdruck, Arbeitstemperatur, maximal zulässiger Druck, zulässige maximale/minimale Temperatur, Auslegungsdruck, Auslegungstemperatur, Berechnungsdruck, Berechnungstemperatur, Prüfdruck, Prüftemperatur (Definitionen s. Norm).

#### DIN EN ISO 6708 Rohrleitungsteile, Definition und Auswahl von DN (Nennweite) (Sep 1995)

In DIN EN ISO 6708 wird die Definition von DN (Nennweite) bei Bauteilen von Rohrleitungen festgelegt, die das DN-System verwenden. Die Auflistung der bevorzugten DN-Stufen von DN 10 bis DN 4000 ist in DIN EN 1092-2 enthalten.

*Anmerkung:* Es sind auch noch andere Bezeichnungsweisen gebräuchlich, z. B. Erzeugnisse, die mit  $OD$  (Außendurchmesser) oder  $ID$  (Innendurchmesser) bezeichnet sind, s. hierzu Bild 268.3. Diese Bezeichnungsweisen sind nicht in dieser Norm definiert. Normen, die das DN-Bezeichnungssystem verwenden, sollten den Bezug zwischen DN und Bauteilmaßen enthalten, also z. B. DN/OD oder DN/ID.

**Definition DN:** DN ist eine alphanumerische Bezeichnung der Größe für Bauteile in einem Rohrleitungssystem, die für Referenzzwecke verwendet wird. Sie umfasst die Buchstaben DN, gefolgt von einer dimensionslosen ganzen Zahl, die indirekt mit der physikalischen Größe der Bohrung oder Außendurchmesser der Anschlüsse, ausgedrückt in Millimetern, in Beziehung steht. **Beispiele:** DN 10, DN 250, DN 1500

*Anmerkung:* Die Zahl hinter den Buchstaben DN ist kein messbarer Wert und sollte, sofern nicht anders angegeben, nicht in Berechnungen verwendet werden. DIN EN ISO 6708 ersetzt die zurückgezogene Norm DIN 2402 teilweise.

<sup>1)</sup> Beuth Verlag GmbH Berlin, Wien, Zürich

Unter dem Haupttitel „Flansche und ihre Verbindungen“ besteht die Norm DIN EN 1092 aus sechs Teilen. Teil 1: Stahlflansche (Schmiedestücke aus Werkstoffen nach DIN EN 10025 und 10222, Gussstücke aus Werkstoffen nach DIN EN 10213, warmgewalzte Erzeugnisse nach DIN EN 10025 und DIN EN 10028), Teil 2: Gusseisenflansche, Teil 3: Kupferlegierungen; Teil 4: Aluminiumlegierungen, Teil 5: Flansche aus anderen metallischen Werkstoffen, Teil 6: Flansche aus nichtmetallischen Werkstoffen. Teil 1 bis 6 s. jeweils Norm. Die Anschlussmaße der Flansche sind innerhalb der Normenreihe kompatibel.

### **DIN EN 1092-2 Flansche und ihre Verbindungen – Runde Flansche für Rohre, Armaturen, Formstücke und Zubehörteile, nach PN bezeichnet – Teil 2: Gusseisenflansche (Jun 1997)**

Diese Norm legt die Anforderungen an runde Flansche fest. Ein **Flansch** ist ein flaches, kreisförmiges Ende eines Rohrleitungsteiles, das senkrecht zu seiner Achse steht mit gleichmäßig auf einem Lochkreis angeordneten Schraubenlöchern. **Werkstoffart:** DG Duktiles Gusseisen (bei dem der Graphit überwiegend in kugelförmiger Form vorliegt), TG Temperguss, GG Grauguss. Referenznormen: DG = DIN EN 1563 und DIN EN 545, GG = DIN EN 1561, TG = ISO 5922 s. jeweils Norm. Güteklassen, z. B. TG B 30-06, s. Norm. **Nennweiten:** DN 10 DN 15 DN 20 DN 25 DN 32 DN 40 DN 50 DN 60 DN 65 DN 80 DN 100 DN 125 DN 150 DN 200 DN 250 DN 300 DN 350 DN 400 DN 450 DN500 DN600 DN 700 DN 800 DN 900 DN 1000 DN 1100 DN 1200 DN 1300 DN 1400 DN 1500 DN 1600 DN 1800 DN 2000 DN 2200 DN 2400 DN 2600 DN 2800 DN 3000 DN 3200 DN 3400 DN 3600 DN 3800 DN 4000. **PN-Stufen:** PN 2,5 PN 6 PN 10 PN 16 PN 25 PN 40 PN 63. **Flanschtypen:** 05 Blindflansch, 11 Vorschweißflansch, 12 Überschieb-Schweißflansch mit Ansatz, 13 Gewindeflansch mit Ansatz, 14 Einsteck-Schweißflansch mit Ansatz, 16 Loser Flansch, 21 Integriertflansch. Dichtflächenform A (ohne Dichtleiste) wahlweise für Werkstoffart TG, Dichtflächenform B (mit Dichtleiste) für Werkstoffart DG und GG vorgeschrieben, wahlweise für TG. Maße, Toleranzen, Schraubengrößen, Oberflächenbeschaffenheit der Dichtflächen, Kennzeichnung und Prüfung, s. jeweils Norm.

**Bezeichnungsbeispiel: Flansch EN 1092-2/DN 100/PN 40/11 TG B30-06/A**

Mit dieser Norm werden die bisher geltenden Festlegungen für Gusseisenflansche, u. a. in DIN 2533, ersetzt. Festlegungen für Stahlflansche, nach PN bezeichnet, sind im Teil 1 der Norm enthalten (ersetzt u. a. DIN 2633).

### **DIN EN 1092-3 Flansche und ihre Verbindungen – Runde Flansche für Rohre, Armaturen, Formstücke und Zubehörteile, nach PN bezeichnet – Teil 3: Flansche aus Kupferlegierungen (Okt 2004)**

Die Norm gilt für runde Flansche aus Kupferlegierungen und glatte Losflansche aus Stahl mit den Stufen PN 6 bis PN 40 und den Nennweiten DN 10 bis DN 1800. Die Flansche werden mit Rohren aus Kupfer und Kupferlegierungen nach DIN EN 12449 verwendet. Werkstoffe für Kupfererzeugnisse aus Guss sind nach DIN EN 1982, für Schmiedestücke oder Blech nach DIN EN 12420 oder DIN EN 1652 auszuwählen; Stahlblech nach DIN EN 10028-2 (P265GH oder P295GH) oder DIN EN 10222-2 bei Schmiedestücken aus Stahl (P245GH). In der Norm sind Festlegungen für Maße und Toleranzen, Druck-/Temperaturzuordnungen, Flanschdichtflächen und deren Oberflächenbeschaffenheit sowie zur Kennzeichnung enthalten, s. Norm. Des Weiteren enthält die Norm Anforderungen bei Reparaturen durch Schweißen, zur Montage mit Schrauben und Muttern (Angaben hierzu s. DIN EN 1515) und Dichtungen (nach DIN EN 1514). Informativ sind in einem Anhang Flanschgewichte aufgenommen.

Bezeichnung eines Vorschweißflansches Typ 11 (s. Norm) mit Dichtflächenform B von PN-Stufe PN 16 und Nennweite DN 100, aus Werkstoff CuAl10Fe2-C:

**Flansch EN 1092-3/11B/PN 16/DN 100/CC331G**

## **8.2 Nichteisenmetalle**

Normen über Nichteisenmetalle sind auch in zahlreichen DIN-Taschenbüchern<sup>1)</sup> zusammengefasst: DIN-Taschenbuch 456, Kupfer – Walzprodukte und Rohre; 457, Kupfer – Stangen, Drähte, Profile, Gussstücke und Schmiedestücke; 450, Aluminium – Bänder, Bleche, Platten usw.; 451, Aluminium – Stangen, Rohre Profile, Drähte, Vormaterial; 452, Aluminium – Hüttenaluminium, Aluminiumguss, Schmiedestücke, Vormaterial; und 459, Blei, Magnesium, Nickel, Titan, Zink, Zinn und deren Legierungen.

### **8.2.1 Systematische Benennung von Nichteisenmetallen**

Die Normen für Nichteisenmetalle werden derzeit von nationalen DIN-Normen auf Europäische Normen (EN) umgestellt. Werkstoffbezeichnungen für Nichteisenmetalle werden entweder aus chemischen Symbolen, Kennzahlen und Kennbuchstaben zusammengesetzt oder durch eine bestimmte Ziffernfolge verschlüsselt angegeben. Letztere Darstel-

<sup>1)</sup> Beuth Verlag GmbH Berlin, Wien, Zürich

lung wird hier üblicherweise als Werkstoffnummer (WNR) aufgeführt. Als Werkstoffangaben für Nichteisenmetalle können die Bezeichnungssysteme der Europäischen Normen entweder wahlweise oder kombiniert verwendet werden. Die angewendeten chemischen Symbole entsprechen der internationalen Nomenklatur: Ag Silber, Al Aluminium, B Bor, Be Beryllium, Bi Wismut, Cd Cadmium, Ce Zr, Co Kobalt, Cr Chrom, Cu Kupfer, Fe Eisen, Ga Gallium, Li Lithium, Mg Magnesium, Mn Mangan, Mo Molybdän, Nb Niob, Ni Nickel, Pb Blei, RE Seltene Erden, Sb Antimon, Si Silizium, Sn Zinn, Sr Strontium, Ti Titan, V Vanadium, Zn Zink, Zr Zirkon. Normen zur Festlegung der neuen Bezeichnungssysteme und zur Beschreibung der Werkstoffzustände liegen bereits vor. Insbesondere in zahlreichen Produktnormen und Halbzeugnormen werden aber noch die herkömmlichen Werkstoffbezeichnungen nach den DIN-Normen geführt. Da in vielen Fällen mit der Änderung der Werkstoffbezeichnung auch eine Anpassung der mechanischen Eigenschaften, der chemischen Zusammensetzung und anderer Werkstoffkenngrößen erfolgte, sollten Umstellungen der Werkstoffbezeichnungen bei konkreten älteren Projekten möglichst sorgfältig vorgenommen werden.

Kurzzeichen für Werkstoffe, die noch nicht in einer entsprechenden Europäischen Norm aufgeführt sind, werden noch nach der im Juli 2000 zurückgezogenen Norm DIN 1700 „Nichteisenmetalle; Systematik der Kurzzeichen“ gebildet (s. Norm). Die Kennzeichen stehen dann in folgender Reihenfolge: Chemisches Symbol des Basiselementes, chemische Symbole der Hauptlegierungsbestandteile, Symbol für besondere Eigenschaften (z. B. Mindestzugfestigkeit). Hinter den chemischen Symbolen stehen die unverschlüsselten Legierungskennzahlen (Gehalte). Die Kennzahlen der Gehalte fallen weg, wenn die chemischen Symbole allein die Legierung ausreichend beschreiben; dem Basiselement werden sie nur dann hinzugefügt, wenn es die Unterscheidung erfordert, bei unlegierten Metallen kennzeichnen sie den Mindestreinheitsgrad. Chemische Symbole und Kennzahlen werden ohne Zwischenräume aneinander gereiht. Bei Gusslegierungen wird das betreffende Kennzeichen mit Bindestrich vorangestellt. Ist eine zusätzliche Beimengung von besonderer Bedeutung, so wird das betreffende chemische Symbol in Klammern den anderen Kennzeichen beigefügt. Kennzeichen für besondere Eigenschaften werden mit Zwischenraum an den Schluss gesetzt.

#### DIN 17007-4 Werkstoffnummern – Systematik der Hauptgruppen 2 und 3 – Nichteisenmetalle (Juli 1963)

Nach DIN 17007-4 sind folgende Bereiche der Sortennummern den NE-Grundmetallen zum Unterteilen in Legierungsgruppen zugeordnet (2 für Schwermetall außer Eisen, 3 für Leichtmetall):

2.000 bis 2.1799: Cu	2.1800 bis 2.1999: Reserve	2.2000 bis 2.2499: Zn, Cd
2.2500 bis 2.2999: Reserve	2.3000 bis 2.3499: Pb	2.3500 bis 2.3999: Sn
2.4000 bis 2.4999: Ni, Co	2.5000 bis 2.5999: Edelmetalle	
2.6000 bis 2.6999: Hochschmelzende Metalle		2.7000 bis 2.9999: Reserve
3.0000 bis 3.4999: Al	3.5000 bis 3.5999: Mg	3.6000 bis 3.6999: Reserve
3.7000 bis 3.7999: Ti	3.8000 bis 3.9999: Reserve	

Werkstoffnummern der Legierungsgruppen s. Norm.

Die für alle NE-Metalle einheitlichen Anhängeszahlen geben den Zustand an. Verwendet werden die Ziffern 0 1 2 bis 9, sie kennzeichnen in der 6. Stelle der WNR die Zustandsgruppe (Dekade) und in der 7. den Zustand im Einzelnen.

In den Dekaden sind die Zustände wie folgt zusammengefasst:

Dekade 0: unbehandelt	Dekade 1: weich
Dekade 2: kaltverfestigt (Zwischenhärten)	Dekade 3: kaltverfestigt („hart“ und darüber)
Dekade 4: lösungsgeglüht ohne mech. Nacharbeit	Dekade 5: lösungsgeglüht, kaltnachbearbeitet
Dekade 6: warmausgehärtet, ohne mech. Nacharbeit	Dekade 7: warmausgehärtet, kaltnachbearbeitet
Dekade 8: entspannt, ohne vorherige Kaltverfestigung	Dekade 9: Sonderbehandlungen (z. B. Stabilisierungsglühungen)

#### Beispiele für Anhängeszahlen

<b>Dekade 0</b>	<b>Dekade 2</b>	<b>Dekade 3</b>
.00: Masseln usw., unbehandelt	.20: gewalzt/gezogen, ohne vorgeschriebene Festigkeitswerte	.30: hart
.01: Sandguss, unbehandelt	.21: gewalzt, entspannt/gezogen, entspannt	.31: hart, entspannt
.02: Kokillenguss, unbehandelt	.22: achthart (einschl. der Zwischenhärten, die als partielles. Entfestigungsglühen – letzter Arbeitsgang – erzielt werden)	.32: federhart
.03: Schleuderguss, unbehandelt	.23: achthart, entspannt.	.33: federhart, entspannt
.04: Strangguss, unbehandelt	.24: viertelhart (wie .22).	.34: doppel federhart
.05: Druckguss, unbehandelt	.25: viertelhart, entspannt.	.35: doppel federhart, entspannt
.06: Sintermetall, unbehandelt (einschl. eines Kalt-Kalibrierschlages)	.26: halbhart (wie .22)	.36: überdoppel federhart
.07: warmgewalzt (einschl. des als verfestigt bezeichneten Zustandes)/ warmgezogen	.27: halbhart, entspannt	.37: überdoppel federhart, entspannt
.08: (strang-)gepresst/(warm-) geschmiedet (Freiform/Gesenk) (wie .06)	.28: dreiviertelhart (wie .22)	

Weiteres über die Unterteilung der Dekaden s. Norm

Hinweis: Für Aluminium und Aluminiumlegierungen werden in DIN EN 573-1 neue Werkstoffnummern für Halbzeug festgelegt, in DIN EN 1780-1 für Masseln, Vorlegierungen und Gussstücke.

Bezeichnung von Zinklegierungen durch Werkstoffkurzzeichen, Werkstoffnummern, Kurzbezeichnung und Farbcodierung s. DIN EN 1774.

## DIN EN 12258-1 Aluminium und Aluminiumlegierungen – Begriffe und Definitionen – Allgemeine Begriffe (Sep 1998)

In dieser Norm werden allgemeine Begriffe, die sich auf Erzeugnisse aus Aluminium und Aluminiumlegierungen beziehen, definiert. Schwerpunkte sind Materialien und Erzeugnisse, technische und metallurgische Prozesse, Oberflächenbehandlung, Probenahme, Prüfung und Verpackung sowie Qualitätsabweichungen. Das Verzeichnis ist dreisprachig gehalten. Auswahl:

**Bombierung.** Dickenunterschied zwischen einem Rand und der Mitte eines Walzerzeugnisses.

**Aluminium.** Metall mit einem minimalen Massenanteil an Aluminium von 99,0%. Darin darf die Summe aus den Massenanteilen von Eisen und Silicium nicht höher als 1,0% sein, die Massenanteile anderer Elemente nicht größer als 0,1%, mit Ausnahme von max. 0,2% Kupfer, sofern weder für Chrom noch Mangan der Massenanteil größer als 0,05% ist.

**Aushärtung.** Festigkeits- und Härteanstieg, verursacht durch Aushärten.

**Auslagerung.** Ausscheidung von intermetallischen Phasen aus der übersättigten festen Lösung, welche mit der Änderung von Eigenschaften des Materials verbunden ist.

**Dünnband für Wärmeaustauscher (Finstock).** Flachgewalztes Erzeugnis mit rechteckigem Querschnitt im Dickenbereich zwischen 80 µm und 350 µm.

**Gussstück.** Erzeugnis von fertiger oder fast fertiger Gestalt, hergestellt durch Erstarren von flüssigem Metall in einer Form.

**Kaltauslagerung.** Anstieg der Härte und Festigkeit einer Legierung durch spontane Ausscheidung von Legierungselementen aus der übersättigten Lösung bei Raumtemperatur.

**Kammerwerkzeug.** Werkzeug mit einem Pressdorn, welcher Bestandteil des Werkzeuges ist. Hohlprofile oder Rohre, die durch ein Kammerwerkzeug gepresst werden, sind durch eine oder mehrere längs verlaufende Strangpressnähte gekennzeichnet.

**Kneterzeugnis.** Erzeugnis, das durch Warm- oder Kaltumformung hergestellt wurde, z. B. Stangen, Drähte, Rohre, Profile, Bleche, Bänder, Schmiedestücke.

**Massel.** Metall, welches durch Gießen in eine zum Wiedereinschmelzen geeignete Form gebracht wurde.

**nahtloses Rohr.** Rohr ohne Materialtrennung in Längsrichtung und ohne Längsnaht durch Druck, Schmelzschweißen oder mechanische Verbindung.

**Reinstaluminium.** Aluminium mit sehr hoher Reinheit, das durch besondere metallurgische Behandlung gewonnen wird. Aluminium – Massenanteil mindestens 99,95%.

**Umschlingungskreis.** Kreis, der den Querschnitt eines Profils soeben noch einbeziehen kann; üblicherweise wird der Kreisdurchmesser angegeben. Auch: umschreibender Kreis.

**Vorlegierung.** Legierung, die nur als Zusatz beim Einschmelzen verwendet wird, um die Zusammensetzung einzustellen, die Verunreinigungen zu begrenzen und/oder die Gussstruktur zu beeinflussen.

**Warmauslagerung.** Beschleunigte Auslagerung oberhalb der Raumtemperatur.

**Werkstoffzustand.** Zustand nach dem Verarbeiten, z. B. durch mechanische Behandlung und/oder Wärmebehandlung, welcher mit besonderen und/oder mechanischen Eigenschaften verbunden ist.

Weitere Begriffe, z. B. Schmiedestücke, Schmiedevormaterial, Draht, Vordraht, stranggepresste Erzeugnisse, gezogene Erzeugnisse, Folie, Bleche, Bänder und Platten, Dosenblech/Dosenband (Dosen, Deckel, Verschlüsse), Butzen, HF-längsnahtgeschweisste Rohre, s. Norm.

## DIN EN 573-1 Aluminium und Aluminiumlegierungen – Chemische Zusammensetzung und Form von Halbzeugen – Numerisches Bezeichnungssystem (Feb 2005)

Unter dem Titel „Aluminium und Aluminiumlegierungen – Chemische Zusammensetzung und Form von Halbzeug“ ist die Europäische Norm DIN EN 573 z. Z. in vier Teilen erschienen.

Die vorliegende Norm legt für den Bereich „Aluminium und Aluminium-Knetlegierungen“ neue Werkstoffnummern für Halbzeug fest und ersetzt damit die Norm DIN 17007-4 teilweise. Diese numerische Bezeichnung entspricht der internationalen Registernummer der Aluminium Association Washington D.C. (USA), die bereits in der zurückgezogenen nationalen Norm DIN 1725-1 aufgeführt war. Die Norm gilt für Kneterzeugnisse und für das entsprechende Vormaterial.

Die Bezeichnung setzt sich aus folgenden Elementen zusammen: Präfix EN, gefolgt von einem Zwischenraum, Buchstabe A für Aluminium, Buchstabe W für Kneterzeugnisse, Bindestrich, vier Ziffern für die chemische Zusammensetzung, ggf. Buchstabe (z. B. A) zur Kennzeichnung einer nationalen Variante. *Anmerkung:* W Wrought Products.

### Bezeichnungsbeispiele: EN AW-5052; EN AW-5154A

Die erste der vier Ziffern in der Bezeichnung beschreibt die Legierungsgruppe (Serie): Al, 99,00% min. und größer = 1; Al-Legierung mit Hauptelement Cu = 2; Mn = 3; Si = 4; Mg = 5; Mg und Si (Mg<sub>2</sub>Si) = 6; Zn = 7; sonstige Elemente = 8.

In der Serie 1xxx bezeichnet die zweite Ziffer Legierungsabwandlungen bei den Verunreinigungsgrenzen oder Legierungselementen. Ist die zweite Ziffer in der Bezeichnung eine Null, dann handelt es sich um unlegiertes Aluminium. Die zweite Ziffer kennzeichnet für die Serie 2xxx bis 8xxx Legierungsabwandlungen bzw. die Originallegierung, wenn die Ziffer eine Null ist. Die beiden letzten Ziffern bezeichnen für die Serie 1xxx (Serie 1000) den Aluminiumanteil,



für die anderen Legierungsreihen haben sie keine besondere Bedeutung, Näheres s. Norm. Regeln für die Registrierung von Legierungsabwandlungen und nationalen Varianten s. Norm. Bezeichnungssysteme mit chemischen Symbolen werden in DIN EN 573-2 geregelt.

### DIN EN 573-2 Aluminium und Aluminiumlegierungen – Chemische Zusammensetzung und Form von Halbzeugen – Bezeichnungssystem mit chemischen Symbolen (Dez 1994)

Die Werkstoffbezeichnungen nach dieser Norm setzen sich aus chemischen Symbolen zusammen, denen üblicherweise Zahlen folgen, die Auskunft über die Reinheit des Aluminiums geben oder über den Nenngehalt der zulegierten Elemente. Die Bezeichnungen nach diesem Teil der Norm sollen, in eckige Klammern gesetzt, das zuvor beschriebene numerische Bezeichnungssystem ergänzen. Unlegierte Aluminium-Knetwerkstoffe werden durch die Angabe des Al-Reinheitsgrades beschrieben. Eine Aluminium-Knetlegierung wird durch das Symbol Al, gefolgt von den Symbolen der Hauptlegierungselemente bezeichnet – üblicherweise mit Angabe der Massenanteile in Prozent. Reichen bei Legierungen mit gleichartiger Zusammensetzung diese Regelungen nicht aus, so wird zur Unterscheidung ein weiterer Buchstabe verwendet (A), (B), (C) usw.

**Bezeichnungsbeispiele:** EN AW-5052 [Al Mg2,5]; EN AW-1199 [Al99,9]; EN AW-3005 [Al Mn1Mg0,5]; EN AW-2014A [Al Cu4SiMg(A)].

Die in diesem Teil der Norm beschriebene Systematik ersetzt teilweise die in DIN 1700 beschriebenen Regelungen, s. Norm.

### DIN EN 1780-1 Aluminium und Aluminiumlegierungen – Bezeichnung von legiertem Aluminium in Masseln, Vorlegierungen und Gussstücken – Numerisches Bezeichnungssystem (Jan 2003)

In dieser Norm werden neue Werkstoffnummern für Aluminiumlegierungen und Vorlegierungen in den Erzeugnisformen legiertes Aluminium in Massel (B), Vorlegierung (M) und Gussstück (C) festgelegt. Die Bezeichnung umfasst nacheinander folgende Elemente: Abkürzung EN, Zwischenraum, Buchstabe A für Aluminium, den Buchstaben für die Erzeugnisform, Bindestrich, fünf Ziffern zur Beschreibung der Legierung.

**Bezeichnungssystem mit fünf Ziffern für Masseln und Gussstücke:** Die erste Ziffer gibt das Hauptelement an: Cu = 2XXXX, Si = 4XXXX, Mg = 5XXXX, Zn = 7XXXX; die zweite Ziffer gibt die Legierungsgruppe an: 2①XXX = AlCu, 4①XXX = AlSiMgTi, 4②XXX = AlSi7Mg, 4③XXX = AlSi10Mg, 4④XXX = AlSi, 4⑤XXX = AlSi5Cu, 4⑥XXX = AlSi9Cu, 4⑦XXX = AlSi(Cu), 4⑧XXX: AlSiCuNiMg, 5①XXX = AlMg, 7①XXX = AlZnMg; die dritte Ziffer ist willkürlich; die vierte Ziffer im Allgemeinen eine 0, die fünfte Ziffer ist immer eine 0 (jedoch nie bei Luft- und Raumfahrtanwendungen).

**Bezeichnungssystem mit fünf Ziffern für Vorlegierungen:** Ziffer eins = 9; Ziffer zwei und drei = Ordnungszahl im Periodensystem der chemischen Elemente des Hauptelementes (z. B. 05 für Bor, 14 für Silicium, 29 für Kupfer); Ziffern vier und fünf sind chronologische Zahlen (ist Ziffer fünf ungerade, hat die Vorlegierung einen geringen Verunreinigungsgrad, ist die Ziffer gerade, ist der Verunreinigungsgrad hoch).

**Bezeichnungsbeispiele:** EN AB-44000 (A: Aluminium, B: Massel, erste Ziffer 4: Cu, zweite Ziffer 4: AlSi); EN AM-91400 (A: Aluminium, M-9: Vorlegierung, Ziffer zwei und drei 14: Si)

In dieser Ausgabe der Norm wurden Festlegungen für unlegiertes Aluminium gestrichen. Die Festlegungen zu den Schreibregeln für unlegiertes Aluminium wurden in die Norm DIN EN 576 übernommen. Hinweise zu Luft- und Raumfahrtanwendungen, s. Norm. Spezifikationen für Vorlegierungen, die durch Erschmelzen hergestellt werden, sind in DIN EN 575 genormt, s. Norm. Elemente, die Bestandteil der Bezeichnung in den Ziffern zwei und drei sind: 83 für Bi, 20 für Ca, 27 für Co, 24 für Cr, 26 für Fe, 12 für Mg, 25 für Mn, 28 für Ni, 51 für Sb, 38 für Sr, 22 für Ti, 23 für V, 40 für Zr.

### DIN EN 1780-2 Aluminium und Aluminiumlegierungen – Bezeichnung von legiertem Aluminium in Masseln, Vorlegierungen und Gussstücken – Bezeichnungssystem mit chemischen Symbolen (Jan 2003)

Die Werkstoffbezeichnungen nach diesem Teil der Norm setzen sich aus chemischen Symbolen zusammen, denen üblicherweise Zahlen über den Nenngehalt der zulegierten Elemente folgen. Die Bezeichnungen nach diesem Teil der Norm sollen vorzugsweise, in eckige Klammern gesetzt, das zuvor beschriebene numerische Bezeichnungssystem ergänzen (Abkürzung EN, Zwischenraum, Buchstabe A für Aluminium, dem Buchstaben für die Erzeugnisform: Massel B, Vorlegierung M und Gussstück C). *Anmerkung:* B block metal, M Master Alloy; C Casting.

**Bezeichnungsbeispiele:** EN AB-45400 [Al Si5Cu3], EN AB-Al Si5Cu3.

Aluminiumlegierungen werden durch das Symbol Al, gefolgt von den Symbolen der Hauptlegierungselemente bezeichnet, – üblicherweise mit Angabe der Massenanteile in Prozent. Das Symbol Al muss von der restlichen Bezeichnung durch einen Zwischenraum getrennt werden.

**Regeln und Beispiele:** Bei Angabe mehrerer Elemente einer Legierung, müssen sie in fallender Reihenfolge ihrer Nenngehalte angegeben werden. **EN AB-Al Si5Cu3.**

Sind die Gehalte gleich, werden die Legierungselemente in alphabetischer Reihenfolge eingeordnet:

**EN AB-Al Si12CuMgNi.**

Die chemischen Symbole für Legierungselemente müssen auf maximal vier Elemente begrenzt werden:

**EN AC-AI Si12CuMgNi.**

Bei Legierungen mit ähnlicher Zusammensetzung wird nach dem Nenngehalt des jeweiligen Legierungselementes unterschieden, z. B. **EN AB-AI Si7Mg0,3** und **EN AB-AI Si7Mg0,6**. Dieser Wert ist möglichst auf die nächstliegende ganze Zahl oder bei Nenngehalten < 1% auf nächstliegende 0,1 zu runden.

Weiter müssen die Hauptverunreinigungen in Klammern hinzugefügt werden, z. B.:

**EN AB-AI Si10Mg(Cu), EN AB-AI Si9Cu3(Fe)(Zn).**

Reichen diese Bestimmungen nicht aus, so wird zur Unterscheidung ein, entsprechend dem Datum der Registrierung, in Klammern gesetzter weiterer Buchstabe verwendet (a), (b), (c) usw.:

**EN AB-AI Si12(a), EN AB-AI Si12(b).**

Sonderanwendung für Vorlegierungen s. Norm.

### **DIN EN 1780-3 Aluminium und Aluminiumlegierungen – Bezeichnung von legiertem Aluminium in Masseln, Vorlegierungen und Gussstücken – Schreibregeln für die chemische Zusammensetzung (Jan 2003)**

Die genormten Grenzen für die Legierungselemente und Verunreinigungen werden als Massenanteil in Prozent mit folgender Anzahl von Stellen hinter dem Komma ausgedrückt. (Ausnahmen für bestimmte Fälle s. Norm):

kleiner als 0,001%	0,000X;
0,001% bis kleiner als 0,01%	0,00X;
von 0,01% bis kleiner als 0,10%	0,0X;
von 0,10% bis 0,55%	0,XX;
über 0,55%	0,X; X,X; XX,X.

Schreibregeln für unlegiertes Aluminium sind in DIN EN 576, die Grenzen der chemischen Zusammensetzung z. B. in DIN EN 1706 festgelegt.

### **DIN EN 515 Aluminium und Aluminiumlegierungen – Halbzeug – Bezeichnung der Werkstoffzustände (Dez 1993)**

In dieser Norm sind die Zustandsbezeichnungen für alle Halbzeugarten aus Aluminium und Aluminium-Knetlegierungen festgelegt. Die Zustandsbezeichnung folgt, getrennt durch einen Bindestrich, der Legierungsbezeichnung. Es sind fünf Basiszustände definiert, welche jeweils durch einen Buchstaben gekennzeichnet sind. Eine feinere Unterteilung dieser Basiszustände ist durch das Anhängen von Ziffern an den Buchstaben möglich. Zum Beispiel kennzeichnet die erste Ziffer zum Basiszustand H die Art der thermischen Behandlung (1 ohne thermische Behandlung, 2 rückgeglüht, 3 stabilisiert, 4 einbrennlackiert), die zweite Ziffer den Grad der Kaltverfestigung (2 =  $\frac{1}{4}$  hart, 4 =  $\frac{1}{2}$  hart, 6 =  $\frac{3}{4}$  hart, 8 = voll durchgehärtet). Für T-Zustände werden ebenfalls zur ersten Ziffer (x) zusätzliche Ziffern vergeben, z. B. Tx510 für stranggepresste Stangen, Profile und Rohre sowie für gezogene Rohre, die nach dem Lösungsglühen um einen bestimmten Grad gereckt werden (ohne mechanisches Nachrichten).

**Bezeichnung der Basiszustände:** F – Herstellungszustand, O – weichgeglüht, H – kaltverfestigt, W – lösungsgeglüht, T – wärmebehandelt auf andere stabile Zustände als F, O oder H. Definitionen der Basiszustände s. Norm. **Beispiele:** O3 = homogenisiert; T6 = lösungsgeglüht und warmausgelagert; H19 = kaltverfestigt – extrahart, H22 = kaltverfestigt und rückgeglüht –  $\frac{1}{4}$  hart. Folgende Zustandsbezeichnungen entsprechen den alten Bezeichnungen nach DIN 17007: O entspricht W, H entspricht F (kaltverfestigt, um festgelegte mechanische Eigenschaften zu erreichen), H2x entspricht G (kaltverfestigt und rückgeglüht), T4 entspricht ka (lösungsgeglüht und kaltausgelagert), T6 entspricht wa (lösungsgeglüht und warmausgelagert).

DIN EN 515 enthält eine Übersicht der in Europäischen Normen gebräuchlichen Zustandsbezeichnungen (s. Norm).

### **DIN EN 1754 Magnesium und Magnesiumlegierungen – Anoden, Blockmetalle und Gussstücke aus Magnesium und Magnesiumlegierungen – Bezeichnungssystem (Aug 1997)**

Diese Europäische Norm legt ein Bezeichnungssystem durch Werkstoffnummern und Werkstoffkurzzeichen für Magnesium und Magnesiumlegierungen fest. Es ist im Wesentlichen anwendbar für Erzeugnisse aus Magnesiumwerkstoffen, sofern darüber Festlegungen in einer Europäischen Norm getroffen wurden.

Die Bezeichnung von Magnesium und Magnesiumlegierungen durch Nummern muss aus zehn Zeichen gemäß folgendem Schema bestehen:

Position	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Zeichen	E	N	–	L	L	n	n	n	n	n

(für L sind Großbuchstaben, für n arabische Ziffern einzusetzen)

**Werkstoffnummer:** Für die Positionen 1 bis 3 ist die Vorsilbe EN für Europäische Norm mit nachfolgendem Bindestrich zu verwenden. Die Position 4 ist dem Buchstaben M für Magnesium vorbehalten. Mit Position 5 erfolgt die Festlegung der Erzeugnisform: **A** = Anoden, **B** = Blockmetalle, **C** = Gussstücke. Die verbleibenden Positionen enthalten Angaben zur chemischen Zusammensetzung. Position 6 Hauptelement bzw. Hauptlegierungselement: **1** = Mg; **2** = Al; **3** = Zn;

4 = Mn; 5 = Si; 6 = RE (= Seltenerden); 7 = Zr; 8 = Ag; 9 = Yttrium. In den Positionen 7 und 8 erfolgt die Angabe der Legierungsgruppe: 00 = Mg; 11 = MgAlZn; 12 = MgAlMn; 13 = MgAlSi; 21 = MgZnCu; 51 = MgZnREZr; 52 = MgREAgZr; 53 = MgREYzr. Die Position 9 ist zur Angabe von Legierungsuntergruppen zu verwenden, die Position 10 zu Unterscheidungen innerhalb von Untergruppen, s. Norm.

**Bezeichnungsbeispiele:** EN-MB21210; EN-MC65220

**Werkstoffkurzzeichen:** Die Bezeichnung durch Kurzzeichen ist auf chemischen Symbole aufzubauen, denen in der Regel Zahlen unmittelbar nachgestellt sind, die den Mindest- bzw. Nenngehalt des betreffenden Elementes angeben.

**Bezeichnungsbeispiele:** EN-MBMg99,75 (für unlegiertes Magnesium), EN-MCMgAl8Zn1 (für Magnesiumlegierungen). In den Technischen Lieferbedingungen DIN EN 1559-1 wird auf DIN EN 1754 verwiesen.

**DIN EN 1412 Kupfer und Kupferlegierungen – Europäisches Werkstoffnummernsystem (Dez 1995)**

Das in dieser Norm beschriebene Nummernsystem ist anwendbar bei allen in Europa hergestellten Kupferwerkstoffen. Das bisher gültige Werkstoffnummernsystem wurde abgelöst. Die Werkstoffnummer muss aus sechs Zeichen bestehen (für L sind Großbuchstaben, für n arabische Ziffern einzusetzen).

Tabelle 207.1 Europäisches Werkstoffnummernsystem nach DIN EN 1412

Position	1	2		3	4	5	6		
Zeichen	C	L		n	n	n	L		
Bedeutung der Position	Zeichen „C“ für Kupferwerkstoff	Erzeugnisart	B	Blockform zum Umschmelzen	Laufende Nummer	Die Positionen 3 bis 5 müssen eine Zahl zwischen 000 und 999 bilden. Der Bereich von 000 bis 799 ist dabei den genormten Kupferwerkstoffen vorbehalten. Eine bestimmte Bedeutung ist dieser Zeichenfolge nicht zu entnehmen	Werkstoffgruppe	A oder B	Kupfer
			C	Gusserzeugnisse				C oder D	Niedriglegierte Kupferlegierungen, Legierungselementen < 5%
			F	Schweißzusatzwerkstoffe und Hartlote				E oder F	Kupfersonderlegierungen, Legierungselementen ≥ 5%
			M	Vorlegierungen				G	Kupfer-Aluminium-Legierungen
			R	raffiniertes Kupfer in Rohformen				H	Kupfer-Nickel-Legierungen
			S	Werkstoffe in Form von Schrott				J	Kupfer-Nickel-Zink-Legierungen
			W	Knetwerkstoffe				K	Kupfer-Zinn-Legierungen
			X	nicht genormte Werkstoffe				L oder M	Kupfer-Zink-Legierungen und Zweistofflegierungen
								N oder P	Kupfer-Blei-Zink-Legierungen
								R oder S	Kupfer-Zink-Legierungen und Mehrstofflegierungen

**Bezeichnungsbeispiele:** CW024A (bisher 2.0090); CC383H (bisher 2.0835.01); CB752S

*Anmerkung:* Das sechsstellige Europäische Werkstoffnummernsystem gilt sinngemäß auch für **Blei** und Bleilegierungen, s. DIN EN 12659. Die ersten beiden Stellen sind mit „PB“ zur Bezeichnung des Bleiwerkstoffes besetzt. Die Zeichen für die dritte bis fünfte Stelle müssen eine Zahl zwischen 001 und 099 bilden, s. Norm DIN EN 12659. In der sechsten Stelle wird die Werkstoffgruppe durch einen Buchstaben gekennzeichnet: K = Kabellegierung, A = Batterielegierung, M = Verschiedene (alle Legierungen), R = Reinblei.

**DIN EN 1173 Kupfer und Kupferlegierungen – Zustandsbezeichnung (Dez 1995)**

In DIN EN 1173 wird ein System zur Bezeichnung von Materialzuständen festgelegt, welches zur Identifizierung von verbindlichen Anforderungen an Werkstoffeigenschaften zu verwenden ist. Diese Bezeichnungen gelten für Produkte aus Knet- oder Gusswerkstoffen, aus Kupfer und Kupferlegierungen. Ausgenommen sind Blockmetalle (s. DIN EN 1982). Derartige Eigenschaften sind in den jeweiligen europäischen Produktnormen vorgeschrieben, s. Normen. In der Produktbezeichnung muss die Zustandsbezeichnung auf die Werkstoffbezeichnung folgen und durch einen Bindestrich von ihr getrennt sein. Die Zustandsbezeichnung besteht im Normalfall aus vier Zeichen. An der ersten Stelle muss ein Buchstabe stehen. Kombinationen von mehreren verbindlichen Eigenschaften in der Bezeichnung sind möglich. Es müssen die Buchstaben nach Tab. 208.1 angewendet werden.



Tabelle 208.1 DIN EN 1173: Buchstaben zur Kennzeichnung verbindlicher Eigenschaften (Stelle 1)

Buchstabe	Stelle 1: Zu bezeichnende verbindliche Eigenschaft	Beispiele
A	Bruchdehnung	A007
B	Federbiegegrenze	B410
D	Gezogen, ohne vorgeschriebene mechanische Eigenschaften	D
G	Korngröße	G020
H	Härte (Brinell oder Vickers)	H150
M	Wie gefertigt, ohne vorgeschriebene mechanische Eigenschaften	M
R	Zugfestigkeit	R500, R340S, R1200
Y	0,2%-Dehngrenze	Y460

**Anmerkung:** Das Herstellverfahren und/oder Wärmebehandlungsverfahren werden durch diese Buchstaben **absichtlich nicht angezeigt**.

Die Stellen 2 bis 4 bestehen aus einer dreistelligen Zahl zur Bezeichnung des Mindestwertes der Eigenschaft. Ausnahmen: Auf die Bezeichnungen D und M folgen keine weiteren Zeichen; bei der Bezeichnung G bestehen die Stellen 2 bis 4 aus einer dreistelligen Zahl zur Bezeichnung des mittleren Wertes der Eigenschaft. Freie Stellen sind durch vorgeetzte Nullen aufzufüllen. Die 5. Stelle kann zusätzlich verwendet werden, wenn eine vierstellige Zahl angegeben werden muss. Das kann der Fall sein bei der Angabe der sehr hohen Zugfestigkeit wärmebehandelter Legierungen. Wenn eine zusätzliche Behandlung zum Zwecke der Entspannung eines Produktes zutrifft, wird der Anhang „S“ an der Stelle 5 oder 6 hinzugefügt.

**Bezeichnungsbeispiele** (EN... = Produktbezeichnung): **Draht EN ...-Cu-OF-A007-...** (Sauerstofffreies Kupfer mit einer Mindestbruchdehnung von A = 7%); **Band EN 1654 ...-CuSn8-B410-...** (B410 bedeutet Federbiegegrenze = 410 N/mm<sup>2</sup>); **Blech EN 1652-CuZn37-H150-...** (Härte); **Stange EN 12164-CuZn39Pb3-R500-...** (Zugfestigkeit); **Band EN 1654-CuZn30-Y460-...** (Y460 bedeutet Mindestwert für die 0,2%-Dehngrenze = 460 N/mm<sup>2</sup>). Weitere Beispiele s. Norm.

### DIN EN 1655 Kupfer und Kupferlegierungen – Konformitätserklärungen (Jun 1997)

Wenn vom Käufer verlangt und dies auch mit dem Lieferer vereinbart wurde, muss der Lieferer für die Produkte, z. B. gegossene Rohformen aus Kupfer oder Kupfer-Kathoden, die entsprechende Konformitätsbescheinigung nach DIN EN 1655 abgeben. In dieser Norm sind die Kriterien für vier Arten von Konformitätserklärungen festgelegt.

Tabelle 208.2 Kompetenz eines Lieferers, Konformitätserklärungen auszustellen

Nr.	Qualitätsmanagementsystem und Prüfeinrichtungen des Lieferers		Art der Konformitätserklärung, die der Lieferer ausstellen darf
	Qualitätsmanagement <sup>1)</sup>	Prüflaboratorium <sup>2)</sup>	
1	nicht vorhanden	nicht vorhanden	ausschließlich Typ A
2	nicht vorhanden	vorhanden	Typ B (auch Typ A)
3	vorhanden	nicht vorhanden	Typ C (auch Typ A)
4	vorhanden	vorhanden	Typ D (auch Typ A, B und C)

<sup>1)</sup> Zertifiziertes Qualitätsmanagementsystem begutachtet nach DIN EN ISO 9001, DIN EN ISO 9002 oder DIN EN ISO 9003.

<sup>2)</sup> Akkreditiertes Prüflaboratorium oder begutachtetes Laboratorium.

Zu den erforderlichen Angaben gehört folgende Erklärung: „Die Produkte, auf die sich diese Erklärung beziehen, entsprechen den Bedingungen und Anforderungen des Käufers sowie der Beschreibung, der Menge und den aufgeführten Festlegungen.“ Zusätzlich z. B. „Diese Produkte wurden unter einem zertifizierten Qualitätsmanagementsystem hergestellt.“ Weitere erforderliche Angaben s. Norm.

## 8.2.2 Unlegierte Nichteisenmetalle

Hinweise zur Herstellung, zur Prüfung und zu den Lieferformen s. Normen.

### DIN 1701 Hüttennickel (Mai 1980)

**H-Ni99,96** (2.4011) **H-Ni99,92** (2.4019) **H-Ni99,5** (2.4022) **H-Ni99,95** (2.4017) **H-Ni99,90** (2.4021) **H-Ni99** (2.4025)

Zulässige Beimengungen und Lieferart s. Norm.

### DIN EN 610 Zinn und Zinnlegierungen – Zinn in Masseln (Sep 1995)

DIN EN 610 ersetzt die frühere Norm DIN 1704. Sie legt unter anderem die Anforderungen für die chemische Zusammensetzung und die Oberflächenbeschaffenheit für fünf Sorten Zinn in Masseln fest: **Sn99,99 Sn99,95 Sn99,93 Sn99,90 Sn99,85**. Inhaltsangaben s. Norm. Eine Massel ist ein gegossenes Erzeugnis in einer Form, die nur zum Wiedereinschmelzen geeignet ist.

## DIN EN 576 Aluminium und Aluminiumlegierungen – Unlegiertes Aluminium in Masseln – Spezifikationen (Jan 2004)

Diese Norm legt die Anforderungen an die Sorten von unlegiertem Aluminium in Masseln fest, die zum Wiedereinschmelzen vorgesehen sind.

Regel für die Bezeichnung von unlegiertem Aluminium für allgemeine Anwendungen mit festgelegtem Mindestgehalt an Aluminium: Symbol für das Metall (Al), Leerstelle, Reinheitsgrad in Prozent (mit zwei oder drei Dezimalstellen angegeben).

**Beispiele: Al 99,98; Al 99,995**

Regel für die Bezeichnung für unlegiertes Aluminium für elektrotechnische Anwendungen: Symbol für das Metall (Al), Leerstelle, Reinheitsgrad in Prozent (mit einer Dezimalstelle angegeben), Buchstabe E.

**Beispiel: Al 99,7E**

Regel für die Bezeichnung von unlegiertem Aluminium ohne festgelegten Mindestgehalt an Aluminium: Dieses Bezeichnungssystem muss aus vier Ziffern bestehen mit dem vorgestellten Buchstaben P und einem nachgestellten Buchstaben für die Serie. Die ersten zwei Ziffern bezeichnen die Zahlen rechts hinter dem Komma für den maximalen Siliciumgehalt. Die restlichen zwei Ziffern bezeichnen die zwei Zahlen rechts hinter dem Komma für den maximalen Eisengehalt. Bei den Hauptsorten wird den vier Ziffern der Buchstabe A nachgestellt.

**Beispiel: P1020A** (10: Si = 0,10%, 20: Fe = 0,20%)

Regeln für Varianten einer Hauptsorte des unlegierten Aluminiums, s. Norm.

**Unlegiertes Aluminium mit festgelegtem Mindestgehalt an Aluminium:** Al 99,995 Al 99,990 Al 99,99 Al 99,98 Al 99,97 Al 99,94 Al 99,70 Al 99,7E Al 99,6E.

**Unlegiertes Aluminium ohne festgelegten Mindestgehalt an Aluminium:** P0404A P0406A P0610A P1020A P1020G P1535A.

Chemische Zusammensetzung in Massenanteilen in Prozent, s. Norm. Begriffe s. DIN EN 12258-1. Bezeichnung von legiertem Aluminium s. DIN EN 1780-1. Frühere Ausgabe: DIN 1712-1.

Die Spezifikationen für legiertes Aluminium in Masseln sind in DIN EN 1676 enthalten, s. Norm.

## DIN EN 12421 Magnesium und Magnesiumlegierungen – Reinmagnesium (Jun 1998)

Reinmagnesium ist Magnesium mit einem Massenanteil von mindestens 99,0%. Werkstoffbezeichnungen Kurzzeichen (Wnr) nach DIN EN 1754: **EN-MB99,5** (EN-MB10010); **EN-MB99,80-A** (EN-MB10020); **EN-MB99,80-B** (EN-MB10021); **EN-MB99,95-A** (EN-MB10030); **EN-MB99,95-B** (EN-MB10031). Inhaltsangaben zur chemischen Zusammensetzung s. Norm.

## DIN EN 1179 Zink und Zinklegierungen – Primärzink (Sep 2003)

Primärzink wird durch Destillation oder durch chemische oder elektrolytische Reduktion aus Erz oder einem anderen zinkhaltigen Material gewonnen.

**Sorte** (nominaler Zinkgehalt in % Massenanteil/Farbcodierung): **Z1** (99,995/weiß) **Z2** (99,99/gelb) **Z3** (99,95/grün) **Z4** (99,5/blau) **Z5** (98,5/schwarz).

Inhaltsangaben zur chemischen Zusammensetzung von Primärzink s. Norm. Frühere Ausgabe: DIN 1706.

## DIN EN 1976 Kupfer und Kupferlegierungen – Gegossene Rohformen aus Kupfer (Mai 1998)

Diese Norm legt die chemische Zusammensetzung und die physikalischen Eigenschaften von Gussformaten aus Kupfer fest. Gussformate umfassen Drahtbarren, Walzplatten, Rundblöcke zur Herstellung von Knetprodukten und Blockmetalle zum Legieren von Kupfer-Knetlegierungen und Kupfer-Gusslegierungen.

Tabelle 209.1 Kupfersorten nach DIN EN 1976 (Auswahl)

Werkstoffbezeichnung <sup>1)</sup>		Elektrische Eigenschaften		Phosphor <sup>5)</sup> in %		
DIN EN 1976	DIN 1708	spezifischer Massenwiderstand <sup>2)</sup>	spezifischer Volumenwiderstand (Nennwert) <sup>2)</sup>			
Kurzname	Wnr	Kurzzeichen	Wnr	$\Omega \times \text{g/m}^2$	$\mu\Omega \times \text{m}$	
unlegierte Kupfersorten, nicht aus Cu-CATH-1 hergestellt (sauerstoffhaltig)						
<b>Cu-ETP<sup>4)</sup></b>	CR004A	E1-Cu58	2.0061	0,15328	(0,01724)	–
<b>Cu-FRHC<sup>4)</sup></b>	CR005A	E2-Cu58	2.0062	0,15328	(0,01724)	–
<b>Cu-FRTP</b>	CR006A	F-Cu	2.0080	–	–	–
unlegierte Kupfersorten, nicht aus Cu-CATH-1 hergestellt (sauerstofffrei, nicht desoxidiert)						
<b>Cu-OF<sup>3)</sup></b>	CR008A	OF-Cu	2.0040	0,15328	(0,01724)	–

Fortsetzung s. nächste Seite

Tabelle 209.1 Fortsetzung

Werkstoffbezeichnung <sup>1)</sup>				Elektrische Eigenschaften		Phosphor <sup>5)</sup> in %
DIN EN 1976		DIN 1708		spezifischer Massenwiderstand <sup>2)</sup> $\Omega \times \text{g/m}^2$	spezifischer Volumenwiderstand (Nennwert) <sup>2)</sup> $\mu\Omega \times \text{m}$	
Kurzname	WNr	Kurzzeichen	WNr			
phosphorhaltige Kupfersorten (sauerstofffrei, mit Phosphor desoxidiert)						
<b>Cu-PHC<sup>3)</sup></b>	CR020A	SE-Cu	2.0070	0,15328	(0,01724)	0,001 bis 0,006
<b>Cu-DLP<sup>3)</sup></b>	CR023A	SW-Cu	2.0076	–	–	0,005 bis 0,013
<b>Cu-DHP<sup>3)</sup></b>	CR024A	SF-Cu	2.0090	–	–	0,015 bis 0,040
silberhaltige Kupfersorten						
<b>CuAg0,10</b>	CR013A	CuAg0,1	2.1203	0,15328	(0,01724)	–
<b>CuAg0,10P<sup>3)</sup></b>	CR016A	CuAg0,1P	2.1191	0,15596	(0,01754)	0,001 bis 0,007

<sup>1)</sup> Gegenüberstellung der neuen Werkstoffbezeichnungen (festgelegt nach DIN EN 1412) zu den früheren Werkstoffbezeichnungen nach der Norm DIN 1708, die durch DIN EN 1976 zusammen mit DIN EN 1978 ersetzt wird.

<sup>2)</sup> In der Praxis werden Prüfungen durch Messungen des Widerstandes, der Masse und der Länge durchgeführt, woraus der spez. Massenwiderstand berechnet werden kann. Nennwerte für den spez. Volumenwiderstand werden aus dem spez. Massenwiderstand errechnet (dieser Wert ist nur informativ).

<sup>3)</sup> Proben von Gussformaten aus dieser Kupfersorte dürfen bei der Prüfung auf Wasserstoffbeständigkeit nach EN ISO 2626 (s. Norm) keine Anzeichen von Rissen aufweisen.

<sup>4)</sup> Sauerstoffgehalt max. 0,040%. Ein Sauerstoffgehalt bis 0,060% ist zulässig, wenn vereinbart.

<sup>5)</sup> Massenanteile. Weitere Anhaltsangaben zur chemischen Zusammensetzung s. Norm.

### DIN EN 1977 Kupfer und Kupferlegierungen – Vordraht aus Kupfer (Mai 1998)

Vordraht wird verwendet zum Drahtziehen, hauptsächlich zur Herstellung von elektrischen Leitern. Der Querschnitt ist in der Regel rund mit Durchmessern von 6 mm bis 35 mm. Genormt sind die Kupfersorten **Cu-ETP1**, **Cu-ETP**, **Cu-FRHC**, **Cu-OF1**, **Cu-OF**, **Cu-OFE**, **Cu-PHC**, **Cu-HCP**, **Cu-PHCE** und die silberhaltigen Kupfersorten **CuAg0,04**; **CuAg0,07**; **CuAg0,10**; **CuAg0,07P**; **CuAg0,04(OF)**; **CuAg0,07(OF)**; **CuAg0,10(OF)**. Werkstoffnummer s. Werkstoffübersicht. Chemische Zusammensetzung, Anhaltsangaben zu elektrischen Eigenschaften und Grenzabmaßen s. Norm.

### DIN EN 1978 Kupfer und Kupferlegierungen – Kupfer-Kathoden (Mai 1998)

Kupfer-Kathoden, durch elektrolytische Abscheidung hergestellte flache Rohprodukte aus Kupfer, sind für eine Weiterverarbeitung durch Schmelzen vorgesehen. Die Kupfersorte (in Klammern WNr) **Cu-CATH-1 (CR001A)** ist bevorzugt für die Herstellung von hochleitfähigem Kupfer einzusetzen. Für die Herstellung von anderem Halbzeug für elektrische und allgemeine Anwendung ist die Kupfersorte **Cu-CATH-2 (CR002A)** bestimmt. Cu-CATH-2 ist das geänderte Werkstoffkürzzeichen der bisher in DIN 1708 genormten Sorte KE-Cu (WNr 2.0050). Chemische Zusammensetzung s. Norm.

Tabelle 210.1 Elektrische Eigenschaften von Kathoden-Kupfer

Kurzname	Elektrische Eigenschaften			
	spezifischer Massenwiderstand <sup>1)</sup> $\Omega \times \text{g/m}^2$ max.	spezifischer Volumenwiderstand <sup>2)</sup> (Nennwert) $\mu\Omega \times \text{m}$ max.	spezifische Leitfähigkeit <sup>2)</sup> (Nennwert)	
			MS/m min.	% IACS <sup>3)</sup> min
<b>Cu-CATH-1</b>	0,15176	(0,01707)	(58,58)	(101,0)
<b>Cu-CATH-2</b>	0,15328	(0,01724)	(58,00)	(100,0)

<sup>1)</sup> In der Praxis werden Prüfungen durch Messen des Widerstandes, der Masse und der Länge durchgeführt, woraus der spezifische Massenwiderstand berechnet werden kann.

<sup>2)</sup> Nennwerte werden aus dem spezifischen Massenwiderstand errechnet. Wegen der sich daraus ergebenden Unsicherheiten sind diese Werte nur informativ.

<sup>3)</sup> IACS (International Annealed Copper Standard) beschreibt einen festen Wert für den spezifischen Widerstand von rekristallisiertem Standardkupfer: 0,017241  $\mu\Omega \times \text{m}$  bei 20 °C. Dieser Wert entspricht einer elektrischen Leitfähigkeit von 100% IACS bei 20 °C. Dem rekristallisierten Standardkupfer wird eine Dichte von 8,89 g/cm<sup>3</sup> zugewiesen.

### DIN EN 12659 Blei und Bleilegierungen – Blei (Nov 1999)

Die Norm ersetzt DIN 1719. Die Werkstoffkurzzeichen wurden gestrichen, die Werkstoffnummern vollständig geändert, in Klammern Kurzzeichen/WNr nach DIN 1719: **PB990R** (Pb99,9/2.3010); **PB985R** (Pb99,985/2.3020); **PB970R** (Pb99,97/2.3025); **PB940R** (Pb99,94/2.3030). Aufbau der Werkstoffnummer s. Anmerkung zu DIN EN 1412. Anhaltsangaben zur chemischen Zusammensetzung sowie Regeln zur Kennzeichnung von Blei, zur Probenentnahme und Analyse s. Norm. Alle mit der Handhabung von Blei verbundenen Gefahren sind im Sicherheitsdatenblatt (ISO 11014-1, s. Norm) des Lieferers vermerkt.

### DIN 17850 Titan – Chemische Zusammensetzung (Nov 1990)

Verwendung als Halbzeug mit besonderen Anforderungen an die Korrosionsbeständigkeit. Kurzzeichen (WNr): **Ti1** (3.7025) **Ti2** (3.7035) **Ti3** (3.7055) **Ti4** (3.7065) Handelsübliche Halbzeugarten: Bleche und Bänder aus Band, Bleche DIN 17860; Rohre DIN 17861 und DIN 17866; Stangen DIN 17862; Drähte DIN 17863; Schmiedestücke DIN 17864 s. jeweils Norm. Für Ti4 werden diese Halbzeugarten nur für Sonderzwecke hergestellt, ebenso Bleche und Bänder aus Band und Drähte aus Ti3. Chemische Zusammensetzung s. Norm.

## 8.2.3 Legierungen aus Nichteisenmetallen

Genormt sind Knetlegierungen (für Stangen, Bleche, Rohre usw.) und Gusslegierungen.

### DIN EN 12548 Blei und Bleilegierungen – Bleilegierungen für Kabelmäntel und Muffen (Nov 1999)

Die Norm gilt für die chemische Zusammensetzung von Bleilegierungen in Blöcken, die bei der Herstellung von Kabelmänteln und von Muffen verwendet werden. Gegenüber der ersetzten DIN 17640-2 hat sich die Zusammensetzung der Werkstoffe geändert (s. Norm). Werkstoffnummer in Klammern, Kurzzeichen/WNr nach DIN 17640-2: **PB001K** (PbSb0,5/2.3137), **PB002K**, **PB011K**, **PB021K**, **PB022K**, **PB023K**, **PB031K**, **PB032K**, **PB041K** (PbTeCu/2.3139), **PB042K**, **PB043K**, **PB051K**, **PB061K** (PbCu/2.3131), **PB071K** (PbTe/2.3140), **PB081K** (PbSb0,5Cu/2.3133). Aufbau der Werkstoffnummer s. Anmerkung zu DIN EN 1412. Als Kurzbezeichnung gilt die Werkstoffnummer ohne den Vorsatz PB, z. B. 001K. Anhaltsangaben zur chemischen Zusammensetzung s. Norm. Unlegiertes Blei ist in DIN EN 12659 genormt

### DIN 17640-1 Bleilegierungen für allgemeine Verwendung (Feb 2004)

Die Norm gilt für die Zusammensetzung von Bleilegierungen (Blockmetall), die als Vormaterial zur Herstellung von Halbzeug und Gussstücken dienen. Die vorliegende Ausgabe der DIN 17640-1 schließt die Norm DIN 1741 „Blei-Druckgusslegierungen“ mit ein. Dabei wurden die Werkstoff-Kurzzeichen von GD in GB geändert, die Werkstoffe GD-Pb95Sb (2.3350) und GD-Pb87Sb (2.3351) nicht mehr berücksichtigt und die mechanischen Eigenschaften wie Zugfestigkeit und Bruchdehnung gestrichen.

#### Bezeichnungsbeispiel: Bleiblock DIN 17640-1 – GB-PbSb4 oder Bleiblock DIN 17640-1–2.3207

Alle mit der Handhabung und Verwendung von Blei-Gusslegierungen verbundenen Gefahren müssen in einem Sicherheitsdatenblatt des Lieferers angegeben werden, das bei Erstbestellung mitzuliefern ist.

Tabelle 211.1 Bleilegierungen nach DIN 17640-1 zur Herstellung von Gussstücken

Kurzname WNr	Legierungselemente <sup>1)</sup>		Dichte <sup>2)</sup> kg/dm <sup>3</sup>	Brinellhärte <sup>2)</sup>	Beispiele für die Verwendung
	Sb	Sn			
<b>GB-PbSb2</b> 2.3219	1,8 bis 2,2	–	11,3	7	Ausgleichs- bzw. Gegengewichte für Aufzüge
<b>GB-PbSn2</b> 2.3220	–	1,8 bis 2,2	11,3	4	Sehr gut gießbar, für spezielle Formteile
<b>GB-PbSb4</b> 2.3207	3,0 bis 5,0	–	11,0	10	Auswuchtgewicht für Kfz-Räder
<b>GB-PbSb8</b> 2.3208	7,0 bis 9,0	–	10,7	12	Formguss für Strahlenschutz, Chemische Industrie
<b>GB-PbSb10</b> 2.3221	9,0 bis 11,0	–	10,6	14	Stationäre Batterien
<b>GB-PbSb12</b> 2.3212	11,0 bis 13,0	–	10,5	15	Basislegierung zur Herstellung von weiteren Legierungen
<b>GB-Pb85SbSn</b> 2.3352	8,0 bis 11,0	4,0 bis 6,0	9,8	18	Kleine, sehr maßgenaue Druckgussstücke für Schwing- und Ausgleichgewichte, Pendel, Teile für Messgeräte, Zähler, feinmechanische und elektronische Industrie
<b>GB-Pb80SbSn</b> 2.3353	14,5 bis 15,5	4,5 bis 5,5	10,4	18	

<sup>1)</sup> Legierungselemente in % Massenanteil, Pb Rest. Zulässige Beimengungen s. Norm.

<sup>2)</sup> Ungefährwerte

Tabelle 212.1 Bleilegierungen nach DIN 17640-1 zur Herstellung von Halbzeug<sup>1)</sup>

Kurzzeichen <sup>1)</sup>	WNR	Legierungselemente <sup>2)</sup>			Hinweise für die Verwendung
		Cu	Sb	Pb	
<b>Pb99,985Cu</b>	2.3021	0,04 bis 0,05	–	Rest	Korrosionsbeständiger Werkstoff für den chemischen Apparatebau
<b>Pb99,94Cu</b>	2.3035	0,03 bis 0,05	–		Allgemeine Verwendung
<b>PbSb0,5</b>	2.3136	–	0,3 bis 0,7		Kabelmäntel, Luftgewehrmunition

<sup>1)</sup> Nachfolgende Werkstoffe wurden gestrichen: PbSb0,25 (2.3202), PbSb1As (2.3201), PbSb1 (2.3209), PbSb6 (2.3206), PbSb18 (2.3210).

<sup>2)</sup> Legierungselemente in % Massenanteil. Zulässige Beimengungen s. Norm.

## DIN EN 573-3 Aluminium und Aluminiumlegierungen – Chemische Zusammensetzung und Form von Halbzeug – Chemische Zusammensetzung (Okt 2003)

### DIN EN 573-4 – Erzeugnisformen (Mai 2004)

Diese Norm ist Bestandteil eines „EN-Normenpaketes“, bestehend aus EN 484-1 bis EN 485-4, EN 515 und EN 573-1 bis EN 573-4. Die hier behandelten Teile 3 und 4 ersetzen die früher geltenden nationalen Normen DIN 1725-1 und DIN 1725-2. Für die Bezeichnung der Werkstoffe wurde die Systematik der Kurzzeichen vollständig überarbeitet und in DIN EN 573-2 neu festgelegt. Bei der Kennzeichnung ist das aus vier Ziffern bestehende Bezeichnungssystem, das in DIN EN 573-1 beschrieben ist, zu bevorzugen (s. Abschn. 8.2.1). In Tab. 212.2 sind für eine Auswahl von Legierungen Angaben über die Grenzen der chemischen Zusammensetzung sowie die zurzeit lieferbaren Erzeugnisformen bzw. Hauptanwendungsgebiete zusammengefasst. In der Norm werden die Aluminiumwerkstoffe nach den Gesichtspunkten der Beschaffbarkeit und der weiterführenden Normung in zwei Klassen unterteilt: Klasse A, s. Auswahl in Tab. 212.2, Klasse B, s. Norm. Die vormalig in DIN 1725-1 aufgeführten besonderen Eigenschaften sowie Anhaltangaben zur Dichte wurden hier nicht mehr berücksichtigt.

Tabelle 212.2 Aluminium und Aluminiumlegierungen nach DIN EN 573; Chemische Zusammensetzung nach Teil 3 und Hinweise auf Anwendungsgebiete nach Teil 4 der Norm

Kurzzeichen <sup>1)</sup> <sup>2)</sup> WNR	Chemische Zusammensetzung <sup>3)</sup>	Anwendungen und Erzeugnisformen <sup>4)</sup>	Eignung für Lebensmittelkontakt <sup>5)</sup>
<b>Aluminium (Serie 1000)</b>			
<b>Al 99,7</b> 1070A	Si0,2; Fe0,25; Cu0,03; Mn0,03; Mg0,03; Zn0,07; Ti0,03	b f g l n	ja
<b>Al 99,5</b> 1050A	Si0,25; Fe0,40; Cu0,03; Mn0,05; Mg0,05; Zn0,07; Ti0,05	a e f g h k l n	ja
<b>EAl 99,5</b> 1350	Si0,10; Fe0,40; Cu0,05; Mn0,01; Cr0,01; Zn0,05; Ga0,03	d g	ja
<b>Al 99,0</b> 1200	1,00 Si+Fe; Cu0,05; Mn0,05; Zn0,10; Ti0,05	a g h k l n	ja
<b>Aluminiumlegierungen mit Hauptlegierungselement Kupfer (Serie 2000)</b>			
<b>Al Cu6BiPb</b> 2011	Si0,4; Fe0,7; Cu5,0–6,0; Zn0,3	a f g n	nein
<b>Al Cu4SiMg</b> 2014	Si0,5–1,2; Fe0,7; Cu3,9–5,0; Mn0,4–1,2; Mg0,2–0,8; Cr0,1; Zn0,25; Ti0,15	a c g l	nein
<b>Al Cu4MgSi(A)</b> 2017A	Si0,2–0,8; Fe0,7; Cu3,5–4,5; Mn0,4–1,0; Cr0,1; Zn0,25	a f g l	nein
<b>AlCu4Mg1</b> 2024	Si0,5; Fe0,5; Cu3,8–4,9; Mn0,3–0,9; Mg1,2–1,8; Cr0,1; Zn0,25; Ti0,15	a c f g l	nein
<b>Aluminiumlegierungen mit Hauptlegierungselement Mangan (Serie 3000)</b>			
<b>Al Mn1Cu</b> 3003	Si0,6; Fe0,7; Cu0,25–0,2; Mn1,0–1,5; Zn0,1	a f g h k l m	ja
<b>Al Mn1</b> 3103	Si0,5; Fe0,7; Cu0,1; Mn0,9–1,5; Mg0,3; Cr0,1; Zn0,2	a f g h k l n o	ja
<b>Al Mn1Mg0,5</b> 3005	Si0,6; Fe0,7; Cu0,3; Mn1,0–1,5; Mg0,2–0,6; Cr0,1; Zn0,25; Ti0,1	h l m o	ja
<b>Aluminiumlegierungen mit Hauptlegierungselement Silizium (Serie 4000)</b>			
<b>Al Si1Fe</b> 4006	Si0,8–1,2; Fe0,5–0,8; Cu0,1; Mn0,05; Mg0,01; Cr0,2; Zn0,05	l	ja
<b>Al Si1,5Mn</b> 4007	Si1,0–1,7; Fe0,4–1,0; Cu0,2; Mn0,8–1,5; Mg0,2; Cr0,05–0,25; Ni0,15–0,7; Zn0,1; Ti0,1	l	ja

Fortsetzung und Fußnoten s. nächste Seite



Tabelle 212.2 Fortsetzung

Kurzzeichen <sup>1)</sup> 2) WNR	Chemische Zusammensetzung <sup>3)</sup>	Anwendungen und Erzeugnisformen <sup>4)</sup>	Eignung für Lebensmittelkontakt <sup>5)</sup>
<b>Aluminiumlegierungen mit Hauptlegierungselement Magnesium (Serie 5000)</b>			
<b>Al Mg1(B)</b> 5005	Si0,3; Fe0,7; Cu0,2; Mn0,2; Mg0,5–1,1; Cr0,2; Zn0,25	a g k l o	ja
<b>Al Mg5</b> 5019	Si0,4; Fe0,5; Cu0,1; Mn0,1–0,6; Mg4,5–5,6; Cr0,2; Zn0,2; Ti0,2	f g	ja
<b>Al Mg2</b> 5251	Si0,4; Fe0,5; Cu0,15; Mn0,10–0,50; Mg1,7–2,4; Cr0,15; Zn0,15; Ti0,15	a f g l o	ja
<b>Al Mg2,5</b> 5052	Si0,25; Fe0,4; Cu0,1; Mn0,1; Mg2,2–2,8; Cr0,15–0,35; Zn0,1	a f g l m	ja
<b>Al Mg3Mn</b> 5454	Si0,25; Fe0,4; Cu0,1; Mn0,5–1,0; Mg2,4–3,0; Cr0,05–0,2; Zn0,25; Ti0,2	g l o	ja
<b>Al Mg3</b> 5754	Si0,3; Fe0,4; Cu0,1; Mn0,5; Mg2,6–3,6; Cr0,3; Zn0,2; Ti0,15	a c e f g l n o	ja
<b>Al Mg4,5Mn0,7(A)</b> 5183	Si0,2; Fe0,4; Cu0,1; Mn0,4–1,0; Mg4,0–4,9; Cr0,05–0,25; Zn0,25; Ti0,15	a c g l o	ja
<b>Al Mg4</b> 5086	Si0,4; Fe0,5; Cu0,1; Mn0,2–0,7; Mg3,5–4,5; Cr0,05–0,25; Zn0,25; Ti0,15	a f g l o	ja
<b>Aluminiumlegierungen mit Hauptlegierungselement Magnesium und Silizium (Serie 6000)</b>			
<b>EAl MgSi</b> 6101	Si0,3–0,7; Fe0,5; Cu0,1; Mn0,03; Mg0,35–0,8; Cr0,03; Zn0,1	d	nein
<b>EAl Mg0,7Si</b> 6201	Si0,5–0,9; Fe0,5; Cu0,1; Mn0,03; Mg0,6–0,9; Cr0,03; Zn0,1	d	nein
<b>Al MgSi</b> 6060	Si0,30–0,5; Fe0,1–0,3; Cu0,1; Mn0,1; Mg0,35–0,6; Cr0,05; Ti0,1	a f g k n	a
<b>Al Mg1SiCu</b> 6061	Si0,4–0,8; Fe0,7; Cu0,15–0,4; Mn0,15; Mg0,8–1,2; Cr0,04–0,35; Zn0,25; Ti0,15	a f g l n	a
<b>Al Mg0,7Si</b> 6063	Si0,2–0,6; Fe0,35; Cu0,1; Mn0,1; Mg0,45–0,9; Cr0,1–0,35; Zn0,1; Ti0,1	a f g k	ja
<b>Al Si1MgMn</b> 6082	Si0,7–1,3; Fe0,5; Cu0,1; Mn0,4–1,0; Mg0,6–1,2; Cr0,25; Zn0,2; Ti0,1	a c f g l n	ja
<b>Aluminiumlegierungen mit Hauptlegierungselement Zink (Serie 7000)</b>			
<b>Al Zn4,5Mg1</b> 7020	Si0,35; Fe0,4; Cu0,2; Mn0,05–0,5; Mg1,0–1,4; Cr0,1–0,35; Zn4,0–5,0	a g l	nein
<b>Al Zn5,5MgCu</b> 7075	Si0,4; Fe0,5; Cu1,2–2,0; Mn0,3; Mg2,1–2,9; Cr0,18–0,28; Zn5,1–6,1; Ti0,2	a c f g l o	nein
<b>Aluminiumlegierungen mit sonstigen Elementen (Serie 8000)</b>			
<b>Al FeSi(A)</b> 8011A	Si0,4–0,8; Fe0,5–1,0; Cu0,1; Mn0,1; Mg0,1; Cr0,1; Zn0,1; Ti0,05	a h k l m	ja

<sup>1)</sup> Zur vollständigen Bezeichnung der Legierung, sowohl numerisch (WNR), als auch nach den chemischen Symbolen (Kurzzeichen) gehören vorangestellt die Abkürzung EN, A für Aluminium und W für Halbzeug s. DIN EN 573-1. Beispiel: EN AW-1350; EN AW-EAl 99,5

<sup>2)</sup> Kurzzeichen: Das Hauptlegierungselement wird durch den Mittelwert des Nenngehaltes unterschieden, wobei auf die nächste ganze Zahl, in Ausnahmefällen auf das nächste 5/10 bzw. 1/10 gerundet wird. Mit den zweithöchsten Legierungselementen wird ebenso verfahren. Beispiel: EN AW-3005 [Al 1Mn1Mg0,5]. Reichen die Festlegungen nach DIN EN 573-2 zur Unterscheidung der Legierungen nicht aus, so wird in Klammern gesetzt ein weiterer Buchstabe der Bezeichnung zugefügt, z. B. (A), (B), (C) usw.

<sup>3)</sup> Sofern nicht anders angegeben, handelt es sich bei den Angaben um maximale Massenanteile in Prozent. Inhaltsangaben zu anderen Beimengungen s. DIN EN 573-3.

<sup>4)</sup> Es bedeutet a: gezogene Erzeugnisse; c: Schmiedestücke und Vormaterial; Draht und Vordraht für d: elektrotechnische Anwendung; e: schweißtechnische Anwendung; f: mechanische Anwendung; g: stranggepresste Erzeugnisse; h: Folie; k: Vormaterial für Wärmeaustauscher; l: Bleche, Bänder und Platten; m: Vormaterial für Dosen, Deckel und Verschlüsse; n: Butzen; o: HF-geschweisste Rohre (s. DIN EN 573-4).

<sup>5)</sup> In der Norm DIN EN 602 sind Kriterien für die chemische Zusammensetzung festgelegt, die eingehalten werden müssen, wenn sie für die Herstellung von Erzeugnissen eingesetzt werden, die in Kontakt mit Lebensmitteln kommen, s. Norm.

Europäische Normen, in denen mechanische Eigenschaften für die Erzeugnisformen festgelegt sind: Schmiedestücke und Schmiedevormaterial EN 586-2, EN 603-2<sup>1)</sup>, Draht und Vordraht EN 1301-2, EN 1715-3<sup>1)</sup>, stranggepresste Erzeugnisse EN 755-2, gezogene Erzeugnisse EN 754-2, Folie EN 546-2, Vormaterial für Wärmeaustauscher (Finstock) EN 683-2<sup>1)</sup>. Bleche, Bänder und Platten EN 485-2, Dosenblech/Dosenband (Dosen, Deckel, Verschlüsse) EN 541<sup>1)</sup>, Butzen EN 570<sup>1)</sup>, HF-längsnahtgeschweisste Rohre EN 1592-2<sup>1)</sup>. (<sup>1)</sup> s. Norm). Definitionen der Begriffe sind in EN 12258-1 angegeben.

### DIN 1729-1 Magnesium – Knetlegierungen (Aug 1982)

Tabelle 214.1 Magnesium – Knetlegierungen nach DIN 1729-1

Kurzzeichen <sup>1)</sup>	WNR	Lieferformen	kennzeichnende Eigenschaften <sup>2)</sup>	Hinweise für die Verwendung
<b>MgMn2</b>	3.5200	Rohre, Stangen, Strangpressprofile	korrosionsbeständig gut schweißbar leicht verformbar	Verkleidungen Kraftstoffbehälter Anoden
<b>MgAl3Zn</b>	3.5312	wie vorstehend, außerdem Gesenkschmiedestücke	mittlere Festigkeit schweißbar verformbar	Bauteile mittlerer mech. Beanspruchung bei noch guter ehem. Beständigkeit; Sonderzwecke, z. B. Ätzplatten, Anoden
<b>MgAl6Zn</b>	3.5612	Rohre, Stangen, Strangpressprofile, Gesenkschmiedestücke	mittlere bis hohe Festigkeit beschränkt schweißbar	Bauteile mittlerer bis hoher mechanischer Beanspruchung
<b>MgAl8Zn</b>	3.5812	Stangen, Strangpressprofile, Gesenkschmiedestücke	höchste Festigkeit	Bauteile hoher mechanischer Beanspruchung

<sup>1)</sup> Legierungsbestandteile, deren Gehalt (in Massen-%) nicht aus der Kennzahl beim chemischen Symbol im Kurzzeichen ersichtlich ist, s. Norm.

<sup>2)</sup> Alle Knetlegierungen haben ausgezeichnete Zerspanungseigenschaften.

Die kennzeichnenden Eigenschaften „korrosionsbeständig“, „gut schweißbar“, „leicht verformbar“ sind nur vergleichsweise innerhalb der Mg-Legierungen zu bewerten.

### DIN 17740 Nickel in Halbzeug – Zusammensetzung (Sep 2002)

Nickel (unlegiert mit Zusätzen) nach dieser Norm wird als Halbzeug aller Art geliefert: Bänder und Bleche DIN 17750, Rohre DIN 17751, Stangen DIN 17752, Drähte DIN 17753, s. jeweils Norm. Für Schmiedestücke bestehen keine DIN-Normen über Eigenschaften. Der Ni-Gehalt schließt bis zu 1% Co ein, chemische Zusammensetzung s. Norm. Ni-Sorten, **Kurzzeichen** (WNR): **Ni99,6** (2.4060) **LC-Ni99,6** (2.4061) **Ni99,2** (2.4066) **LC-Ni99** (2.4068). Werkstoff Ni99,7Mg/2.4052 gestrichen.

**Bezeichnungsbeispiel: Nickel DIN 17740 – Ni99,6** oder **Nickel DIN 17740 – 2.4060**

Dichte: ungefähr 8,9 g/cm<sup>3</sup>. Verwendung hauptsächlich für korrosionsbeständige Bauteile, Einbauteile für Glühlampen und Elektronenröhren. LC: Low Carbon.

### DIN 17742 Nickel-Knetlegierungen mit Chrom (Sep 2002)

Die Norm gilt für die Zusammensetzung von Halbzeug und gibt Hinweise für die Verwendung, Halbzeugarten s. zuvor behandelte DIN 17740. Für Schmiedestücke bestehen keine DIN-Normen über Eigenschaften. Chemische Zusammensetzung und Ungefährwert der Dichte s. Norm.

Ni-Sorten, **Kurzzeichen** (WNR), Hinweis für die Verwendung: **NiCr25FeAlY** (2.4633), Ofenbauteile, **NiCr29Fe** (2.4642), Kraftwerksteile, Chemieanwendungen, **NiCr25FeAlYC** (2.4647), Gasturbinen, **NiCr7030** (2.4658), Ofenbauteile, Heizleiter, **NiCr15Fe** (2.4816), hitze- und korrosionsbeständige Bauteile, **LC-NiCr15Fe** (2.4817), korrosionsbeständige Bauteile, **NiCr23Fe** (2.4851), hitze- und korrosionsbeständige Bauteile, **NiCr6015** (2.4867), Heizleiter, Widerstände, **NiCr8020** (2.4869), Ofenbauteile, Heizleiter, **NiCr20AlSi** (2.4872), Widerstände, **NiCr28FeSiCe** (2.4889), Ofenbauteile, **NiCr20Ti** (2.4951), Flammrohre in Gasturbinen, hitzebeständige Bauteile, **NiCr20TiAl** (2.4952) auf Zeitstandfestigkeit beanspruchte Bauteile. Die Werkstoffe NiCr15Fe, NiCr20Ti, NiCr23Fe, NiCr28FeSiCe werden auch in DIN EN 10095 berücksichtigt.

**Bezeichnungsbeispiel: Legierung DIN 17742 – NiCr15Fe.**

### DIN 17743 Nickel-Knetlegierungen mit Kupfer – Zusammensetzung (Sep 2002)

Genormte Nickellegierungen (Kurzzeichen/WNR): **NiCu30Fe**/2.4360, **LC-NiCu30Fe**/2.4361, **NiCu30FeS**/2.4363, **NiCu30Al**/2.4375. Chemische Zusammensetzung und Ungefährwert der Dichte s. Norm. Halbzeugarten s. zuvor behandelte DIN 17740.

### DIN 17745 Knetlegierungen aus Nickel und Eisen – Zusammensetzung (Sep 2002)

Insbesondere sind in dieser Norm Hinweise auf die bevorzugte Verwendung der Knetlegierungen aus Nickel und Eisen mit besonderen magnetischen Eigenschaften gegeben (s. auch Werkstoffe der Elektrotechnik). Die Legierungen sind aufgeteilt in „Weichmagnetische Werkstoffe“ und „Ausdehnungswerkstoffe“. Die magnetischen Eigenschaften der weichmagnetischen Werkstoffe für Gleichstromanwendungen können DIN 17405 entnommen werden. Anhaltswerte für die Legierungsbestandteile, zulässigen Beimengungen, Dichte s. Norm. Handelsübliche Halbzeugarten: Platten, Bleche, Bänder, Bandstreifen, Rohre, Stangen und Drähte.

**Bezeichnungsbeispiel: Legierung DIN 17745 – NiFe45** oder **Legierung DIN 17745 – 2.4472**

Tabelle 215.1 Verwendung von weichmagnetischen Werkstoffen nach DIN 17745

Werkstoffbezeichnung		Eigenschaften	Anwendung
Kurzzeichen	Nummer		
Ni 30	1.3903	Sättigungsmagnetisierung stark temperaturabhängig	Temperaturkompensation in Dauermagnetsystemen, Theroschalter
Ni 40	1.3909	hoher spezifischer elektrischer Widerstand, geringe Verluste	Kernbleche bei hohen Frequenzen
Ni 36 <sup>3)</sup>	1.3910	kostengünstig, universell einsetzbar bei niedrigen Anforderungen	Abschirmungen
RNi 24	1.3911		
Ni 48	1.3922	hohe Permeabilität, kleine Koerzitivfeldstärke	Relaisteile, Übertrager
RNi 12	1.3926		
RNi 8	1.3927		
NiFe44	2.4420	hohe Anfangs- und Maximalpermeabilität, hohe Sättigungsmagnetisierung	Messwandler, Summenstromwandler für FI-Schalter
NiFe16CuCr	2.4501	höchste Anfangs- und Maximalpermeabilität, niedrigste Koerzitivfeldstärke	Summenstromwandler für FI-Schalter, Magnetköpfe
NiFe16CuMo	2.4530		
NiFe15Mo	2.4545		

Tabelle 215.2 Verwendung von Ausdehnungswerkstoffen nach DIN 17745<sup>1)</sup>

Werkstoffbezeichnung		Anwendung	Temperaturintervall	Wärmeausdehnungskoeffizient in $10^{-6} \text{ K}^{-1}$
Kurzzeichen	Nummer			
Ni 36 <sup>3)</sup>	1.3912	Legierungen mit kleinen/kleinsten Wärmeausdehnungskoeffizienten für thermisch stabile Komponenten, passive Komponenten von Thermobimetallen und Schattenmasken von Bildröhren	RT bis 100 °C	1,2 bis 1,8
Ni 38	1.3913		RT bis 150 °C	3,0 bis 3,8
Ni 42	1.3917	Einschmelzungen in Weichgläser, Glas-/Keramik-Metall-Verbindungen <sup>2)</sup>	RT bis 300 °C	4,0 bis 5,8
Ni 46	1.3920		RT bis 300 °C	7,1 bis 8,4
Ni 48	1.3922		RT bis 400 °C	8,3 bis 8,9
NiCr 42 6	1.3946		RT bis 400 °C	9,6 bis 10,4
NiCo 29 18	1.3981	Einschmelzungen in Hartgläser, Glas-/Keramik-Metall-Verbindungen <sup>2)</sup>	RT bis 400 °C	4,6 bis 5,6
NiCo 28 23	1.3982		RT bis 400 °C	6,2 bis 7,8
NiFe45	2.4472	Einschmelzungen in Weichgläser <sup>2)</sup>	RT bis 400 °C	11,1 bis 11,7
NiFe46	2.4475		RT bis 400 °C	9,8 bis 10,6
NiFe47	2.4478		RT bis 400 °C	9,7 bis 10,5
NiFe48Cr	2.4480		RT bis 400 °C	9,9 bis 10,7
NiFe47Cr6	2.4486		RT bis 400 °C	10,0 bis 10,8

<sup>1)</sup> Die Wärmeausdehnungskoeffizienten gelten für den weichgeglühten Zustand, z. B. geüht in inerte Atmosphäre im Temperaturintervall 900 °C bis 1100 °C mit einer Verweilzeit von 15 min bis 1 h und anschließender langsamer Abkühlung ( $\leq 5 \text{ K/min}$  bis  $< 300 \text{ °C}$ ). Grafische Darstellung des Temperaturverlaufs des mittleren linearen Wärmeausdehnungskoeffizienten s. Norm.

<sup>2)</sup> Hartgläser zeichnen sich durch ihre verhältnismäßig hohe Erweichungstemperatur und ihren geringen thermischen Längenausdehnungskoeffizienten aus. Als Weichgläser bezeichnet man jene mit relativ niedriger Erweichungstemperatur und hohem thermischen Längenausdehnungskoeffizienten, s. DIN 1259-1 s. Norm.

<sup>3)</sup> Bei Bestellung Verwendungszweck angeben, da unterschiedliche chem. Zusammensetzung.

### DIN 17851 Titanlegierungen – Chemische Zusammensetzung (Nov 1990)

Die Norm gilt für die chemische Zusammensetzung von Halbzeugen aus Titanlegierungen. Verwendung für Halbzeugarten, s. vorher behandelte Norm DIN 17850. Einschränkungen zur Verwendung nur für Sonderzwecke s. Norm. Chemische Zusammensetzung s. Norm.

Niedriglegierte Sorten, Kurzzeichen (WNR): **TiNi0,8Mo0,3** (3.7105) **Ti1Pd** (3.7225) **Ti2Pd** (3.7235) **Ti3Pd** (3.7255)

Hochlegierte Sorten, Kurzzeichen (WNR): **TiAl6Sn2Zr4Mo2Si** (3.7145) **TiAl6V6Sn2** (3.7175) **TiAl6V4** (3.7165)

**TiAl6Zr5Mo0,5Si** (3.7155) **TiAl5Fe2,5** (3.7110) **TiAl5Sn2,5** (3.7115) **TiAl4Mo4Sn2** (3.7185) **TiAl3V2,5** (3.7195)

### DIN EN 611-1 Zinn und Zinnlegierungen (Sep 1995)

Die Norm legt die Zinnlegierungen fest, die zur Herstellung von Zinngerät zu verwenden sind. Die Festlegungen gelten für Massen, Bleche und Zuschnitte. Die Legierungen sind mit Nummern von Nr. 1 bis Nr. 6 unterteilt. Chemische Zusammensetzung s. Norm. Für Zinngerät, das mit Nahrungsmitteln in Berührung kommt, darf nur ein Lötmedium verwendet werden, das nicht mehr als 0,25% Blei und 0,05% Kadmium enthält. Geeignet sind dafür die Legierungen Nr. 1 bis Nr. 6, eine der Zinnsorten nach DIN EN 610 oder die Legierung Nr. 21 nach DIN EN 29453 (Weichlote). Für Lötverbindungen, die nicht mit Nahrungsmitteln in Verbindung kommen, werden die Legierungen Nr. 11 oder Nr. 12 der DIN EN 29453 empfohlen.

### 8.2.3.1 Ferrolegierungen

Ferrolegierungen dienen Stahlwerken und Gießereien als Zusatz zum Anreichern der Schmelze mit den gewünschten chemischen Bestandteilen. Silicium findet darüber hinaus Verwendung in der Aluminiumindustrie sowie der chemischen Industrie zur Herstellung von Silikonen und Halbleitern. Ferrochrom sowie die Vorlegierungen der Norm DIN 17565 werden für Schweißelektroden benötigt.

In einem Kurzzeichen ist die Zahl hinter dem chemischen Symbol des charakteristischen Elements gleich dem Mittelwert dessen Gehalts in % Massenanteil. Ausgenommen davon sind CaSi und CaSiC50 nach DIN 17580. Anhaltsangaben zu den sonstigen chemischen Elementen sind aus den Normen ersichtlich. Die Werkstoffnummern zählen zur Hauptgruppe 0 (Null) des Rahmenplans der DIN 17007-1 s. Norm. (Anmerkung: Diese Norm wurde 3/97 ersatzlos zurückgezogen).

In allen genannten Normen sind die Anforderungen zur Korngröße eingearbeitet. So bedeutet KG 10-200 in einer Bezeichnung Korngrößenbereich über 10 mm bis 200 mm. Das Material muss frei sein von schädlichen Bestandteilen und von ionisierender radioaktiver Strahlung.

Als Beispiele sind aus nachstehenden Normen die Kurzzeichen, die Werkstoffnummer in Klammern und die Gehalte von einigen sonstigen chemischen Elementen in % Massenanteil wiedergegeben.

#### DIN 17560-1 Ferrosilicium und Silicium – Technische Lieferbedingungen für Ferrosilicium (Feb 2004)

**FeSi75Al1** (0.3373) Si = 74,0 bis 77,0; Al max. = 1,0; **FeSi75Al1,5** (0.3374) Si = 74,0 bis 77,0; Al = 1,0 bis 1,5; **FeSi75Al2** (0.3378) Si = 74,0 bis 77,0; Al = 1,5 bis 1,0; **FeSi90Al2,5** (0.3390) Si = 87,0 bis 95,0; Al max. = 1,0 bis 2,5; **FeSi90Al1** (0.3391) Si = 87,0 bis 95,0; Al max. = 1,0. Anhaltsangaben für C, Ca, N, P, S und Ti s. Norm.

**Normbezeichnung: Ferrosilicium DIN 17560 – FeSi90Al2,5.**

#### DIN 17560-2 Ferrosilicium und Silicium – Technische Lieferbedingungen für Silicium (Feb 2004)

**Si97** (0.3396) Si = 96,0 bis 97,9; Al max. = 2,0; **Si98** (0.3397) Si = 98,0 bis 98,5; Al max. = 1,0; **Si99** (0.3399) Si = 98,6 bis 99,5; Al max. = 0,8. Anhaltsangaben für C, Ca, Fe und Ti s. Norm. **Normbezeichnung: Silicium DIN 17560 – Si98.**

Tabelle 216.1 Ferrolegierungen – Technische Lieferbedingungen

Norm	Titel	Werkstoffbezeichnung, Werkstoffnummer und chemische Zusammensetzung
DIN 17561	Ferromolybdän	<b>FeMo60S0,10</b> (0.4261) Mo = 58 bis 65; Si max. = 2,0; S max. = 0,10; <b>FeMo60S0,15</b> (0.4262) Mo = 58 bis 65; Si max. = 2,0; S max. = 0,15; <b>FeMo70S0,10</b> (0.4269) Mo = 65 bis 75; Si max. = 1,5; S max. = 0,10; <b>FeMo70S0,15</b> (0.4270) Mo = 65 bis 75; Si max. = 1,5, S max. = 0,15.
DIN 17562	Ferrowolfram	<b>FeW80</b> (0.4380) W = 75 bis 85; C max. = 1,0
DIN 17563	Ferrovandän	<b>FeV40</b> (0.4704) V = 35,0 bis 50,0; Al max. = 4,0; Si max. = 2,0; <b>FeV60</b> (0.4706) V = 50,0 bis 65,0; Al max. = 2,5; Si max. = 1,5; <b>FeV80</b> (0.4708) V = 75,0 bis 85,0; Al max. = 1,5; Si max. = 1,5.
DIN 17567	Ferrobör	<b>FeB12C</b> (0.4812) B = 10 bis 14; <b>FeB16</b> (0.4816) B = 15 bis 18; <b>FeB17C</b> (0.4817) B = 14 bis 19; <b>FeB18</b> (0.4818) B = 18 bis 20.
DIN 17569	Ferroniob	<b>FeNb63</b> (0.4740) Nb = 58 bis 68; <b>FeNb66</b> (0.4745) Nb = 63 bis 70.

Weitere Normen für Ferrolegierungen: DIN 17564 Ferromangan, Ferromangan-Silicium und Mangan, DIN 17565 Ferrochrom, Ferrochrom-Silicium und Chrom, DIN 1766 Ferrotitan, DIN 17580 Calcium-Silicium, s. jeweils Norm.

## 8.2.4 Gusslegierungen aus Nichteisenmetallen

Blei-Druckgusslegierungen, die vormalig in DIN 1741 genormt waren, sind jetzt in DIN 17640-1 mit erfasst, Abschn. 8.2.3.

#### DIN EN 1982 Kupfer und Kupferlegierungen – Blockmetalle und Gussstücke (Dez 1998)

Diese Norm gilt für Gussstücke aus Kupfer und Kupferlegierungen, die für den Gebrauch ohne nachfolgende Bearbeitung, ausgenommen der mechanischen Beanspruchung, bestimmt sind. DIN EN 1982 enthält auch die Chemische Zusammensetzung von Blockmetallen, die bisher in einer getrennten Norm, DIN 17656, festgelegt war. Im Gegensatz zu den Gusslegierungen sind die Toleranzen der chemischen Zusammensetzung der Blockmetalle enger gehalten. Weitere Hinweise zu Blockmetallen, die zur Herstellung von Gussstücken umzuschmelzen sind, sowie Anhaltsangaben zur chemischen Zusammensetzung von Blockmetallen s. Norm. Die wichtigsten Kupfer-Gusswerkstoffe waren ursprünglich entsprechend ihrer chemischen Zusammensetzung in sechs einzelne DIN-Normen eingeteilt, die in DIN EN 1982 jetzt zusammengefasst wurden. Die bekannte Einteilung nach Legierungsgruppen wurde dabei weitestgehend beibehalten.

In den folgenden Tabellen werden ausgewählte Werkstoffe mit den neuen Werkstoffbezeichnungen für Gussstücke (nach dem Europäischen Werkstoffnummernsystem nach DIN EN 1412), den Werkstoffbezeichnungen der früher geltenden nationalen Normen gegenübergestellt (WNr s. Werkstoffverzeichnis). Dabei erhalten die Gussstücke den Anhang C (für casting). Gießverfahren: GS Sandguss, GM Kokillenguss (DIN-Bezeichnung GK), GZ Schleuderguss, GC Strangguss, GP Druckguss (DIN-Bezeichnung GD). Neben der Werkstoffzusammensetzung sind Kennwerte für Zugfestigkeit, 0,2-Dehngrenze, Bruchdehnung und Brinellhärte genannt. Hinweise zur Probenentnahme und Durchführung der Prüfungen s. Norm. Die mechanischen Eigenschaften für Druckguss sind nur informativ, in Klammern gestellt, angegeben. Die

elektrische Leitfähigkeit für Cu-C beträgt min. für Sorte A = 50 MS/m, Sorte B = 45 MS/m und für die Sorte C = 32 MS/m, für den Werkstoff CuCr1-C 45 MS/m. Anhaltsangaben zu weiteren mechanischen und physikalischen Eigenschaften, die in den Beiblättern der DIN-Normen enthalten waren, wurden in DIN EN1982 nicht mehr berücksichtigt. Bemerkungen und Hinweise zur Verwendung der Werkstoffe aus den DIN-Normen wurden ebenfalls nicht übernommen.

**Bezeichnungsbeispiel:** Gussstück nach DIN EN 1982: Kupfer-Aluminium-Legierung, Sandguss, Modellnummer XXXX:

**Gussstück EN 1982 – CuAl10Fe5Ni5-C – GS – XXXX** oder **Gussstück EN 1982 – CC333G – GS – XXXX**

Falls die Gussstücke Teil einer Schweißkonstruktion sind, sollte dies bei der Bestellung des Käufers unbedingt vermerkt werden. Das gilt insbesondere dann, wenn der Gusswerkstoff nicht sauerstofffrei hergestellt wurde. Die Werkstoffe mit WNr. CC491K, CC492K, CC498K, CC331G und CC333G werden z. B. für Flansche nach DIN EN 1092-3 eingesetzt (Eigenschaftswerte s. Norm).

Tabelle 217.1 Kupfer und Kupfer-Chrom-Legierungen nach DIN EN 1982

Werkstoffbezeichnung DIN EN 1982 Kurzzeichen <sup>1)</sup> Nummer		Gießverfahren	DIN 17655 Kurzzeichen	chemische Zusammensetzung (Gussstück) in %		mechanische Eigenschaften			
						Zugfestigkeit $R_m$ in N/mm <sup>2</sup> min.	0,2-Dehn- grenze $R_{p0,2}$ in N/mm <sup>2</sup> min.	Bruchdeh- nung A in %	Brinellhärte HB min.
<b>Cu-C</b> CC040 Sorte C	GS		G-Cu L35	nicht festgelegt		150	40	25	32
<b>Cu-C</b> CC040 Sorte B	GS	G-Cu L45	150			40	25	45	
<b>Cu-C</b> CC040 Sorte A	GS	G-Cu L50	150			40	25	50	
<b>Cu-C</b> CC040A	GM	GK-Cu L50							
<b>CuCr1-C</b> CC140C	GS		G-CuCr F35	Cr 0,4 bis 1,2	nicht festgelegt	300	200	10	95
	GM		GK-Cu F35			300	200	10	95

<sup>1)</sup> Die Angabe der Mindestleitfähigkeit durch den angehangenen Buchstaben „L“ wurde in die DIN EN 1982 nicht übernommen.

Tabelle 217.2 Eigenschaften von Kupferlegierungen nach DIN EN 1982 (Auswahl)

Kupfer-Zink-Legierungen nach DIN EN 1982<sup>1)</sup>

Werkstoffbezeichnung <sup>2)</sup>			chemische Zusammensetzung (Gussstück), Massenanteile in %									mechanische Eigenschaften <sup>4)</sup>			
DIN EN 1982 Kurzzeichen Nummer	GV	DIN 1709 Kurzzeichen	Al min. max.	Cu min. max.	Fe min. max.	Mn min. max.	Ni min. max.	As min. max.	Pb min. max.	Si min. max.	Sn min. max.	$R_m$	$R_{p0,2}$	A	HB
<b>CuZn33Pb2-C</b> CC750S	GS	G-CuZn33Pb	– 0,1	63,0 67,0	– 0,8	– 0,2	– 1,0	– –	1,0 3,0	– 0,05	– 1,5	180	70	12	45
<b>CuZn39Pb1Al-C<sup>3)</sup></b> CC754S	GM	GK-CuZn37Pb	–	58,0	–	–	–	–	0,5	–	–	220	80	15	65
	GP	GD-CuZn37Pb	0,8	63,0	0,7	0,5	1,0	–	2,5	0,05	1,0	280	120	10	70
<b>CuZn15As-C</b> CC760S	GS	G-CuZn15	0,05 0,15	83,0 88,0	– 0,15	– 0,1	– 0,1	0,05 0,25	– 0,5	– 0,02	– 0,3	160	70	20	45
<b>CuZn25Al5Mn4Fe3-C</b> CC762S	GS	G-CuZn25Al5	3,0 7,0	60,0 67,0	1,5 4,0	2,5 5,0	– 3,0	– –	– 0,2	– 0,1	– 0,2	750	450	8	180
	GM	GK-CuZn25Al5										750	480	8	180
	GZ	GZ-CuZn25Al5										750	480	5	190

Kupfer-Zinn-Legierungen nach DIN EN 1982<sup>5)</sup>

Werkstoffbezeichnung <sup>2)</sup>			chemische Zusammensetzung (Gussstück), Massenanteile in %									mechanische Eigenschaften <sup>4)</sup>			
DIN EN 1982 Kurzzeichen Nummer	GV	DIN 1705 Kurzzeichen	Al min. max.	Cu min. max.	Fe min. max.	Mn min. max.	Ni min. max.	As min. max.	Pb min. max.	Si min. max.	Sn min. max.	$R_m$	$R_{p0,2}$	A	HB
<b>CuSn11Pb2-C</b> CC482K	GS	G-CuSn12Pb	–	83,5	–	–	–	–	0,7	–	10,5	240	130	5	80
	GZ	GZ-CuSn12Pb	0,01	87,0	0,2	0,2	2,0	2,0	2,5	0,01	12,5	280	150	5	90
	GC	GC-CuSn12Pb										280	150	5	90
<b>CuSn12-C</b> CC483K	GS	G-CuSn12	–	85,0	–	–	–	–	–	–	11,0	260	140	7	80
	GZ	GZ-CuSn12	0,01	88,5	0,2	0,2	2,0	0,5	0,7	0,01	13,0	300	150	6	90
	GC	GC-CuSn12										280	150	5	90

Fortsetzung s. nächste Seite



Tabelle 217.2 Fortsetzung

Kupfer-Zinn-Blei-Legierungen nach DIN EN 1982<sup>6)</sup>

Werkstoffbezeichnung <sup>2)</sup>		chemische Zusammensetzung (Gussstück), Massenanteile in %										mechanische Eigenschaften <sup>4)</sup>			
DIN EN 1982 Kurzzeichen Nummer	GV	DIN 1716 Kurzzeichen	Al min. max.	Cu min. max.	Fe min. max.	Mn min. max.	Ni min. max.	As min. max.	Pb min. max.	Si min. max.	Sn min. max.	R <sub>m</sub>	R <sub>p0,2</sub>	A	HB
<b>CuSn3Zn8Pb5-C</b> CC490K	GS	G-CuSn2ZnPb	– 0,01	81,0 85,5	– 0,5	–	– 2,0	7,0 9,5	3,0 6,0	– 0,01	2,0 3,5	180	85	15	60
<b>CuSn10Pb10-C</b> CC496K	GS	G-CuPb10Sn	–	78,0	–	–	–	–	8,0	–	9,0	180	80	8	60
	GZ	GZ-CuPb10Sn	0,01	82,0	0,25	0,20	2,0	2,0	11,0	0,01	11,0	220	110	6	70
	GC	GC-CuPb10Sn	–	–	–	–	–	–	–	–	–	220	110	8	70
<b>CuSn7Pb15-C</b> CC497K	GS	G-CuPb15Sn	–	74,0	–	–	0,5	–	13,0	–	6,0	170	80	8	60
	GZ	GZ-CuPb15Sn	0,01	80,0	0,25	0,20	2,0	2,0	17,0	0,01	8,0	200	90	8	65
	GC	GC-CuPb15Sn	–	–	–	–	–	–	–	–	–	200	90	7	65
<b>CuSn5Pb20-C</b> CC497K	GS	G-CuPb20Sn	– 0,01	70,0 78,0	– 0,25	– 0,20	0,5 2,5	– 2,0	18,0 23,0	– 0,01	4,0 6,0	150	70	5	45

Kupfer-Aluminium-Legierungen nach DIN EN 1982<sup>7)</sup>

Werkstoffbezeichnung <sup>2)</sup>		chemische Zusammensetzung (Gussstück), Massenanteile in %										mechanische Eigenschaften <sup>4)</sup>			
DIN EN 1982 Kurzzeichen Nummer	GV	DIN 1714 Kurzzeichen	Al min. max.	Cu min. max.	Fe min. max.	Mn min. max.	Ni min. max.	As min. max.	Pb min. max.	Si min. max.	Sn min. max.	R <sub>m</sub>	R <sub>p0,2</sub>	A	HB
<b>CuAl10Fe2-C</b> CC331G	GS	G-CuAl10Fe	8,5	83,0	1,5	–	–	–	–	–	–	500	180	18	100
	GM	GK-CuAl10Fe	10,5	89,5	3,5	1,0	1,5	0,05	0,1 <sup>8)</sup>	0,2	0,2	600	250	20	130
	GZ	GZ-CuAl10Fe	–	–	–	–	–	–	–	–	–	550	200	18	130
	GC	GC-CuAl10Ni	–	–	–	–	–	–	–	–	–	650	280	13	150
<b>CuAl11Fe6Ni6-C</b> CC334G	GS	G-CuAl11Ni	10,0 12,0	72,0 78,0	4,0	7,0	–	4,0 7,5	–	–	–	680	320	5	170
	GM	GK-CuAl11Ni	–	–	–	–	–	–	–	–	–	750	380	5	185
	GZ	GZ-CuAl11Ni	–	–	–	–	–	–	–	–	–	750	380	5	185

Kupfer-Nickel-Legierungen nach DIN EN 1982<sup>8)</sup>

Werkstoffbezeichnung <sup>2)</sup>		chemische Zusammensetzung (Gussstück), Massenanteile in %										mechanische Eigenschaften <sup>4)</sup>			
DIN EN 1982 Kurzzeichen Nummer	GV	DIN 17658 Kurzzeichen	Al min. max.	Cu min. max.	Fe min. max.	Mn min. max.	Ni min. max.	As min. max.	Pb min. max.	Si min. max.	Sn min. max.	R <sub>m</sub>	R <sub>p0,2</sub>	A	HB
<b>CuNi10Fe1Mn1-C</b> CC380H	GS	G-CuNi10	–	84,5	1,0	1,0	9,0	–	–	–	–	280	120	20	70
			0,01	–	1,8	1,5	11,0	0,10	0,03	0,10	1,0	–	–	–	–
<b>CuNi30Fe1Mn1NbSi-C</b> CC383H	GS	G-CuNi30	– 0,01	Rest	0,5 1,5	0,6 1,2	29,0 31,0	– 0,03	– 0,01	0,3 0,7	0,5 1,0	440	230	18	115

## Kupfer-Mangan-Aluminium-Legierungen nach DIN EN 1982

Werkstoffbezeichnung <sup>2)</sup>		chemische Zusammensetzung (Gussstück), Massenanteile in %										mechanische Eigenschaften <sup>4)</sup>			
DIN EN 1982 Kurzzeichen Nummer	GV		Al min. max.	Cu min. max.	Fe min. max.	Mn min. max.	Ni min. max.	As min. max.	Pb min. max.	Si min. max.	Sn min. max.	R <sub>m</sub>	R <sub>p0,2</sub>	A	HB
<b>CuMn11Al8Fe3Ni3-C</b> CC212E	GS		7,0 9,0	68,0 77,0	2,0 4,0	8,0 15,0	1,5 4,5	– 0,05	– 0,05	– 0,10	– 0,5	280	120	20	70

<sup>1)</sup> Bisher als Guss-Messing und Guss-Sondermessing in DIN 1709 genormt. 14 Werkstoffe sind genormt.

<sup>2)</sup> Gegenüberstellung neue Werkstoffbezeichnung zu herkömmlicher Bezeichnung nach DIN. GV = Gießverfahren, neu/alt: GS/G-, GM/GK-, GZ/GZ-, GC/GC-, GP/GD-.

<sup>3)</sup> Für Druckguss muss der Si-Gehalt auf max. 0,3% erhöht werden.

<sup>4)</sup> Mechanische Eigenschaften (Mindestwerte): R<sub>m</sub> = Zugfestigkeit in N/mm<sup>2</sup>; R<sub>p0,2</sub> = 0,2%-Dehngrenze in N/mm<sup>2</sup>; A = Bruchdehnung in %; HB = Brinellhärte.

<sup>5)</sup> Bisher als Guss-Zinnbronze und Rotguss (Cu, Sn, Zn und ggf. Pb) in DIN 1705 genormt. 5 Werkstoffe sind genormt.

<sup>6)</sup> Bisher als Rotguss (Cu, Sn, Zn und ggf. Pb) in DIN 1705 und Guss-Zinn-Bleibronze in DIN 1716 genormt. 8 Werkstoffe sind genormt.

<sup>7)</sup> Bisher als Guss-Aluminiumbronze in DIN 1714 genormt. 5 Werkstoffe sind genormt.

<sup>8)</sup> Für Gussstücke, die geschweißt werden sollen, muss der Bleigehalt auf max. 0,03% begrenzt sein

<sup>9)</sup> 4 Werkstoffe genormt.

## DIN EN 1706 Aluminium und Aluminiumlegierungen – Gussstücke – Chemische Zusammensetzung und mechanische Eigenschaften (Jun 1998)

Es werden die Grenzen der chemischen Zusammensetzung von Aluminiumlegierungen für Gussstücke und die mechanischen Eigenschaften von getrennt gegossenen Probestäben für diese Legierungen festgelegt. In der Norm wird eine Trennung zwischen Sand- und Kokillengusslegierungen sowie Feinguss- und Druckgusslegierungen vorgenommen. Um die Auswahl der geeignetsten Aluminium-Gusslegierung zu erleichtern, wurde ein Vergleich der Gießcharakteristika, wie auch anderer Eigenschaften, zur Information beigefügt. Das Bezeichnungssystem für die Werkstoffe richtet sich nach DIN EN 1780. Technische Lieferbedingungen s. DIN EN 1559-1. Zusätzliche Anhaltsangaben zu physikalischen Eigenschaften wie thermischer Ausdehnungskoeffizient, Wärmeleitfähigkeit und elektrische Leitfähigkeit s. Norm. Mit der vorliegenden Europäischen Norm wird die nationale Norm DIN 1725-2 abgelöst. Chemische Zusammensetzung s. Tab. 220.2, mechanische Eigenschaften s. Tab. 219.1, Gießcharakteristika s. Tab. 220.1.

Tabelle 219.1 Mechanische Eigenschaften für Gusslegierungen nach DIN EN 1706 (Auswahl)<sup>1)</sup>

Legierungsgruppe	Werkstoffbezeichnung <sup>2)</sup> chemisches Symbol	WZ <sup>3)</sup>	Sandgusslegierungen (S) <sup>4)</sup>				Kokillengusslegierungen (K) <sup>4)</sup>				Feingusslegierungen (L) <sup>4)</sup> Druckgusslegierungen (D) <sup>5)</sup>			
			R <sub>m</sub>	R <sub>p0,2</sub>	A <sub>50mm</sub>	HBS	R <sub>m</sub>	R <sub>p0,2</sub>	A <sub>50mm</sub>	HBS	R <sub>m</sub>	R <sub>p0,2</sub>	A <sub>50mm</sub>	HBS
AlCu	EN AC-Al Cu4MgTi	T4	300	200	5	90	320	200	8	90	300	220	5	90
	EN AC-Al Cu4Ti	T6 T64	300 280	200 180	3 5	95 85	330 320	220 180	7 8	95 90	–	–	–	–
AlSi7Mg	EN AC-Al Si7Mg0,3	T6	230	190	2	75	–	–	–	–	260	200	3	75
AlSi10Mg	EN AC-Al Si10Mg(a)	F	150	80	2	50	–	–	–	–	–	–	–	–
		T6	220	180	1	75	–	–	–	–	–	–	–	
	EN AC- Al Si10Mg(Cu)	F	160	80	1	50	–	–	–	–	–	–	–	–
		T6	220	180	1	75	–	–	–	–	–	–	–	–
EN AC-Al Si9Mg	T6 T64	230 –	190 –	2 –	75 –	290 250	210 180	4 8	90 80	–	–	–	–	
EN AC-Al Si10Mg(Fe)	F	–	–	–	–	–	–	–	–	(240)	(140)	(1)	(70)	
AlSi	EN AC-Al Si11	F	150	70	6	45	170	80	7	45	–	–	–	–
	EN AC- Al Si12(a)	F	150	70	5	50	170	80	6	55	–	–	–	–
	EN AC- Al Si12(Fe)	F	–	–	–	–	–	–	–	–	(240)	(130)	(1)	(60)
AlSi5Cu	EN AC-Al Si6Cu4	F	150	90	1	60	170	100	1	75	–	–	–	–
AlSi9Cu	EN AC-Al Si9Cu3(Fe)	F	–	–	–	–	–	–	–	–	(240)	(140)	(<1)	(80)
	EN AC-Al Si8Cu3	F	150	90	1	60	–	–	–	–	(240)	(140)	(<1)	(80)
AlSi(Cu)	EN AC-Al Si12(Cu)	F	150	80	1	50	170	90	2	55	–	–	–	–
	EN AC-Al Si12Cu1(Fe)	F	–	–	–	–	–	–	–	–	(240)	(140)	(<1)	(80)
AlMg	EN AC-Al Mg3(a)	F	140	70	3	50	150	70	5	50	–	–	–	–
	EN AC-Al Mg9	F	–	–	–	–	–	–	–	–	(200)	(130)	(1)	(70)
	EN AC-Al Mg5	F	160	90	3	55	180	100	4	60	–	–	–	–
	EN AC-Al Mg5(Si)	F	160	100	3	60	180	110	3	65	170	95	3	55

<sup>1)</sup> Weitere Werkstoffe (numerische Bezeichnung): EN AC-41000; EN AC-42000; EN AC-42200; EN AC-43100; EN AC-44100; EN AC-44500; EN AC-45300; EN AC-46400; EN AC-46600; EN AC-44400; EN AC-45400; EN AC-45100; EN AC-46100; EN AC-46300; EN AC-46500; EN AC-46600; EN AC-48000; EN AC-51000, s. Norm. Legierungen G-Si5Mg und G-Mg3Si gestrichen.

<sup>2)</sup> Systematik der Werkstoffbezeichnung nach DIN EN 1780-2. Bezeichnung nach numerischem System DIN EN 1780-1 und Gegenüberstellung zu den früheren Werkstoffbezeichnungen s. Tab. 220.2

<sup>3)</sup> WZ = Werkstoffzustände: F = Gusszustand; O = Weichgeglüht; T1 = kontrollierte Abkühlung nach dem Guss und kaltausgelagert; T4 = Lösungsgeglüht und kaltausgelagert; T5 = kontrollierte Abkühlung nach dem Guss und warmausgelagert oder überaltert; T6 = Lösungsgeglüht und vollständig warmausgelagert; T64 = Lösungsgeglüht und nicht vollständig warmausgelagert.

<sup>4)</sup> Mechanische Eigenschaften für getrennt gegossenen Probestäbe. Mechanische Eigenschaften (Mindestwerte): R<sub>m</sub> = Zugfestigkeit in N/mm<sup>2</sup>; R<sub>p0,2</sub> = 0,2%-Dehngrenze in N/mm<sup>2</sup>; A = Bruchdehnung in%; HBS = Brinellhärte.

<sup>5)</sup> Druckgussstücke werden üblicherweise nicht hergestellt. Die Werte in ( ) sind nur zur Information angegeben.

Anmerkung: 1 N/mm<sup>2</sup> entspricht 1 MPa.

Tabelle 220.1 Vergleich der Gießcharakteristika für Gusslegierungen nach DIN EN 1706 (Auswahl)<sup>1) 2)</sup>

Legierungsgruppe	Werkstoffbezeichnung chemisches Symbol	Gießbarkeit			Bearbeitbarkeit		andere Eigenschaften <sup>3)</sup>			
		Fließvermögen	Warmrissebeständigkeit	Druckdichtheit	nach der Wärmebehandlung	wie gegossen	Korrosionsbeständigkeit	Dekorative anodische Oxidation	Schweißbarkeit <sup>4)</sup>	Polierbarkeit
AlCu	EN AC-Al Cu4MgTi	C	D	D	–	A	D	C	D	B
	EN AC-Al Cu4Ti	C	D	D	–	A	D	C	D	B
AlSi7Mg	EN AC-Al Si7Mg0,3	B	A	B	–	B	B	D	B	C
AlSi10Mg	EN AC-Al Si10Mg(a)	A	A	B	B/C	B	B	E	A	D
	EN AC-Al Si10Mg(Cu)	A	A	B	B/C	B	C	E	A	C
	EN AC-Al Si9Mg	A	A	B	B/C	B	B	E	A	D
	EN AC-Al Si10Mg(Fe)	A	A	C	B	–	C	E	D	D
AlSi	EN AC-Al Si11	A	A	A	C	–	B	E	A	D
	EN AC-Al Si12(a)	A	A	A	C	–	B	E	A	D
	EN AC-Al Si12(Fe)	A	A	C	C	–	C	E	D	D
AlSi5Cu	EN AC-Al Si6Cu4	B	B	B	B	–	D	D	C	B
AlSi9Cu	EN AC-Al Si9Cu3(Fe)	B	B	C	B	–	D	E	F	C
	EN AC-Al Si8Cu3	B	B	B	B	–	D	E	B	C
AlSi(Cu)	EN AC-Al Si12(Cu)	A	A	A	C	–	C	E	A	C
	EN AC-Al Si12Cu1(Fe)	A	A	C	C	–	C	E	F	C
AlMg	EN AC-Al Mg3(a)	C	D	D	A	–	A	A	C	A
	EN AC-Al Mg9	C	D	D	A	–	A	B	C	A
	EN AC-Al Mg5	C	D	D	A	–	A	B	C	A
	EN AC-Al Mg5(Si)	C	D	D	A	A	B	B	C	B

<sup>1)</sup> Weitere Werkstoffe (numerische Bezeichnung): EN AC-41000; EN AC-42000; EN AC-42200; EN AC-43100; EN AC-44100; EN AC-45200; EN AC-45300; EN AC-46400; EN AC-46600; EN AC-44400; EN AC-45400; EN AC-45100; EN AC-46100; EN AC-46300; EN AC-46500; EN AC-46600; EN AC-48000; EN AC-51000, s. Norm. Legierungen G-Si5Mg und G-Mg3Si gestrichen.

<sup>2)</sup> A = ausgezeichnet; B = gut; C = annehmbar; D = unzureichend; E = nicht empfehlenswert; F = unzureichend.

<sup>3)</sup> Weitere Eigenschaften s. Norm.

<sup>4)</sup> Die Schweißbarkeit von Druckguss hängt ab von der eingeschlossenen Gasmenge und ist in den meisten Fällen unzureichend.

Tabelle 220.2 Chemische Zusammensetzung der Gusslegierungen nach DIN EN 1706 (Auswahl)<sup>1)</sup>

Legierungsgruppe	Werkstoffbezeichnung <sup>2)</sup>		chemische Zusammensetzung (Gussstück) in % <sup>3) 4)</sup>										
	DIN EN 1706 chemisches Symbol numerisch	DIN 1725-2 Kurzzeichen WNR	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Ni	Zn	Pb	Sn	Ti
AlCu	EN AC-Al Cu4MgTi EN AC-21000	G-AlCuTiMg 3.1371	0,20	0,35	4,2/ 5,0	0,10	0,15/ 0,35	–	0,05	0,10	0,05	0,05	0,15/ 0,30
	EN AC-Al Cu4Ti EN AC-21100	G-AlCuTi 3.1841	0,18	0,19	4,3/ 5,2	0,55	–	–	0,07	–	–	–	0,15/ 0,30
AlSi7Mg	EN AC-Al Si7Mg0,3 EN AC-42100	G-AlSi7Mg 3.2371	6,5/ 7,5	0,19	0,05	0,10	0,20/ 0,45	–	–	0,07	–	–	0,08/ 0,25
AlSi10Mg	EN AC-Al Si10Mg(a) EN AC-43000	G-AlSi10Mg 3.2381	9,0/ 11,0	0,55	0,05	0,45	0,20/ 0,45	–	0,05	0,10	0,05	0,05	0,15
	EN AC-Al Si10Mg(Cu) EN AC-43200	G-AlSi10Mg(Cu) 3.2383	9,0/ 11,0	0,65	0,35	0,55	0,20/ 0,45	–	0,15	0,35	0,10	–	0,20
	EN AC-Al Si9Mg EN AC-43300	G-AlSi9Mg 3.2373	9,0/ 10,0	0,19	0,05	0,10	0,20/ 0,45	–	–	0,07	–	–	0,15
	EN AC-Al Si10Mg(Fe) EN AC-43400	GD-AlSi10Mg 3.2382	9,0/ 10,0	1,0	0,10	0,55	0,20/ 0,50	–	0,15	0,15	0,15	0,05	0,20

Fortsetzung s. nächste Seite



Tabelle 220.2 Fortsetzung

Legierungsgruppe	Werkstoffbezeichnung <sup>2)</sup>		chemische Zusammensetzung (Gussstück) in % <sup>3)</sup> 4)										
	DIN EN 1706 chemisches Symbol numerisch	DIN 1725-2 Kurzzeichen WNr	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Ni	Zn	Pb	Sn	Ti
AlSi	<b>EN AC-AI Si11</b> EN AC-44000	G-AlSi11 3.2211	10,0/ 11,8	0,19	0,05	0,10	0,45	–	–	0,07	–	–	0,15
	<b>EN AC-AI Si12(a)</b> EN AC-44200	G-AlSi12 3.2581	10,5/ 13,5	0,55	0,05	0,35	–	–	–	0,10	–	–	0,15
	<b>EN AC-AI Si12(Fe)</b> EN AC-44300	GD-AlSi12 3.2582	10,5/ 13,5	1,0	0,10	0,55	–	–	–	0,15	–	–	0,15
AlSi5Cu	<b>EN AC-AI Si6Cu4</b> EN AC-45000	G-AlSi6Cu4 3.2151	5,0/ 7,0	1,0	3,0/ 5,0	0,20/ 0,65	0,55	0,15	0,45	2,0	0,30	0,15	0,25
AlSi9Cu	<b>EN AC-AI Si9Cu3(Fe)</b> EN AC-46000	GD-AlSi9Cu3 3.2163	8,0/ 11,0	1,3	2,0/ 4,0	0,55	0,05/ 0,55	0,15	0,55	1,2	0,35	0,25	0,25
	<b>EN AC-AI Si8Cu3</b> EN AC-46200	G-AlSi9Cu3 3.2163	7,5/ 9,5	0,8	2,0/ 3,5	0,15/ 0,65	0,05/ 0,55	–	0,35	1,2	0,25	0,15	0,25
AlSi(Cu)	<b>EN AC-AI Si12(Cu)</b> EN AC-47000	G-AlSi12(Cu) 3.2583	10,5/ 13,5	0,8	1,0	0,05/ 0,55	0,35	0,10	0,30	0,55	0,20	0,10	0,20
	<b>EN AC-AI Si12Cu1(Fe)</b> EN AC-47100	GD-AlSi12(Cu) 3.2982	10,5/ 13,5	1,3	0,7/ 10,2	0,55	0,35	0,10	0,30	0,55	0,20	0,10	0,20
AlMg	<b>EN-AC-AI Mg3(a)</b> EN AC-51100	G-AlMg3 3.35411	0,55	0,55	0,05	0,45	2,5/ 3,5	–	–	0,10	–	–	0,20
	<b>EN-AC-AI Mg9</b> EN AC-51200	GD-AlMg9 3.3292	2,5	1,0	0,10	0,55	8,0/ 10,5	–	0,10	0,25	0,10	0,10	0,20
	<b>EN-AC-AI Mg5</b> EN AC-51300	G-AlMg5 3.3561	0,55	0,55	0,10	0,45	4,5/ 6,5	–	–	0,10	–	–	0,20
	<b>EN-AC-AI Mg5(Si)</b> EN AC-51400	G-AlMg5Si 3.3261	1,5	0,55	0,05	0,45	4,5/ 6,5	–	–	0,10	–	–	0,20

<sup>1)</sup> Weitere Werkstoffe (numerische Bezeichnung): EN AC-41000; EN AC-42000; EN AC-42200; EN AC-43100; EN AC-44100; EN AC-45200; EN AC-45300; EN AC-46400; EN AC-46600; EN AC-48000; EN AC-44400; EN AC-45400; EN AC-45100; EN AC-46100; EN AC-46300; EN AC-46500; EN AC-46600; EN AC-48000; EN AC-51000, s. Norm. Legierungen G-Si5Mg und G-Mg3Si gestrichen.

<sup>2)</sup> Bezeichnungssystem mit chemischen Symbolen nach DIN EN 1780-2, numerisches Bezeichnungssystem nach DIN EN 1780-1. Gegenüberstellung der neuen Werkstoffbezeichnungen zu den früheren Werkstoffbezeichnungen nach DIN 1725-2.

<sup>3)</sup> Massel-Zusammensetzungen, die sich von Gussstück-Zusammensetzungen unterscheiden, s. Norm.

<sup>4)</sup> Die angegebenen Grenzwerte sind Maximalwerte (Massenanteile), sofern nicht ein Bereich angegeben ist.

## DIN EN 1753 Magnesium und Magnesiumlegierungen – Blockmetalle und Gussstücke aus Magnesiumlegierungen (Aug 1997)

Die Norm legt die chemische Zusammensetzung von 17 Magnesiumlegierungen für Gussstücke fest sowie die mechanischen Eigenschaften von getrennt gegossenen Proben aus diesen Legierungen. Für Gussstücke aus Feinguss (L) gibt es zurzeit noch keine Festlegungen für mechanische Eigenschaften. Werte für die mechanischen Eigenschaften an Proben ermittelt, die dem Gussstück entnommen wurden, können von den in Tab. 222.1 angegebenen Mindestwerten abweichen. Die in der Tabelle angegebenen Werte von Druckgussstücken sind nur Anhaltswerte. Hinweise zur Probenentnahme und zur Ausführung der Probestücke s. Norm. Anhaltsangaben zur chemischen Zusammensetzung von Blockmetallen s. Norm. Legierungsgruppen: MgAlZn, MgAlMn, MgAlSi, MgZnCu, MgZnREZr, MgREAgZr, MgYREZr. Die Werkstoffbezeichnung erfolgte durch Nummern und Kurzzeichen entsprechend DIN EN 1754. Technische Lieferbedingungen s. DIN EN 1559-5. Für die Kennzeichnung der verschiedenen Gießverfahren sind folgende Kurzzeichen zu verwenden: S Sandgießverfahren, K Kokillengießverfahren, D Druckgießverfahren, L Feingießverfahren. DIN EN 1753 ersetzt DIN 1729-2.

Tabelle 222.1 Eigenschaften von Gussstücken aus Magnesiumlegierungen nach DIN EN 1753 (Auswahl)

Legierungsgruppe	Werkstoffbezeichnung <sup>1)</sup>		Bezeichnung der Wärmebehandlung <sup>2)</sup>	chemische Zusammensetzung (Gussstück) in % <sup>3)</sup> min./max.	mechanische Eigenschaften			
	DIN EN 1753 Kurzzeichen Nummer	DIN 1729-2 Kurzzeichen Nummer			Zugfestigkeit $R_m$ in N/mm <sup>2</sup> min.	0,2-Dehngrenze $R_{p0,2}$ in N/mm <sup>2</sup> min.	Bruchdehnung A in %/min.	Brinellhärte HB (min. <sup>6)</sup> )
Eigenschaften von Sandguss-Magnesiumlegierungen (S)								
MgAlZn	EN-MCMgAl8Zn1 EN-MC21110	MgAl8Zn1 3.5812	F	Al: 7,0/8,7; Zn: 0,40/1,0; Mn: 0,1/–; Si: –/0,20; Fe: –/0,005; Cu: –/0,030; Ni: –/0,001	160	90	2	50 bis 65
			T4		240	90	8	50 bis 65
	EN-MCMgAl9Zn1(A) EN-MC21120	MgAl9Zn1 3.5912	F	Al: 8,3/9,7; Zn: 0,40/1,0; Mn: 0,1/–; Si: –/0,10; Fe: –/0,005; Cu: –/0,030; Ni: –/0,002	160	90	2	50 bis 65
			T4		240	110	6	55 bis 70
			T6		240	150	2	60 bis 90
MgZnREZr <sup>3)</sup>	EN-MCMgZn4RE1Zr EN-MC35110	MgZn4SE1Zr1 3.5101.91	T5	Zn: 3,5/5,0; Mn: –/0,15; RE: 2,5/4,0; Zr: 0,4/1,0; Si: –/0,01; Fe: –/0,01; Cu: –/0,03; Ni: –/0,005	200	135	2,5	55 bis 70
	EN-MCMgRE3Zn2Zr EN-MC65120	MgSE3Zn2Zr1 3.5103.91	T5	Zn: 2,0/3,0; Mn: –/0,15; RE: 0,75/1,75; Zr: 0,4/1,0; Si: –/0,01; Fe: –/0,01; Cu: –/0,03; Ni: –/0,005	140	95	2,5	50 bis 60
MgZnREAgZr <sup>4)</sup>	EN-MCMgRE2Ag2Zr EN-MC65210	MgAg3SE2Zr1 3.5106.61	T6	Zn: –/0,2; Mn: –/0,15; RE: 2,0/3,0; Zr: 0,4/1,0; Ag: 2,0/3,0; Si: –/0,01; Fe: –/0,01; Cu: –/0,03; Ni: –/0,005	240	175	2	70 bis 90
Eigenschaften von Kokillenguss-Magnesiumlegierungen (K)								
MgAlZn	EN-MCMgAl8Zn1 EN-MC21110	MgAl8Zn1 3.5812	F	Al: 7,0/8,7; Zn: 0,40/1,0; Mn: 0,1/–; Si: –/0,20; Fe: –/0,005; Cu: –/0,030; Ni: –/0,001	160	90	2	50 bis 65
			T4		240	90	8	50 bis 65
	EN-MCMgAl9Zn1(A) EN-MC21120	MgAl9Zn1 3.5912	F	Al: 8,3/9,7; Zn: 0,40/1,0; Mn: 0,1/–; Si: –/0,10; Fe: –/0,005; Cu: –/0,030; Ni: –/0,002	160	110	2	55 bis 70
			T4		240	120	6	55 bis 70
			T6		240	150	2	60 bis 90
Eigenschaften von Druckguss-Magnesiumlegierungen (D) <sup>6) 7)</sup>								
MgAlZn	EN-MCMgAl8Zn1 EN-MC21110	MgAl8Zn1 3.5812	F	Al: 7,0/8,7; Zn: 0,35 0/1,0; Mn: 0,1/–; Si: –/0,10; Fe: –/0,005; Cu: –/0,030; Ni: –/0,002	200 bis 250	140 bis 160	1 bis 7	60 bis 85
	EN-MCMgAl9Zn1(A) EN-MC21120	MgAl9Zn1 3.5912	F	Al: 8,3/9,7; Zn: 0,35/1,0; Mn: 0,1/–; Si: –/0,10; Fe: –/0,005; Cu: –/0,030; Ni: –/0,002	200 bis 260	140 bis 170	1 bis 6	65 bis 85
	EN-MCMgAl6Mn EN-MC21230	–	F	Al: 5,5/6,5; Zn: –/0,2; Mn: 0,1/–; Si: –/0,10; Fe: –/0,005; Cu: –/0,010; Ni: –/0,002	190 bis 250	120 bis 150	4 bis 14	55 bis 70
MgAlSi	EN-MCMgAl2Si EN-MC21310	–	F	Al: 1,8/2,6; Zn: –/0,2; Mn: 0,1/–; Si: 0,7/1,2; Fe: –/0,005; Cu: –/0,010; Ni: –/0,002	170 bis 230	110 bis 130	4 bis 14	50 bis 70
	EN-MCMgAl4Si EN-MC21320	MgAl4Si1 3.5479.05	F	Al: 3,5 /5,0; Zn: –/0,2; Mn: 0,1/–; Si: 0,5/1,5; Fe: –/0,005; Cu: –/0,010; Ni: –/0,002	200 bis 250	120 bis 150	3 bis 12	55 bis 80

<sup>1)</sup> Gegenüberstellung der Werkstoffbezeichnungen nach dem neuen Bezeichnungssystem DIN EN 1754 zu den früheren Bezeichnungen nach DIN.

<sup>2)</sup> Kennzeichnung der Wärmebehandlung: F = im Rohgusszustand, T4 = lösungsgeglüht und kaltausgelagert, T5 = im Rohgusszustand und warmausgelagert, T6 = lösungsgeglüht und warmausgelagert.

<sup>3)</sup> RE = Seltenerdmetalle. Hoher Anteil an Cer.

<sup>4)</sup> RE = Seltenerdmetalle. Hoher Anteil an Neodym.

<sup>5)</sup> Sonstige Elemente jeweils max. 0,01% Massenanteile.

<sup>6)</sup> Die Werte sind nur Anhaltswerte.

<sup>7)</sup> Die angegebenen Werte gelten für getrennt gegossene Proben mit einer Querschnittsfläche von 20 mm<sup>2</sup> und einer Mindestwanddicke von 2 mm.

Anmerkung: 1 N/mm<sup>2</sup> entspricht 1 MPa.

## DIN 1742 Zinn-Druckgusslegierungen (Jul 1971)

Tabelle 223.1 Zusammensetzung, Werkstoffeigenschaften und Verwendung von Zinn-Druckgusslegierungen DIN 1742

Kurzzeichen WNR	Legierungsbestandteile in Massen-% <sup>1)</sup>	Dichte in kg/dm <sup>3</sup>	Zugfestigkeit <sup>2)</sup> $R_m$ in N/mm <sup>2</sup>	Bruchdehnung <sup>2)</sup> $A_5$ in %	Brinellhärte <sup>2)</sup> HB 2,5/31,25	Richtlinien für die Verwendung
<b>GD-Sn80Pb</b> 2.3752	Sb 16 bis 18 Cu 2,5 bis 3,5 Pb bis 1,5	7,1	115	2,5	30	Kleine, sehr maßgenaue Druckgussstücke für Elektrizitätszähler (z. B. Zählerräder, Gehäuse), Gasmesser, Geschwindigkeitsmesser, sonstige Zähler sowie für die elektronische und feinmechanische Industrie
<b>GD-Sn60SbPb</b> 2.3722	Sb 12 bis 14 Cu 2 bis 3 Pb Rest	7,9	90	1,7	28	
<b>GD-Sn50SbPb</b> 2.3732	Sb 12 bis 14 Cu 2 bis 3 Pb Rest	8,0	80	1,9	26	

1) Nicht aufgeführt sind Legierungsbestandteile, deren Gehalt aus der dem chemischen Symbol beigefügten Kennzahl ersichtlich ist. Zulässige Beimengungen s. Norm.

2) Ermittelt an gesondert gegossenen Proben; mit diesen Werten kann aber nicht immer gerechnet werden, weil u. a. die Gestalt und die Wanddicke des Gussstückes von Einfluss sind.

Tabelle 223.2 Zusammensetzung und Eigenschaften von Gussstücken aus Zinklegierungen nach DIN EN 12844

Werkstoffbezeichnung <sup>1)</sup>		Chemische Zusammensetzung (Gussstück) in % (Massenanteile) min./max.	Eigenschaften für Druckgussstücke <sup>2)</sup>					
DIN EN 12844	DIN 1743-2		Dichte in kg/dm <sup>3</sup>	Elektrische Leitfähigkeit % IACS <sup>3)</sup>	Zugfestigkeit $R_m$ in N/mm <sup>2</sup> min.	0,2%-Dehngrenze $R_{p0,2}$ in N/mm <sup>2</sup> min.	Bruchdehnung A (50 mm) in % min.	Brinellhärte HBS min.
WNR (Kurzzeichen) Farbcode	Kennzeichen (Kurzzeichen) WNR							
<b>ZP0400</b> (ZP3) weiß/gelb	GD-ZnAl4 (Z400) 2.2140.05	Al: 3,7/4,3; Cu: -/0,1; Mg: 0,025/0,06; Pb: -/0,005; Cd: -/0,005; Sn: -/0,002; Fe: -/0,05; Ni: -/0,02; Si: -/0,03	6,7	26	280	200	10	83
<b>ZP0410</b> (ZP5) weiß/schwarz	GD-ZnAl4Cu1 (Z410) 2.2141.05	Al: 3,7/4,3; Cu: 0,7/1,2; Mg: 0,025/0,06; Pb: -/0,005; Cd: -/0,005; Sn: -/0,002; Fe: -/0,05; Ni: -/0,02; Si: -/0,03	6,7	26	330	250	5	92
<b>ZP0430</b> (ZP2) weiß/grün	G-ZnAl4Cu3 (Z430) 2.2143.01	Al: 3,7/4,3; Cu: 2,7/3,3; Mg: 0,025/0,06; Pb: -/0,005; Cd: -/0,005; Sn: -/0,002; Fe: -/0,05; Ni: -/0,02; Si: -/0,03	6,8	26	335	270	5	102
	GK-ZnAl4Cu3 (Z430) 2.2143.02							
<b>ZP0610<sup>4)</sup></b> (ZP6) weiß/weiß	G-ZnAl6Cu1 (Z610) 2.2161.01	Al: 5,4/6,0; Cu: 1,1/1,7; Mg: -/0,005; Pb: -/0,005; Cd: -/0,005; Sn: -/0,002; Fe: -/0,05; Ni: -/0,02; Si: -/0,045	6,5	27	-	-	-	-
	GK-ZnAl6Cu1 (Z610) 2.2161.02							
<b>ZP0810</b> (ZP8) weiß/blau	-	Al: 8,0/8,8; Cu: 0,8/1,3; Mg: 0,015/0,03; Pb: -/0,006; Cd: -/0,006; Sn: -/0,003; Fe: -/0,06; Ni: -/0,02; Si: -/0,045	6,3	28	370	220	8	100
<b>ZP1110</b> (ZP12) weiß/orange	-	Al: 10,5/11,5; Cu: 0,5/1,2; Mg: 0,015/0,03; Pb: -/0,006; Cd: -/0,006; Sn: -/0,003; Fe: -/0,07; Ni: -/0,02; Si: -/0,06	6,0	28	400	300	5	100
<b>ZP2720</b> (ZP27) weiß/violett	-	Al: 25,0/28,5; Cu: 2,0/2,5; Mg: 0,01/0,02; Pb: -/0,006; Cd: -/0,006; Sn: -/0,003; Fe: -/0,01; Ni: -/0,02; Si: -/0,08	5,0	30	425	327	2,5	120
<b>ZP0010</b> (ZP16) weiß/braun	-	Al: 0,01/0,04; Cu: 1,0/1,5; Mg: -/0,02; Cr: 0,1/0,2; Ti: 0,15/0,25; Pb: -/0,005; Cd: -/0,005; Sn: -/0,004; Fe: -/0,06; Si: -/0,05	7,2	24	220	-	-	-

1) Gegenüberstellung der neuen Werkstoffbezeichnungen nach DIN EN 12844 zu den früheren Werkstoffbezeichnungen nach DIN 1743-2.

2) Eigenschaften von Druckgussstücken bei 20 °C. Die Werte dieser Tabelle sind Mittelwerte und nur zur Information angegeben. Brinellhärte: HBS 500-10-30.

3) 100% IACS entspricht 58,8 S × m/mm<sup>2</sup>.

4) ZP0610 wird üblicherweise nicht als Druckguss geliefert.

Anmerkung: 1 MPa entspricht 1 N/mm<sup>2</sup>

## DIN EN 1774 Zink und Zinklegierungen – Gusslegierungen – In Blockform und in flüssiger Form (Nov 1997)

Mit DIN EN 1774 wird DIN 1743-1 ersetzt. Es wird im Wesentlichen die chemische Zusammensetzung für Zinklegierungen in Blockform festgelegt, s. Norm. Genormte Werkstoffe Kurzzeichen/WNr (in Klammern alte Bezeichnung nach DIN): **ZnAl4/ZL0400 (Z400)**, **ZnAl4Cu1/ZL0410 (Z410)**, **ZnAl4Cu3/ZL0430 (Z430)**, **ZnAl6Cu1/ZL0610 (Z610)**, **ZnAl8Cu1/ZL0810**, **ZnAl11Cu1/ZL1110**, **ZnAl27Cu2/ZL2720**, **ZnCu1CrTi/ZL0010**.

Weiter wird in dieser Norm auch die Bezeichnung von Zinklegierungen geregelt. Diese Regelung gilt auch für Gussstücke nach DIN EN 12844. Beispiel: ZnAl4Cu1 bezeichnet eine Zinklegierung, welche nominell 4% Aluminium und 1% Kupfer enthält. Eine Werkstoffnummer muss aus dem Buchstaben Z und einem weiteren Buchstaben bestehen, gefolgt von vier Ziffern. Ist der zweite Buchstabe ein L, handelt es sich um eine Legierung dieser Norm (ein P gibt an, dass es sich bei dem Produkt um ein Gussstück nach DIN EN 12844 handelt). Die ersten beiden Ziffern geben den nominellen Aluminiumwert an, die dritte Ziffer den nominellen Kupferwert, die vierte Ziffer gibt den Nenngehalt des nächsthöheren Legierungselementes an (beträgt dieser Wert weniger als 1%, ist die vierte Ziffer mit Null anzugeben). Ferner wird eine Kurzbezeichnung jeder Legierung festgelegt (s. Norm) sowie eine Farbcodierung, s. Tab. 223.2.

## DIN EN 12844 Zink und Zinklegierungen – Gussstücke – Spezifikationen (Jan 1999)

DIN EN 12844, mit der DIN 1743-2 „Feinzink-Gusslegierungen“ ersetzt wird, legt die chemische Zusammensetzung für Gussstücke aus Zinklegierungen fest. Die Anwendung dieser Norm gilt für Druckguss-, Kokillenguss- und Sandgussstücke. Nur für Druckgussstücke enthält die Norm Anhaltsangaben zu physikalischen und mechanischen Eigenschaften, Tab. 223.2. Anhaltsangaben zu weiteren Eigenschaften, wie Kerbschlagarbeit, E-Modul, Zeitfestigkeit, Zeitstandkriechgrenze, Schmelzbereich, Längenausdehnungskoeffizient und Wärmeleitfähigkeit s. Norm. Gussstücke nach dieser Norm müssen durch eine Werkstoffnummer oder eine Kurzbezeichnung, wie in DIN EN 1774 beschrieben, bezeichnet werden. Der zweite Buchstabe in dieser Bezeichnung, ein P, gibt an, dass es sich bei dem Produkt um ein Gussstück handelt. Technische Lieferbedingungen, s. DIN EN 1559-1 und DIN EN 1559-6. Besondere Anforderungen müssen zum Zeitpunkt der Bestellung vereinbart werden. Hinweise auf das Klimaverhalten der Legierungen Z0400 und Z0410 sind in der Norm nicht mehr enthalten. Bei der Herstellung der Legierungen dürfen gebrauchtes Rücklaufgut und andere Werkstoffe, die Verunreinigungen erzeugen könnten nicht verwendet werden.

## 8.2.5 Eigenschaften von Halbzeug aus Nichteisenmetallen

Im Vergleich zu den früheren national geltenden DIN-Normen sind Europäische Normen teilweise anders zusammengestellt. So sind jetzt in vielen Fällen Maßnormen sowie Normen für Grenzabmaße, Gütenormen und technische Lieferbedingungen zusammengefasst in Produktnormen enthalten. Halbzeug aus Nickel und Nickellegierungen: Bänder und Bleche DIN 17750, Rohre DIN 17751, Stangen DIN 17752, Drähte DIN 17753, s. jeweils Norm.

### 8.2.5.1 Eigenschaften von Kupfer und Kupferlegierungen

#### 8.2.5.1.1 Allgemeine Hinweise zur Normung von Kupfer und Kupferlegierungen

Für Kupfer und Kupferlegierungen wurde eine Reihe von Europäischen Normen für Walzflacherzeugnisse, für Stangen, Drähte und Profile sowie für Rohre geschaffen, mit denen viele geläufige nationale DIN-Normen teilweise oder vollständig ersetzt wurden. Die früheren nationalen Normen DIN 17660, DIN 17662, DIN 17663, DIN 17664 und DIN 17665 sind ersatzlos zurückgezogen worden. Die Festlegungen zu den Technischen Lieferbedingungen, den Eigenschaften, den Maßen und zulässigen Abweichungen sind jetzt in einer Norm zusammengefasst. Für alle Europäische Normen gilt, dass die Werkstoffnummern vollständig nach dem Europäischen Werkstoffnummernsystem nach DIN EN 1412 geändert wurden.

Die Kennzeichnung der Werkstoffzustände erfolgt nach DIN EN 1173: M beschreibt den Zustand für ein Produkt „wie gefertigt“ ohne festgelegte Anforderungen an die mechanischen Eigenschaften, R bezeichnet den Zustand mit dem kleinsten Wert für die Anforderungen an die Zugfestigkeit für das Produkt; H bezeichnet gleichermaßen die Härte. G bezeichnet den Zustand mit dem mittleren Wert für die Anforderungen an die Korngröße für das Produkt. Wenn eine zusätzliche Entspannungsbehandlung für das Produkt vorgesehen ist, wird die Zustandsbezeichnung um den Anhang S erweitert. Die Werkstoffkurzzeichen haben sich in den Europäischen Normen teilweise geändert. In einigen Fällen haben sich die Zusammensetzungen der Werkstoffe wie auch die mechanischen Eigenschaften teilweise geringfügig geändert. Umstellungen der Werkstoffbezeichnungen bei konkreten älteren Projekten sollten daher möglichst sorgfältig vorgenommen werden.

Inbesondere in zahlreichen Produktnormen und Halbzeugnormen werden aber noch die herkömmlichen Werkstoffbezeichnungen geführt. Die Festigkeitseigenschaften der aus Nichteisenmetall-Knetlegierungen hergestellten Halbzeuge wurden für national geltende DIN-Normen bisher angegeben, indem z. B. mit dem Buchstaben F der Herstellungszustand des Werkstoffes mit Angabe des zehnten Teiles der Mindestzugfestigkeit in N/mm<sup>2</sup> beschrieben wurde. Für die Werkstoffnummer gab es Anhängeszahlen als Ergänzung. Beispiele: CuZn40 F34 oder 2.360.10. Den Werkstoffbezeichnungen für Rohre, Stangen und Drähte ohne Festlegung einer Mindestzugfestigkeit konnten Kleinbuchstaben wie p für „gepresst“ oder zh für „ziehhart“ angehängt werden, CuZn 37 p oder 2.0321.08 als Werkstoffnummer mit bestimmter Anhängeszahl.

Zur Produktbezeichnung gehört im Allgemeinen: Benennung (z. B. Blech, Stange, Rohr), Nummer der jeweiligen Europäischen Norm, Werkstoffbezeichnung (Kurzzeichen oder Nummer nach DIN EN 1412), Zustandsbezeichnung nach

DIN EN 1173, Nennmaße für Walzprodukte; für Stangen, Drähte und Profile zusätzlich: Querschnittsform, Querschnittsmaße, Toleranzklasse, Kantenausführung (SH scharf, RD gerundet). Bezeichnungen für die Querschnittsform: RND für rund, SQR für quadratisch, RCT für quadratisch HEX für sechseckig, OCT für achteckig und PEL für Profil. Hinweise zu den Bestellangaben über die Produktbezeichnung hinaus, Probenentnahmen und Prüfungen s. Norm.

Die Konformitätserklärung nach DIN EN 1655 und eine Prüfbescheinigung nach DIN EN 10204 kann zwischen Käufer und Lieferer vereinbart werden.

Die Zusammensetzung der Werkstoffe ist jetzt in den Europäischen Normen für Walzflechterzeugnisse, für Stangen, Drähte und Profile und für Rohre aus Kupfer und Kupferlegierungen enthalten. In Tab. 227.1 ist für eine Auswahl der dort genormten Werkstoffe die chemische Zusammensetzung aufgeführt.

Tabelle 225.1 Zusammensetzung von Kupfer und Kupferlegierungen für Walzflechterzeugnisse, Stangen, Drähte, Profile und für Rohre

Werkstoffbezeichnung <sup>1)</sup>				chemische Zusammensetzung <sup>2)</sup> in % (Massenanteile) min./max.	Verwendung für <sup>3)</sup>
DIN EN	Nummer	DIN	WNr		
<b>Cu-ETP</b>	CW004A	–	–	Cu: 99,0/-; Bi: -/0,0005; O: -/0,04 <sup>4)</sup> ; Pb: -/0,005	1; 7
<b>Cu-FRTP</b>	CW006A	–	–	Cu: 99,90/-; O: -/0,10;	1; 5
<b>Cu-OF</b>	CW008A	–	–	Cu: 99,95/-; Bi: -/0,0005 <sup>5)</sup> ; Pb: -/0,005	1; 7
<b>Cu-HCP</b>	CW021A	–	–	Cu: 99,95/-; Bi: -/0,0005; P: 0,002/0,007; Pb: -/0,005	7
<b>Cu-DLP</b>	CW023A	SW-Cu	2.0076	Cu: 99,90/-; Bi: -/0,0005; P: 0,005 / 0,013; Pb: -/0,005	5; 4; 1; 9; 2
<b>Cu-DHP</b>	CW024A	SF Cu	2.0090	Cu: 99,90/-; P: 0,015 / 0,040	1; 2; 5; 7; 8; 9; 10;12; 11
<b>CuBe1,7</b>	CW100C	CuBe1,7	2.1245	Be: 1,6/1,8; Co: 0/0,3; Fe: 0/0,2; Ni: 0/0,3	3
<b>CuBe2</b>	CW101C	CuBe2	2.1247	Be: 1,8/2,1; Co: -/0,3; Fe: -/0,2; Ni: -/0,3	1; 3; 5; 7; 8; 9
<b>CuBe2Pb</b>	CW102C	CuBe2Pb	2.1248	Be: 1,8/2,0; Co: -/0,3; Fe: -/0,3; Ni: -/0,3; Pb: 0,2/0,6	6; 8
<b>CuCo2Be</b>	CW104C	CuCo2Be	2.1285	Be: 0,4/0,7; Co: 2,0/2,8; Fe: -/0,2; Ni: -/0,3	1; 3; 5; 7; 8; 9
<b>CuCr1Zr</b>	CW106C	CuCrZr	2.1293	Cr: 0,5/1,2; Fe: -/0,08; Si: -/0,1; Zr: 0,03/0,3	5; 7; 8; 9
<b>CuNi1Si</b>	CW109C	CuNi1,5Si	2.0853	Fe: -/0,2; Mn: -/0,1; Ni: 1,0/1,6; Pb: -/0,02; Si: 0,4/0,7	5; 7; 8; 9
<b>CuNi2Be</b>	CW110C	CuNi2Be	2.0805	Be: 0,2/0,6; Co: -/0,3; Fe: -/0,2; Ni: 1,4/2,2	1; 3; 5; 7; 8; 9
<b>CuPb1P</b>	CW113C	CuPb1P	2.1160	P: 0,003/0,012; Pb: 0,7/1,5	6
<b>CuSP</b>	CW114C	CuSP	2.1498	P: 0,003/0,012; S: 0,2/0,7	6; 10
<b>CuTeP</b>	CW118C	CuTeP	2.1546	P: 0,003/0,012; Te: 0,4/0,7	6; 8; 10
<b>CuZn0,5</b>	CW119C	CuZn0,5	2.0205	P: -/0,02; Zn: 0,1/1,0	1
<b>CuZr</b>	CW120C	CuZr	2.1580	Zr: 0,1/0,2	5; 7; 8; 9
<b>CuAl5As</b>	CW300G	CuAl5As	2.0918	Al: 4,0/6,5; As: 0,1 / 0,4; Mn: -/ 0,2; Fe: -/ 0,2; Ni: -/ 0,2; Pb: -/ 0,2; Sn: -/ 0,05; Zn: -/ 0,3	12
<b>CuAl8Fe3</b>	CW303G	CuAl8Fe3	2.0932	Al: 6,5/8,5; Fe:1,5/3,5; Mn: -/1,0; Ni: -/1,0; Pb: -/0,05; Si: -/0,2; Sn: -/0,1; Zn: -/0,2	1; 2; 7
<b>CuAl10Fe3Mn2</b>	CW306G	CuAl10Fe3Mn2	2.0936	Al: 9,0/11,0; Fe: 2,0/4,0; Mn: 1,5/3,5; Ni: -/1,0; Pb: -/0,05; Si: -/0,2; Sn: -/0,1; Zn: -/0,5	5; 7; 9
<b>CuAl10Ni5Fe4</b>	CW307G	CuAl10Ni5Fe4	2.0966	Al: 8,5/11,0; Fe: 3,0/5,0; Mn: -/1,0; Ni: 4,0/6,0; Pb: -/0,05; Si: -/0,2; Sn: -/0,1; Zn: -/0,4	2; 5; 7; 9
<b>CuAl11Fe6Ni6</b>	CW308G	CuAl11Ni6Fe5	2.0978	Al: 10,5/12,5; Fe: 5,0/7,0; Mn: -/1,5; Ni: 5,0/7,0; Pb: -/0,05; Si: -/0,2; Sn: -/0,1; Zn: -/0,4	5; 7; 9
<b>CuNi30Fe2Mn2</b>	CW353H	CuNi30Fe2Mn2	2.0883	C: -/0,05; Co: -/0,1; Fe: 1,5/ 2,5; Mn: 1,5/2,5; Ni: 29,0 /32,0; P: -/0,02; S: -/0,05; Sn: -/0,03; Zn: -/0,5	12
<b>CuNi30Mn1Fe</b>	CW354H	CuNi30Mn1Fe	2.0882	C: -/0,05; Co: -/0,1; Fe: 0,4/ 1,0; Mn: 0,5/1,5; Ni: 30,0/32,0; P: -/0,02; S: -/0,05; Sn: -/0,03; Zn: -/0,5	11; 12
<b>CuNi25</b>	CW350H	CuNi25	2.0830	C: -/0,05; Co: -/0,1; Fe: -/0,3; Mn: -/0,5; Ni: 24,0/26,0; Pb: -/0,02; S: -/0,05; Sn: -/0,03; Zn: -/0,5	1
<b>CuNi9Sn2</b>	CW351H	CuNi9Sn2	2.0875	Fe: -/0,3; Mn: -/0,3; Ni: 8,5/10,5; Pb: -/0,03; Sn: 1,8/2,8; Zn: -/0,1	1; 3
<b>CuNi10Fe1Mn</b>	CW352H	CuNi10Fe1Mn	2.0872	C: -/0,05; Co: -/0,1; Fe: 1,0/ 2,0; Mn: 0,5/1,0; Ni: 9,0/11,0; P: -/0,02; Pb: -/ 0,02;S: -/0,05; Sn: -/0,03; Zn: -/0,5	1; 2; 5; 7; 12
<b>CuNi30Fe2Mn2</b>	CW353H	CuNi30Fe2Mn2	2.0883	C: -/0,05; Co: -/0,1; Fe: 1,5/ 2,5; Mn: 1,5/2,5; Ni: 29,0 /32,0; P: -/0,02; S: -/0,05; Sn: -/0,03; Zn: -/0,5	12

Fortsetzung s. nächste Seiten

Tabelle 225.1 Fortsetzung

Werkstoffbezeichnung <sup>1)</sup>				chemische Zusammensetzung <sup>2)</sup> in % (Massenanteile) min./max.	Verwendung für <sup>3)</sup>
DIN EN		DIN			
Kurzzeichen	Nummer	Kurzzeichen	WNr		
<b>CuNi30Mn1Fe</b>	CW354H	CuNi30Mn1Fe	2.0882	C: -/0,05; Co: -/0,1; Fe: 0,4/ 1,0; Mn: 0,5/1,5; Ni: 30,0/32,0; P: -/0,02; S: -/0,05; Sn: -/0,05; Zn: -/0,5	1; 2; 5; 7; 12
<b>CuNi12Zn24</b>	CW403J	CuNi12Zn24	2.0730	Cu: 63,0/66,0; Fe: -/0,3; Mn: -/0,3; Ni: 9,0/11,0; Pb: -/0,05; Zn: Rest	1; 3; 5; 8; 9; 11
<b>CuNi12Zn30Pb1</b>	CW406J	CuNi12Zn30Pb1	2.0780	Cu: 56,0/58,0; Fe: -/0,3; Mn: -/0,5; Ni: 11,0/13,0; Pb: 0,5/1,5; Sn: -/0,2; Zn: Rest	6; 8; 9
<b>CuNi18Zn19Pb1</b>	CW408J	CuNi18Zn19Pb1	2.0790	Cu: 59,5/62,5; Fe: -/0,3; Mn: -/0,7; Ni: 17,0/19,0; Pb: 0,5/1,5; Sn: -/0,2; Zn: Rest	6; 8; 9
<b>CuNi18Zn20</b>	CW409J	CuNi18Zn20	2.0740	Cu: 60,0/63,0; Fe: -/0,3; Mn: -/0,5; Ni: 17,0/19,0; Pb: -/0,03; Sn: -/0,03; Zn: Rest	1; 3; 5; 8; 9; 11
<b>CuNi18Zn27</b>	CW410J	CuNi18Zn27	2.0742	Fe: -/0,3; Mn: -/0,5; Ni: 17,0/19,0; Pb: -/0,03; Sn: -/0,03; Zn: Rest	1; 3
<b>CuSn4</b>	CW450K	CuSn4	2.1016	Cu: 53,0/56,0; Fe: -/0,1; Ni: -/0,2; P: 0,01/0,4; Pb: -/0,2; Sn: 3,5/4,5; Zn: -/0,2	1; 3; 8
<b>CuSn6</b>	CW452K	CuSn6	2.1020	Fe: -/0,1; Ni: -/0,2; P: 0,01/0,4; Pb: -/0,2; Sn: 5,5/7,0; Zn: -/0,2	1; 5; 8; 9; 11
<b>CuSn8</b>	CW453K	CuSn8	2.1030	Fe: -/0,1; Ni: -/0,2; P: 0,01/0,4; Pb: -/0,2; Sn: 7,5/8,5; Zn: -/0,2	1; 3; 5; 8; 9; 11
<b>CuZn5</b>	CW500L	CuZn5	2.0220	Cu: 94,0/96,0; Fe: -/0,05; Ni: -/0,3; Pb: -/0,05; Sn: -/0,1; Zn: Rest	1; 5; 11
<b>CuZn10</b>	CW501L	CuZn10	2.0230	Cu: 89,0/91,0; Fe: -/0,05; Ni: -/0,3; Pb: -/0,05; Sn: -/0,1; Zn: Rest	1; 5; 8; 11
<b>CuZn15</b>	CW502L	CuZn15	2.0240	Cu: 84,0/86,0; Fe: -/0,05; Ni: -/0,3; Pb: -/0,05; Sn: -/0,1; Zn: Rest	1; 3; 5; 8; 11
<b>CuZn20</b>	CW503L	CuZn20	2.0250	Cu: 79,0/16,0; Fe: -/0,05; Ni: -/0,3; Pb: -/0,05; Sn: -/0,1; Zn: Rest	1; 5; 8; 11
<b>CuZn30</b>	CW505L	CuZn30	2.0265	Cu: 69,0/71,0; Fe: -/0,05; Ni: -/0,3; Pb: -/0,05; Sn: -/0,1; Zn: Rest	1; 3; 5; 8; 11
<b>CuZn33</b>	CW506L	CuZn33	2.0280	Cu: 66,0/68,0; Fe: -/0,05; Ni: -/0,3; Pb: -/0,05; Sn: -/0,1; Zn: Rest	1; 5;
<b>CuZn36</b>	CW507L	CuZn36	2.0335	Cu: 63,5/65,5; Fe: -/0,05; Ni: -/0,3; Pb: -/0,05; Sn: -/0,1; Zn: Rest	1; 3; 5; 8; 9; 11
<b>CuZn37</b>	CW508L	CuZn37	2.0321	Cu: 62,0/64,0; Fe: -/0,1; Ni: -/0,3; Pb: -/0,1; Sn: -/0,1; Zn: Rest	1; 5; 7; 8; 9; 11
<b>CuZn40</b>	CW509L	CuZn40	2.0360	Cu: 59,5/61,5; Fe: -/0,2; Ni: -/0,3; Pb: -/0,3; Sn: -/0,2; Zn: Rest	1; 5; 7; 9; 11
<b>CuZn35Pb1</b>	CW600N	CuZn35Pb1	2.0331	Cu: 62,5/64,0; Al: -/0,05; Fe: -/0,1; Ni: -/0,3; Pb: 0,8/1,6; Sn: -/0,1; Zn: Rest	1; 6; 7; 8; 9; 11
<b>CuZn35Pb2</b>	CW601N	CuZn35Pb1,5	2.0331	Cu: 62,0/63,5; Al: -/0,05; Fe: -/0,1; Ni: -/0,3; Pb: 1,6/2,5; Sn: -/0,1; Zn: Rest	6; 8; 9; 10
<b>CuZn36Pb3</b>	CW603N	CuZn36Pb3	2.0375	Cu: 60,0/62,0; Al: -/0,05; Fe: -/0,3; Ni: -/0,3; Pb: 2,5/3,5; Sn: -/0,2; Zn: Rest	6; 8; 9; 10
<b>CuZn37Pb0,5</b>	CW604N	CuZn37Pb0,5	2.0332	Cu: 62,5/64,0; Al: -/0,05; Fe: -/0,1; Ni: -/0,3; Pb: 0,1/0,8; Sn: -/0,2; Zn: Rest	1; 11
<b>CuZn39Pb0,5</b>	CW610N	CuZn39Pb0,5	2.0372	Cu: 59,0/60,5; Al: -/0,05; Fe: -/0,2; Ni: -/0,3; Pb: 0,2/0,8; Sn: -/0,2; Zn: Rest	1; 2; 6; 7; 8; 9
<b>CuZn39Pb2</b>	CW612N	CuZn39Pb2	2.0380	Cu: 59,0/60,5; Al: -/0,05; Fe: -/0,3; Ni: -/0,3; Pb: 1,6/2,5; Sn: -/0,3; Zn: Rest	1; 6; 7; 8; 9; 10
<b>CuZn39Pb3</b>	CW614N	CuZn39Pb3	2.0401	Cu: 57,0/59,9; Al: -/0,05; Fe: -/0,3; Ni: -/0,3; Pb: 2,5/3,5; S: -/0,3; Zn: Rest	6; 7; 8; 9; 10;
<b>CuZn40Pb2</b>	CW617N	CuZn40Pb2	2.0402	Cu: 57,0/59,0; Al: -/0,05; Fe: -/0,3; Ni: -/0,3; Pb: 1,6/2,5; Sn: -/0,3; Zn: Rest	6; 7; 8; 9; 10
<b>CuZn43Pb2</b>	CW623N	CuZn44Pb2	2.0410	Cu: 55,0/57,0; Al: -/0,05; Fe: -/0,3; Ni: -/0,3; Pb: 1,6/3,0; Sn: -/0,3; Zn: Rest	6; 9

Fortsetzung und Fußnoten s. nächste Seite

Tabelle 225.1 Fortsetzung

Werkstoffbezeichnung <sup>1)</sup>				chemische Zusammensetzung <sup>2)</sup> in % (Massenanteile) min./max.	Verwendung für <sup>3)</sup>
DIN EN		DIN			
Kurzzeichen	Nummer	Kurzzeichen	WNR		
<b>CuZn20Al2As</b>	CW702R	CuZn20Al2	2.0460	Cu: 76,0/79,0; Al: 1,8/2,3; As: 0,02/0,06; Fe: -/0,07; Mn: -/0,1; Ni: -/0,1; P: -/0,01; Pb -/0,05; Zn: Rest	1; 2; 9; 11; 12
<b>CuZn23Al6Mn4Fe3Pb</b>	CW704R	CuZn23Al6Mn4Fe3	2.0500	Cu: 63,0/65,0; Al: 5,0/6,0; Fe: 2,0/3,5; Mn: 3,5/5,0; Ni: -/0,5; Pb: 0,2/0,8; Si: -/0,2; Sn: -/0,2; Zn: Rest	5; 7; 9
<b>CuZn28Sn1As</b>	CW706R	CuZn28Sn1	2.0470	Cu: 70,0/72,5; As: 0,02/0,06; Fe: -/0,07; Mn: -/0,1; P: -/0,01; Pb: -/0,07; Sn: 0,9/1,3; Zn: Rest	12
<b>CuZn31Si1</b>	CW708R	CuZn31Si1	2.0490	Cu: 66,0/70,0; Fe: -/0,4; Ni: -/0,5; Pb: -/0,8; Si: 0,7/1,3; Zn: Rest	5
<b>CuZn35Ni3Mn2AlPb</b>	CW710R	CuZn35Ni2	2.0540	Cu: 58,0/60,0; Al: 0,3/1,3; Fe: -/0,5; Mn: 1,5/2,5; Ni: 2,0/3,0; Pb: 0,2/0,8; Si: -/0,1; Sn: -/0,5; Zn: Rest	5; 7; 9
<b>CuZn37Mn3Al2PbSi</b>	CW713R	CuZn40Al2	2.0550	Cu: 57,0/59,0; Al: 1,3/2,3; Fe: -/1,0; Mn: 1,5/3,0; Ni: -/1,0; Pb: 0,2/0,8; Si: 0,3/1,3; Sn: -/0,3; Zn: Rest	6; 7; 9; 10; 11
<b>CuZn38AlFeNiPbSn</b>	CW715R	CuZn38SnAl	2.0525	Cu: 59,0/60,7; Al: 0,1/0,5; As: -/0,05; Fe: 0,1/0,4; Ni: 0,2/0,5; Pb: 0,3/0,7; Sn: 0,3/0,6; Zn: Rest	2
<b>CuZn38Mn1Al</b>	CW716R	CuZn37Al1	2.0510	Cu: 59,0/61,5; Al: 0,3/1,3; Fe: -/1,0; Mn: 0,6/1,8; Ni: -/0,6; Pb: -/1,0; Si: -/0,5; Sn: -/0,3; Zn: Rest	5
<b>CuZn38Sn1As</b>	CW717R	CuZn38Sn1	2.0530	Cu: 59,0/62,0; As: 0,02/0,06; Fe: -/0,1; Ni: -/0,2; Pb: -/0,2; Sn: 0,5/1,0; Zn: Rest	2; 6; 10
<b>CuZn39Mn1AlPbSi</b>	CW718R	CuZn40Al1	2.0561	Cu: 57,0/59,0; Al: 0,3/1,3; Fe: -/0,5; Mn: 0,8/1,8; Ni: -/0,5; Pb: 0,2/0,8; Si: 0,2/0,8; Sn: -/0,5; Zn: Rest	5; 7; 9
<b>CuZn40Mn1Pb1</b>	CW720R	CuZn40Mn1Pb	2.0580	Cu: 57,0/59,0; Al: -/0,2; Fe: -/0,3; Mn: 0,5/1,5; Ni: -/0,6; Pb: 1,0/2,0; Si: -/0,1; Sn: -/0,3; Zn: Rest	6; 7; 8; 9; 10

<sup>1)</sup> Gegenüberstellung der neuen Werkstoffbezeichnungen nach DIN EN zu den früheren Werkstoffbezeichnungen nach DIN. Die Angaben zur Zusammensetzung entsprechen DIN EN.

<sup>2)</sup> Anhaltsangaben zu sonstige Elemente s. Norm. Die Summe von sonstigen Elementen (außer Kupfer) ist definiert als die Summe von Ag, As, Bi, Cd, Co, Cr, Fe, Mn, Ni, O, P, Pb, S, Sb, Se, Si, Sn, Te und Zn, wobei die einzelnen angegebenen Elemente ausgeschlossen sind. Cu ohne Angabe: Rest.

<sup>3)</sup> 1: Platten, Bleche, Bänder, Streifen und Ronden zur allgemeinen Verwendung DIN EN 1652, 2: Platten, Bleche und Steckverbinder DIN EN 1654, 3: Bänder für Federn und Stangen zur allgemeinen Verwendung DIN EN 12163, 4: Bänder für Systemträger DIN EN 1758, 5: Stangen zur allgemeinen Verwendung DIN EN 12163, 6: Stangen für die spanende Bearbeitung DIN EN 12164, 7: Vormaterial für Schmiedestücke DIN EN 12165, 8: Drähte zur allgemeinen Verwendung DIN EN 12166, 9: Profile und Rechteckstangen zur allgemeinen Verwendung DIN EN 12167, 10: Hohlstangen für die spanende Bearbeitung DIN EN 12168, 11: Nahtlose Rundrohre zur allgemeinen Verwendung DIN EN 12449, 12: Nahtlose Rundrohre für Wärmetauscher DIN EN 12451.

<sup>4)</sup> Es ist ein Sauerstoffgehalt bis zu 0,060 % zulässig, wenn vereinbart.

<sup>5)</sup> Der Sauerstoff muss so eingestellt sein, dass er mit den Anforderungen zur Beständigkeit gegenüber der Wasserstoffversprödung („Wasserstoffkrankheit“) übereinstimmt s. Norm.

## DIN CEN/TS 13388 Kupfer und Kupferlegierungen – Übersicht über Zusammensetzungen und Produkte (Sep 2004)

Im Zuge der Ausarbeitung von Produktnormen für Kupfer und Kupferlegierungen wurde mit der Vornorm DIN CEN/TS 13388 ein Dokument geschaffen, mit dem die in bereits verschiedenen Produktformen bestehenden Grenzen für die chemische Zusammensetzung unter einem neuen, einheitlichen Bezeichnungssystem koordiniert werden können. Es wird eine Übersicht über die Werkstoffbezeichnungen und die chemischen Zusammensetzungen (s. Tab. 225.1) sowie für die lieferbaren Produktformen in den Kategorien Kupferlegierungen, Vorlegierungen, Blockmetalle und Gussstücke, Schweißzusatzwerkstoffe sowie Schrotte aus Kupfer und Kupferlegierungen angeboten. In weiteren Tabellen sind die für einzelne Halbzeuge nach europäischen Produktnormen verfügbaren Werkstoffe aufgelistet, s. Norm.

Mit Hilfe von nach Produktgruppen geordneten Tabellen ist es möglich, eine geltende europäische Werkstoffbezeichnung für Kupfer oder Kupferlegierungen aufzufinden, wenn entweder die DIN-Werkstoffnummer oder ein DIN-Werkstoffkürzname bekannt ist. Die Produktnormen für Kupfer- und Kupferlegierungen enthalten im nationalen Vorwort grundsätzlich eine Tabelle zur Übersetzung der neuen Werkstoffbezeichnungen zu den früheren Werkstoffbezeichnungen, Beispiel s. Tab. 228.1. Folgende Europäischen Normen sind erfasst: EN 1172; EN 1652; EN 1653; EN 1654; EN 1758; EN 13148; EN 13599; EN 14436; EN 1057; EN 12449; EN 12450; EN 12451; EN 12452; EN 12735-1; EN 12735-2; EN 13348; EN 13349; EN 13600; EN 1977; EN 12163; EN 12164; EN 12166; EN 12167; EN 12168; EN 13601; EN 13602; EN 13605; EN 12165; EN 12420; EN 13604.

Tabelle 228.1 Beispiele zur Übersetzung von genormten Kupferwerkstoffen

Werkstoffbezeichnung nach			
Europäischen Normen		DIN-Normen	
Kurzzeichen	Nummer	Kurzzeichen	Nummer
Werkstoff nach DIN 17666 (Niedriglegierte Kupfer-Knetlegierungen, Zusammensetzung)			
CuNi2Si	CW111C	CuNi2Si	2.0855
Werkstoffe nach DIN 17662 (Kupfer-Knetlegierungen – Kupfer-Zinn-Legierungen, Zusammensetzung)			
CuSn6	CW452K	CuSn6	2.1020
Werkstoffe nach DIN 17660 (Kupfer-Knetlegierungen – Kupfer-Zink-Legierungen, Zusammensetzung)			
CuZn37	CW508L	CuZn37	2.0321

### 8.2.5.1.2 Kupfer- und Kupferlegierungen für Walzflacherzeugnisse

Tabelle 228.2 Europäische Normen für Walzflacherzeugnisse aus Kupfer und Kupferlegierungen

Europäische Norm	Ersatz für	teilweiser Ersatz für
DIN EN 1652 Platten, Bleche, Bänder, Streifen und Ronden zur allgemeinen Verwendung	DIN 17670-1 und DIN 17670-2 Bänder und Bleche, Eigenschaften	DIN 1751 Bleche und Blechstreifen, Maße DIN 1791 Bänder und Bandstreifen, Maße
DIN EN 1653 Platten, Bleche und Ronden für Kessel, Druckbehälter und Warmwasserspeicheranlagen	DIN 17675-1 DIN 17675-2 DIN 17675-3	
DIN EN 1654 Bänder für Federn und Steckverbinder	DIN 1777 Federbänder	–
DIN EN 1758 Bänder für Systemträger	–	–

### DIN EN 1652 Kupfer und Kupferlegierungen – Platten, Bleche, Bänder, Streifen und Ronden zur allgemeinen Verwendung (Mrz 1998)

Die Europäische Norm DIN EN 1652 ersetzt DIN 17670 mit den Teilen eins und zwei und teilweise auch die Normen DIN 1751 und DIN 1791. Es werden die Anforderungen an die chemische Zusammensetzung und an die mechanischen Eigenschaften festgelegt. Anhaltsangaben zu Grenzabmaßen und Formtoleranzen s. Norm. Die Anwendung dieser Norm gilt für folgende flache Walzprodukte: Platten mit rechteckigem Querschnitt und gleichmäßiger Dicke über 10 mm, Blech mit rechteckigem Querschnitt und gleichmäßiger Dicke von 0,2 mm bis 10 mm (geliefert in gerader Länge, üblicherweise mit geschnittenen oder gesägten Kanten), Band mit rechteckigem Querschnitt und gleichmäßiger Dicke von 0,1 mm bis 5,0 mm. Die Werkstoffkurzzeichen entsprechen einem Bezeichnungssystem, das in ISO 1190-1 festgelegt ist, s. Norm. Die Werkstoffnummern entsprechen dem in DIN EN 1412 festgelegten System, die Zustandsbezeichnungen dem der Norm DIN EN 1173. Neben den Zustandsbezeichnungen R, mit dem Hinweis auf vorgeschriebene Anforderungen an die Zugfestigkeit und H, mit dem Hinweis auf vorgeschriebene Anforderungen an die Härte, gilt für einige Werkstoffe noch der Zustand G, mit Hinweisen an die vorgeschriebenen Anforderungen an die Korngröße und Härte, s. Norm. Eine genaue Umrechnung der Eigenschaftswerte zwischen den Zuständen ist nicht möglich. Chemische Zusammensetzung s. Tab. 228.3 oder Norm.

**Beispiel: Platte EN 1652 – Cu-OF – H065 – 14,25 × 350,5 × 1200M** (für das Kurzzeichen kann auch die Nummer CW008A eingefügt werden).

Tabelle 228.3 Auswahl von Kupferlegierungen nach DIN EN 1652 Eigenschaften

Werkstoffbezeichnung <sup>1)</sup>		chemische Zusammensetzung in % (Massenanteile) min./max.	Zustand <sup>2)</sup>	Dicke d in mm von/bis	mechanische Eigenschaften <sup>3)</sup>						Dichte <sup>7)</sup> in g/cm <sup>3</sup>
DIN EN 1652 Kurzzeichen Nummer	DIN 17670 Kurzzeichen WNr				R <sub>m</sub> min./max.	R <sub>p0,2</sub>	A <sup>4)</sup> in % min.		HV		
						A	B	min.	max.		
CuBe2 CW101C	CuBe2 2.1247	Be: 1,8/2,1; Co: –/0,3; Fe: –/0,2; Ni: –/0,3	1/15	R410 <sup>5)</sup>	410/–	(max. 250)	20	20	–	–	8,3
				H090 <sup>5)</sup>	–/–	–	–	–	90	150	
				R1130 <sup>6)</sup>	1130/–	(min. 890)	3	3	–	–	
				H340 <sup>6)</sup>	–/–	–	–	–	340	410	
				R580 <sup>5)</sup>	580/0	(min. 510)	8	8	–	–	
				H180 <sup>5)</sup>	–/–	–	–	–	180	250	
				R1200 <sup>6)</sup>	1200/–	(min. 980)	2	2	–	–	
				H360 <sup>6)</sup>	–/–	–	–	360	420		

Fortsetzung s. nächste Seiten



Tabelle 228.3 Fortsetzung

Werkstoffbezeichnung <sup>1)</sup>		chemische Zusammensetzung in % (Massenanteile) min./max.	Zustand <sup>2)</sup>	Dicke d in mm von/bis	mechanische Eigenschaften <sup>3)</sup>						Dichte <sup>7)</sup> in g/cm <sup>3</sup>
DIN EN 1652 Kurzzeichen Nummer	DIN 17670 Kurzzeichen WNR				$R_m$ min./ max.	$R_{p0,2}$	$A^4)$ in % min.		HV		
							A	B	min.	max.	
<b>CuCo2Be</b> CW104C <b>CuNi2Be</b> CW110C	CuCo2Be 2.1247 CuNi2Be 2.0805	<b>CuCo2Be:</b> Be: 0,4/0,7; Co: 2,0/2,8; Fe: -/0,2; Ni: -/0,3 <b>CuNi2Be:</b> Be: 0,2/0,6; Co: -/0,3; Fe: -/0,2; Ni: 1,4/2,2	R240 <sup>5)</sup>	1/15	240/-	(max. 220)	20	20	-	-	8,8
			H060 <sup>5)</sup>		-	-	-	-	60	130	
			R480 <sup>5)</sup>		480/-	(min. 370)	2	2	-	-	
			H140 <sup>5)</sup>		-/-	-	-	-	140	180	
			R650 <sup>5)</sup>		650/-	(min. 500)	8	8	-	-	
			H200 <sup>5)</sup>		-/-	-	-	-	200	280	
			R750 <sup>5)</sup>		750/-	(min. 650)	5	5	-	-	
<b>CuNi10Fe1Mn</b> CW352H	CuNi10Fe1Mn 2.0872	C: -/0,05; Co: -/0,1; Fe: 1,0/ 2,0; Mn: 0,5/1,0; Ni: 9,0/11,0; P: -/0,02; Pb: -/0,02; S: -/0,05; Sn: -/0,03; Zn: -/0,5	R300	0,3/15	300/-	(min. 100)	20	30	-	-	8,9
			H070		-/-	-	-	-	70	120	
			R320	0,3/15	320/-	(min. 200)	-	15	-	-	
			H100		-/-	-	-	-	100	-	
<b>CuNi18Zn20</b> CW409J	CuNi18Zn20 2.0740	Cu: 60,0/63,0; Fe: -/0,3; Mn: -/0,5; Ni: 17,0/19,0; Pb: -/0,03; Sn: -/0,03	R380	0,1/5	380/450	(max. 250)	27	37	-	-	8,7
			H085		-/-	-	-	-	85	115	
			R450	0,1/5	450/520	(min. 250)	9	18	-	-	
			H115		-/-	-	-	-	115	160	
			R500	0,1/2	500/590	(min. 410)	3	-	-	-	
			H160		-/-	-	-	-	160	190	
			R580	0,1/2	580/670	(min. 510)	-	-	-	-	
			H180		-/-	-	-	-	180	210	
			R640	0,1/2	640/730	(min. 600)	-	-	-	-	
H200	-/-	-	-		-	200	230				
<b>CuSn6</b> CW452K	CuSn6 2.1020	Fe: -/0,1; Ni: -/0,2; P: 0,01/0,4; Pb: -/0,2; Sn: 5,5/7,0; Zn: -/0,2	R350	0,1/5	350/420	(max. 300)	45	55	-	-	8,8
			H080		-/-	-	-	-	80	110	
			R420	0,1/5	420/520	(min. 260)	17	20	-	-	
			H125		-/-	-	-	-	125	165	
			R500	0,1/5	500/590	(min. 450)	8	10	-	-	
			H160		-/-	-	-	-	160	210	
			R560	0,1/2	560/650	(min. 500)	5	-	-	-	
			H180		-/-	-	-	-	180	210	
			R640	0,1/2	640/730	(min. 600)	3	-	-	-	
			H200		-/-	-	-	-	200	230	
R720	0,1/2	720/-	690)	-	-	-	-				
H220		-/-	-	-	-	220	-				
<b>CuSn8</b> CW453K	CuSn8 2.1030	Fe: -/0,1; Ni: -/0,2; P: 0,01/0,4; Pb: -/0,2; Sn: 7,5/8,5; Zn: -/0,2	R370	0,1/5	370/450	(max. 300)	50	60	-	-	8,8
			H090		-/-	-	-	-	90	120	
			R450	0,1/5	450/550	(min. 280)	20	23	-	-	
			H135		-/-	-	-	-	135	175	
			R540	0,1/5	540/630	(min. 460)	13	15	-	-	
			H170		-/-	-	-	-	170	200	
			R600	0,1/5	600/690	(min. 530)	5	7	-	-	
			H190		-/-	-	-	-	190	220	
			R660	0,1/2	660/750	(min. 620)	3	-	-	-	
			H210		-/-	-	-	-	210	240	
			R740	0,1/2	740/-	(min. 700)	2	-	-	-	
H230	-/-	-	-		-	230	-				

Fortsetzung und Fußnoten s. nächste Seite

Tabelle 228.3 Fortsetzung

Werkstoffbezeichnung <sup>1)</sup>		chemische Zusammensetzung in % (Massenanteile) min./max.	Zustand <sup>2)</sup>	Dicke <i>d</i> in mm von/bis	mechanische Eigenschaften <sup>3)</sup>						Dichte <sup>7)</sup> in g/cm <sup>3</sup>				
DIN EN 1652 Kurzzeichen Nummer	DIN 17670 Kurzzeichen WNR				<i>R<sub>m</sub></i> min./ max.	<i>R<sub>p0,2</sub></i>	<i>A</i> <sup>4)</sup> in % min.		HV						
							A	B	min.	max.					
<b>CuZn33</b> CW506L	CuZn33 2.0280	Cu: 66,0/68,0; Fe: -/0,05; Ni: -/0,3; Pb: -/0,05; Sn: -/0,1	R280	0,2/5	280/380	(max. 170)	40	50	-	-	8,5				
			H055		-/-	-	-	-	55	90					
			R350	0,2/5	350/430	(min. 170)	23	31	-	-		8,5			
			H095		-/-	-	-	-	95	125					
			R420	0,2/5	420/500	(min. 300)	6	13	-	-			8,5		
			H125		-/-	-	-	-	125	155					
			R500	0,2/2	500/-	(min. 450)	-	-	-	-				8,5	
H155	-/-	-	-		-	155	-								
<b>CuZn36</b> CW507L <b>CuZn37</b> CW508L	CuZn36 2.0335 CuZn37 2.0321	<b>CuZn36:</b> Cu: 63,5/65,5; Fe: -/0,05; Ni: -/0,3; Pb: -/0,05; Sn: -/0,1 <b>CuZn37:</b> Cu: 62,0/64,0; Fe: -/0,1; Ni: -/0,3; Pb: -/0,1; Sn: -/0,1	R300	0,2/5	300/370	(max. 180)	38	48	-	-	8,4				
			H055		-/-	-	-	-	55	95					
			R350	0,2/5	350/440	(min. 170)	19	28	-	-		8,4			
			H095		-/-	-	-	-	95	125					
			R410	0,2/5	410/490	(min. 300)	8	12	-	-			8,4		
			H120		-/-	-	-	-	120	155					
			R480	0,2/2	480/560	(min. 430)	3	-	-	-				8,4	
			H150		-/-	-	-	-	150	180					
			R550	0,2/2	550/-	(min. 500)	-	-	-	-					8,4
			H170		-/-	-	-	-	170	-					
<b>CuZn35Pb1</b> CW600N <b>CuZn37Pb0,5</b> CW604N	CuZn35Pb1 2.0331 CuZn37Pb0,5 2.0332	<b>CuZn35Pb1:</b> Cu: 62,5/64,0; Al: -/0,05; Fe: -/0,1; Ni: -/0,3; Pb: 0,8/1,6; Sn: -/0,1 <b>CuZn37Pb0,5:</b> Cu: 62,5/64,0; Al: -/0,05; Fe: -/0,1; Ni: -/0,3; Pb: 0,1/0,8; Sn: -/0,2	R290	0,3/5	290/370	(max. 200)	40	50	-	-	8,5				
			H060		-/-	-	-	-	60	110					
			R370	0,3/5	370/440	(min. 200)	19	28	-	-		8,5			
			H110		-/-	-	-	-	110	140					
			R440	0,3/5	440/540	(min. 370)	5	12	-	-			8,4		
			H140		-/-	-	-	-	140	170					
			R540	0,3/2	540/-	(min. 490)	-	-	-	-				8,4	
			H170		-/-	-	-	-	170	-					
<b>CuZn39Pb0,5</b> CW610N	CuZn39Pb0,5 2.0372	Cu: 59,0/60,5; Al: -/0,05; Fe: -/0,2; Ni: -/0,3; Pb: 0,2/0,8; Sn: -/0,2	R340	0,3/10	340/420	(max. 240)	33	43	-	-	8,4				
			H075		-/-	-	-	-	75	110					
			R400	0,3/10	400/480	(min. 200)	14	23	-	-		8,4			
			H110		-	-	-	-	110	140					
			R470	0,3/5	470/550	(min. 390)	5	12	-	-			8,4		
			H140		-	-	-	-	140	170					
			R540	0,3/5	540/-	(min. 490)	-	-	-	-				8,4	
H165	-/-	-	-		-	165	-								
<b>CuZn39Pb2</b> CW612N	CuZn39Pb2 2.0380	Cu: 59,0/60,5; Al: -/0,05; Fe: -/0,3; Ni: -/0,3; Pb: 1,6/2,5; Sn: -/0,3	R360	0,3/5	360/440	(max. 270)	30	40	-	-	8,4				
			H090		-/-	-	-	-	90	120					
			R420	0,3/5	420/500	(min. 270)	12	20	-	-		8,4			
			H120		-/-	-	-	-	120	150					
			R490	0,3/5	490/570	(min. 420)	-	9	-	-			8,4		
			H150		-/-	-	-	-	150	180					
			R560	0,3/2	560/-	(min. 510)	-	-	-	-				8,4	
			H175		-/-	-	-	-	175	-					

<sup>1)</sup> Gegenüberstellung der neuen Werkstoffbezeichnungen nach DIN EN 1652 zu den früheren Werkstoffbezeichnungen nach DIN 17670-1. Die neue Werkstoffnummer entspricht dem in DIN EN 1412 festgelegten System.

<sup>2)</sup> R bezeichnet den kleinsten Wert für die Zugfestigkeit; H bezeichnet den kleinsten Wert für die Härte HV.

<sup>3)</sup> Mechanische Eigenschaften: *R<sub>m</sub>* = Zugfestigkeit in N/mm<sup>2</sup>; *R<sub>p0,2</sub>* = 0,2%-Dehngrenze in N/mm<sup>2</sup>; *A* = Bruchdehnung in%; HV = Härte nach Vickers. Die Zahlen in Klammern sind keine Anforderungen dieser Norm, sondern sie sind nur informativ angegeben.

<sup>4)</sup> Die Mindestwerte für die Bruchdehnung *A<sub>10</sub>* wurde durch *A<sub>50mm</sub>* ersetzt. A: Bruchdehnung für Dicken bis 2,5 mm an Proben mit einer Messlänge von 50 mm. B: Bruchdehnung für Dicken über 2,5 mm mit einer Messlänge *L<sub>0</sub>* = 5,65 √*S<sub>0</sub>*.

<sup>5)</sup> Lösungsgeglüht und kaltgewalzt.

<sup>6)</sup> Lösungsgeglüht, kaltgewalzt und ausscheidungsgehärtet im Werk.

<sup>7)</sup> Nur zur Information. Ungefährwerte.

Werkstoffe nach DIN EN 1652 werden für feuerverzinnete bzw. für elektrolytisch verzinnete Bänder nach DIN EN 13148 und DIN EN 14436 verwendet. CuNi10Fe1Mn wird als Werkstoff für Flansche nach DIN EN 1092-3 eingesetzt.

Tabelle 231.1 Kupfer nach DIN EN 1652, mechanische Eigenschaften

Werkstoffbezeichnung		Zustand <sup>2)</sup>	Dicke <i>d</i> (Nennmaß) in mm von/bis	mechanische Eigenschaften <sup>1)</sup>					
Kurzzeichen	Nummer			Zugfestigkeit <i>R<sub>m</sub></i> in N/mm <sup>2</sup> min./max.	0,2-Dehngrenze <i>R<sub>p0,2</sub></i> in N/mm <sup>2</sup>	Bruchdehnung <i>A<sup>3)</sup></i> in % min.		Härte HV	
		A	B			min.	max.		
Cu-ETP Cu-FRTP Cu-OF Cu-DLP <sup>4)</sup> Cu-DHP <sup>5)</sup>	CW004A CW006A CW008A CW023A CW024A	R200	>5	200/250	(max. 100)	–	42	–	–
		H040		–/–	–	–	–	40	65
		R220	0,2/5	220/260	(max. 140)	33	42	–	–
		H040		–/–	–	–	–	40	65
		R240	0,2/15	240/300	(min. 180)	4	6	–	–
		H065		–/–	–	–	–	65	95
		R290	0,2/15	290 /360	(min. 250)	2	2	–	–
		H090		–/–	–	–	–	90	110
		R360	0,2/2	360/–	(min. 320)	2	–	–	–
		H110		–/–	–	–	–	110	–

- <sup>1)</sup> Die Zahlen in Klammern sind keine Anforderungen dieser Norm, sondern sie sind nur informativ angegeben. 1 N/mm<sup>2</sup> entspricht 1 MPa.
- <sup>2)</sup> R bezeichnet den kleinsten Wert für die Zugfestigkeit; H bezeichnet den kleinsten Wert für die Härte.
- <sup>3)</sup> Die Mindestwerte für die Bruchdehnung *A<sub>10</sub>* wurde durch die Werte nach *A<sub>50mm</sub>* ersetzt. A: Bruchdehnung für Dicken bis 2,5 mm. B: Bruchdehnung für Dicken über 2,5 mm.
- <sup>4)</sup> Cu-DLP entspricht der früheren Werkstoffbezeichnung SW-Cu (WNR 2.0076) nach DIN 17670-1.
- <sup>5)</sup> Cu-DHP entspricht der früheren Werkstoffbezeichnung SF-Cu (WNR 2.0090) nach DIN 17670-1.

Tabelle 231.2 Grenzabmaße für kaltgewalzte Produkte nach DIN EN 1652<sup>4)</sup> 5)

Dicke (Nennmaß)		Grenzabmaße für die Dicke kaltgewalzter Bleche, Bänder, Ronden für Breiten <sup>1)</sup> (Nennmaß)				Dicke (Nennmaß)		Grenzabmaße für die Breite kaltgewalzter Bänder für Breiten (Nennmaß)						
über	bis	bis 350	über 350 bis 700	über 700 bis 1000	über 1000 bis 1250	über	bis	≤ 50	> 50 ≤ 100	> 100 ≤ 200	> 200 ≤ 350	> 350 ≤ 500	> 500 ≤ 700	> 700 ≤ 1250
0,1 <sup>2)</sup>	0,2	±0,18	–	–	–	0,1 <sup>2)</sup>	1,0	+0,20	+0,30	+0,40	+0,60	+1,0	+1,5	+2,0
0,2	0,3	±0,022	±0,030	±0,040	–	1,0	2,0	+0,30	+0,40	+0,50	+1,0	+1,2	+1,5	+2,0
0,3	0,4	±0,025	±0,040	±0,050	±0,070	2,0	2,5	+0,50	+0,60	+0,70	+1,2	+1,5	+2,0	+2,5
0,4	0,5	±0,030	±0,050	±0,060	±0,080	2,5	3,0	+1,0	+1,10	+1,20	+1,5	+2,0	+2,5	+3,0
0,5	0,8	±0,040	±0,060	±0,070	±0,09	3,0	4,0	+2,0	+2,30	+2,50	+3,0	+4,0	+5,0	+6,0
0,8	1,2	±0,050	±0,070	±0,090	±0,10	Dicke (Nennmaß)	Grenzabmaße für die Breite kaltgewalzter Platten und Bleche für Breiten (Nennmaß)							
1,2	1,8	±0,060	±0,080	±0,10	±1,10			über	bis	bis 350	über 350 bis 1250	über 1250		
1,8	2,5	±0,070	±0,090	±0,11	±0,13	–	2	+2,0	+6,0	nach Vereinbarung				
2,5	3,2	±0,080	±0,10	±0,13	±0,17	2	5	+4,0	+8,0					
3,2	4,0	±0,10	±0,12	±0,15	±0,20	5	–	+8,0	+10,0					
4,0	5,0	±0,12	±0,14	±0,17	±0,23	Grenzabmaße für Längen bis 5000 mm <sup>6)</sup>								
5,0	6,0	±0,14	±0,16	±0,20	±0,26	Länge		Dicke (Nennmaß)		Grenzabmaß				
6,0	7,0	±0,16	±0,19	±0,23	±0,29	Herstelllänge (M)		bis 15		±50				
7,0	8,0	±0,18	±0,22	±0,26	±0,32	Fixlänge (F)		bis 5		+10				
8,0	9,0	±0,20	±0,25	±0,29	±0,35			über 5		+15				
9,0	10,0 <sup>3)</sup>	±0,22	±0,28	±0,32	±0,38									

- <sup>1)</sup> Für die Legierungen CuAl8Fe3, CuNi10Fe1Mn, CuNi30Mn1Fe, CuZn20Al2As sind die Grenzabmaße mit dem Faktor 1,25 zu multiplizieren und die Ergebnisse auf die nächstfolgenden 0,01 mm zu runden.
- <sup>2)</sup> Einschließlich 0,1.
- <sup>3)</sup> Dicken über 10 mm sind in DIN EN 1653 enthalten.
- <sup>4)</sup> Werte in mm. Grenzabmaße für Längen, Rechtwinkligkeit von geschnittenen Platten und Blechen, für den Durchmesser von Ronden, Säbelförmigkeit s. Norm.
- <sup>5)</sup> Grenzabmaße für die Dicke warmgewalzter Produkte s. Norm.
- <sup>6)</sup> Nicht für Ronden.

Weitere genormte Werkstoffe (Kurzzeichen/Nummer) sind: CuCo1Ni1Be/CW103C, CuNi2Si/CW111C, CuNi10Zn27/CW401J, CuNi12Zn25Pb1/CW404J, CuSn3Zn9/CW454K, CuZn37Pb2/CW606N, CuZn38Pb2/CW608N, CuZn0,5/CW119C, CuAl8Fe3/CW303G, CuNi25/CW350H, CuNi9Sn2/CW351H, CuNi30Mn1Fe/CW354H, CuNi12Zn24/CW403J, CuNi18Zn27/CW410J, CuSn4/CW450K, CuZn5/CW500L, CuZn10/CW501L, CuZn15/CW502L, CuZn20/CW503L, CuZn30/CW505L, CuZn40/CW509L, CuZn39Pb2/CW612N, CuZn20Al2As/CW702R s. Norm.

### DIN EN 1653 Kupfer und Kupferlegierungen – Platten, Bleche und Ronden für Kessel, Druckbehälter und Warmwasserspeicheranlagen (Nov 2000)

Diese Norm legt die Zusammensetzung, die Anforderungen an die Eigenschaften, Grenzabmaße und Formtoleranzen von Platten, Blechen und Ronden für Kessel, Druckbehälter, Wärmeaustauscher und Warmwasserspeicheranlagen fest, s. jeweils Norm. Genormt sind die Werkstoffe mit Kurzzeichen und Nummer (Angaben in Klammern): **Cu-DLP** (CW023A), **Cu-DHP** (CW024A), **CuAl8Fe3** (CW303G), **CuAl9Ni3Fe2** (CW304G), **CuAl10Ni5Fe4** (CW307G), **CuNi10Fe1Mn** (CW352H), **CuNi30Mn1Fe** (CW354H), **CuZn39Pb0,5** (CW610N), **CuZn20Al2As** (CW702R), **CuZn38AlFeNiPbSn** (CW715), **CuZn38Sn1As** (CW717R), **CuZn39Sn1** (CW719R). Bei Anwendungen für Druckbehälter muß für die Produkte ein Abnahmeprüfzeugnis 3.1 nach DIN EN 10204 ausgestellt werden. Inhaltsangaben zur Langzeitfestigkeit und zum Verhalten bei erhöhten Temperaturen s. Norm. Für Produkte, die in den Anwendungsbereich dieser Norm fallen, können weitere Anforderungen und weitere EU-Richtlinien, z. B. EG-Druckgeräte-Richtlinie 97/23EG, gelten. Chemische Zusammensetzung der Werkstoffe (Auswahl) s. Tab. 225.1.

### DIN EN 1654 Kupfer und Kupferlegierungen – Bänder für Federn und Steckverbinder (Mrz 1998)

Mit DIN EN 1654 wird die frühere nationale Norm DIN 1777 „Federbänder aus Kupfer-Knetlegierungen“ ersetzt. Im Dickenbereich von 0,1 mm bis 1,0 mm und Breiten bis 350 mm werden chemische Zusammensetzung, Anforderungen an die Eigenschaften, Grenzabmaße und Formtoleranzen von Bändern aus Kupferlegierungen festgelegt. Die Werkstoffkurzzeichen entsprechen einem Bezeichnungssystem, das in ISO 1190-1 festgelegt ist, s. Norm. Die Werkstoffnummer entspricht dem in DIN EN 1412 festgelegten System. Die Zustandsbezeichnungen für das Produkt entsprechen der Norm DIN EN 1173: R = kleinster Wert für die Anforderung an die Zugfestigkeit, H = kleinster Wert für die Anforderung an die Härte, Y = kleinster Wert für die Anforderung an die 0,2%-Dehngrenze, B = kleinster Wert für die Anforderungen an die Federbiegegrenze. Eine genaue Umrechnung der Eigenschaftswerte zwischen den Zuständen ist nicht möglich.

Zur Produktbezeichnung gehört: Benennung (Band), Nummer dieser Europäischen Norm, Werkstoffbezeichnung, Zustandsbezeichnung (R..., H..., Y..., B...), Nennmaße (Dicke × Breite) und Toleranzklassen für die Dicke und Breite (A oder B), Bandausführung. Lieferbare Bandausführungen: N „nur gewalzt“ und G „gerichtet“. Bänder in den Legierungen CuBe1,7, CuBe2, CuCo2Be, CuNi2Be sind im ausscheidungsgehärteten Zustand nur „nur gewalzt“ verfügbar. Hinweise zu den Bestellangaben, Probenentnahmen, Prüfungen und Inhaltsangaben zu Formtoleranzen und Grenzabmaße s. Norm. Die Konformitätserklärung nach DIN EN 1655 und eine Prüfbescheinigung nach DIN EN 10204 kann zwischen Käufer und Lieferer vereinbart werden.

**Beispiel: Band EN 1654 – CuSn6 – H180 – 0,500A × 199,6A – G** (für das Kurzzeichen kann auch die Nummer **CW452K** eingesetzt werden).

Tabelle 232.1 Grenzabmaße für Bänder nach DIN EN 1654<sup>1)</sup>

Dicke (Nennmaß)		Grenzabmaße für die Dicke für Breiten bis 200		Klasse	Grenzabmaße für die Breite für Breiten		
über	bis	Klasse A	Klasse B		von 3 bis 50	über 50 bis 100	über 100 bis 200
0,1 <sup>2)</sup>	0,2	±0,010	±0,007	A	+0,2 0	+0,3 0	+0,4 0
0,2	0,3	±0,015	±0,010	B <sup>3)</sup>	+0,1 0	+0,15 0	–
0,3	0,4	±0,018	±0,012				
0,4	0,5	±0,020	±0,015				
0,5	0,8	±0,025	±0,018				
0,8	1,0	±0,030	±0,022				

<sup>1)</sup> Werte in Millimeter. Inhaltsangaben zur Säbelförmigkeit, Querwölbung, Rollkrümmung, Welligkeit, s. Norm.

<sup>2)</sup> Einschließlich 0,1.

<sup>3)</sup> Grenzabmaße der Klasse B für Breiten gelten nur für Dicken kleiner 0,6 mm und nicht für die Werkstoffe CuFe2P, CuNi9Sn2, CuSn4, CuSn5, CuSn6, CuSn8, CuSn3Zn9, CuZn15, CuZn30, CuZn36.

Mechanische Eigenschaften für die Zustände H und B s. Tab. 233.1, chemische Zusammensetzung s. Tab. 224.1. Elastizitätsmodul in kN/mm<sup>2</sup> für CuZn30, CuSn6, CuSn8 = 115; CuSn4 = 120; CuNi12Zn24 = 125; CuBe1,7, CuBe2, CuNi18Zn20, CuNi18Zn27 = 135; CuCo2Be, CuNi2Be, CuNi9Sn2 = 140.

Weitere genormte Werkstoffe (Kurzzeichen/Nummer) sind: CuFe2P/CW107C, CuNi2Si/CW111C, CuNi12Zn29/CW405J, CuSn5/CW451K, CuSn3Zn9/CW454K, CuZn15/CW502L, CuZn36/CW507L, CuZn23Al3Co/CW703R, s. Norm.

Tabelle 233.1 Eigenschaften von Bändern für Federn und Steckverbinder nach DIN EN 1654 (Auswahl)

Werkstoffbezeichnung <sup>1)</sup>		Zustand <sup>2)</sup>	mechanische Eigenschaften <sup>3)</sup>		Dichte <sup>4)</sup> in g/cm <sup>3</sup>	Elektrische Leitfähigkeit <sup>5)</sup>
DIN EN 1654 Kurzzeichen Nummer	DIN 1777 Kurzzeichen WNR		Federbiegegrenze N/mm <sup>2</sup>	Härte HV min.   max.		
<b>CuNi18Zn20</b> CW409J	CuNi18Zn20 2.0740	H160	–	160   190	8,8	3 (5)
		B370	370	(160)   (190)		
		H180	–	180   210		
		B460	460	(180)   (210)		
		H200	–	200   230		
<b>CuNi18Zn27</b> CW410J	CuNi18Zn27 2.0742	H170	–	170   200	8,7	3 (5)
		H190	–	190   220		
		H220	–	220   –		
<b>CuSn4</b> CW450K	CuSn4 2.1016	H115	–	115   155	8,9	11 (19)
		H150	–	150   180		
		H170	–	170   200		
		H190	–	190   –		
<b>CuSn6</b> CW452K	CuSn6 2.1020	H125	–	125   165	8,8	7 (12)
		H160	–	160   190		
		B350	350	(160)   (190)		
		H180	–	180   210		
		B370	370	(180)   (210)		
		H200	–	200   230		
		H220	–	220   –		
<b>CuSn8</b> CW453K	CuSn8 2.1030	H135	–	135   175	8,8	7 (12)
		H170	–	170   200		
		H190	–	190   220		
		B410	410	(190)   (220)		
		H210	–	210   240		
		H230	–	230   –		
<b>CuZn30</b> CW505L	CuZn30 2.0265	H095	–	95   125	8,5	17 (29)
		H120	–	120   155		
		H170	–	170   200		
		H190	–	190   –		
<b>CuBe1,7</b> CW100C	CuBe1,7 2.1245	H090 <sup>6)</sup>	–	90   150	8,3	14 (23)
		H330 <sup>7)</sup>	–	330   380		
		B700 <sup>7)</sup>	700	(330)   (380)		
		H120 <sup>6)</sup>	–	120   190		
		H340 <sup>7)</sup>	–	340   390		
		B740 <sup>7)</sup>	740	(340)   (390)		
		H180 <sup>6)</sup>	–	180   220		
		H360 <sup>7)</sup>	–	360   410		
		B800 <sup>7)</sup>	800	(360)   (410)		
		H210 <sup>6)</sup>	–	210   290		
		H370 <sup>7)</sup>	–	370   440		
B890 <sup>7)</sup>	890	(370)   (440)				

Fortsetzung und Fußnoten s. nächste Seite

Tabelle 233.1 Fortsetzung

Werkstoffbezeichnung <sup>1)</sup>		Zustand <sup>2)</sup>	mechanische Eigenschaften <sup>3)</sup>		Dichte <sup>4)</sup> in g/cm <sup>3</sup>	Elektrische Leitfähigkeit <sup>5)</sup>	
DIN EN 1654 Kurzzeichen Nummer	DIN 1777 Kurzzeichen WNr		Federbiegegrenze N/mm <sup>2</sup>	Härte HV min. max.			
<b>CuBe2</b> CW101C	CuBe2 2.1247	H090 <sup>6)</sup>	–	90	150	8,3	14 (23)
		H350 <sup>7)</sup>	–	350	410		
		B770 <sup>7)</sup>	770	(350)	(410)		
		H120 <sup>6)</sup>	–	120	190		
		H360 <sup>7)</sup>	–	360	430		
		B820 <sup>7)</sup>	820	(360)	(430)		
		H170 <sup>6)</sup>	–	170	220		
		H370 <sup>7)</sup>	–	370	440		
		B880 <sup>7)</sup>	880	(370)	(440)		
		H220 <sup>6)</sup>	–	220	290		
		H380 <sup>7)</sup>	–	380	450		
		B920 <sup>7)</sup>	920	(380)	(450)		
		H210 <sup>6)</sup>	–	210	250		
		B400 <sup>6)</sup>	400	(210)	(250)		
		H230 <sup>6)</sup>	–	230	280		
		B500 <sup>6)</sup>	500	(230)	(280)		
		H250 <sup>6)</sup>	–	250	310		
		B530 <sup>6)</sup>	530	(250)	(310)		
		H280 <sup>6)</sup>	–	280	350		
		B600 <sup>6)</sup>	640	(280)	(350)		
H310 <sup>6)</sup>	–	310	400				
B760 <sup>6)</sup>	760	(310)					
H360 <sup>6)</sup>	–	360	420				
B780 <sup>6)</sup>	780	(360)	(420)				
<b>CuCo2Be</b> CW104C <b>CuNi2Be</b> CW110C	CuCo2Be 2.1285 CuNi2Be 2.0805	H060 <sup>6)</sup>	–	60	130	8,8	28 (48)
		H190 <sup>7) 9)</sup>	–	190	280		
		B370 <sup>7) 9)</sup>	370	(190)	(280)		
		H140 <sup>6)</sup>	–	140	180		
		H200 <sup>7) 9)</sup>	–	200	290		
		B500 <sup>7) 9)</sup>	500	(200)	(290)		
		H210 <sup>9)</sup>	–	210	290		
		B590 <sup>9)</sup>	590	(210)	(290)		
<b>CuNi9Sn2</b> CW351H	CuNi9Sn2 2.0875	H110	–	110	150	8,9	6 (10)
		H140	–	140	170		
		H160	–	160	190		
		B370	370	(160)	(190)		
		H180	–	180	210		
		B460	460	(180)	(210)		
		H190	–	190	–		
<b>CuNi12Zn24</b> CW403J	CuNi12Zn24 2.0730	H150	–	150	180	8,7	4 (7)
		H170	–	170	200		
		H190	–	190	20		

<sup>1)</sup> Gegenüberstellung der neuen Werkstoffbezeichnungen nach DIN EN 1654 zu den früheren Werkstoffbezeichnungen nach DIN 1777. Die neue Werkstoffnummer entspricht dem in DIN EN 1412 festgelegten System.

<sup>2)</sup> Zustandsbezeichnungen: H für die Härte, B für die Federbiegegrenze. Anhaltsangaben für die Zustände R und Y, s. Norm.

<sup>3)</sup> Die Zahlen in Klammern sind keine Anforderungen dieser Norm, sondern sie sind nur informativ angegeben.

<sup>4)</sup> Nur zur Information. Ungefährwerte.

<sup>5)</sup> Elektrische Leitfähigkeit in MS/m, entspricht 1 m/( $\Omega \times \text{mm}^2$ ). Klammerwerte: in IACS = International Annealed Copper Standard. Für CuBe1,7, CuBe2, CuCo2Be und CuNi2Be nur ausscheidungsgehärtete Zustände.

<sup>6)</sup> Lösungsgeglüht und kaltgewalzt.

<sup>7)</sup> Lösungsgeglüht, kaltgewalzt und ausscheidungsgehärtet.

<sup>8)</sup> Lösungsgeglüht, kaltgewalzt und ausscheidungsgehärtet im Werk. Eine weitere Wärmebehandlung zur Steigerung der mechanischen Eigenschaften kann möglich sein.

<sup>9)</sup> Lösungsgeglüht, kaltgewalzt und ausscheidungsgehärtet im Werk.

Werkstoffe nach DIN EN 1654 werden auch für feuerverzinnzte bzw. für elektrolytisch verzinnzte Bänder nach DIN EN 13148 und DIN EN 14436 verwendet.

Tabelle 235.1 Mindestbiegeradien für Bänder nach DIN EN 1654

Werkstoffbezeichnung <sup>1)</sup>		Zustand <sup>2)</sup>	Mindestbiegeradius für Biegekante <sup>3)</sup>			
DIN EN 1654 Kurzzeichen Nummer	DIN 1777 Kurzzeichen WNr		parallel zur Walzrichtung für Dicken bis 0,25 mm		senkrecht zur Walzrichtung für Dicken bis 0,25 mm	
			über 0,25 mm	über 0,25 mm	über 0,25 mm	über 0,25 mm
<b>CuBe1,7</b> CW100C	CuBe1,7 2.1245	H090	0 × t	0 × t	0 × t	0 × t
		H120	1 × t	1 × t	1 × t	1 × t
		H180	2 × t	2 × t	2 × t	2 × t
		H210	3 × t	3 × t	3 × t	3 × t
<b>CuCuBe2</b> CW101C	CuBe2 2.1247	H090	0 × t	0 × t	0 × t	0 × t
		H120	1 × t	1 × t	0 × t	0 × t
		H170	2 × t	2 × t	1 × t	1 × t
		H220	3 × t	1,5 × t	1,5 × t	1,5 × t
		H210	0,8 × t	0,8 × t	0,8 × t	0,8 × t
		B400	0,8 × t	0,8 × t	0,8 × t	0,8 × t
		H230	1 × t	1 × t	1 × t	1 × t
		B500	1 × t	1 × t	1 × t	1 × t
		H250	1,3 × t	1,3 × t	1,3 × t	1,3 × t
		B530	1,3 × t	1,3 × t	1,3 × t	1,3 × t
		H280	2,5 × t	2,5 × t	2,5 × t	2,5 × t
		B600	2,5 × t	2,5 × t	2,5 × t	2,5 × t
		H310	4 × t	4 × t	3 × t	3 × t
		B760	4 × t	4 × t	3 × t	3 × t
H360	6 × t	6 × t	3 × t	3 × t		
B780	6 × t	6 × t	3 × t	3 × t		
<b>CuCo2Be</b> CW104C <b>CuNi2Be</b> CW110C	CuCo2Be 2.1285 CuNi2Be 2.0805	H060	0 × t	0 × t	0 × t	0 × t
		H190	1 × t	1 × t	1 × t	1 × t
		B370	1 × t	1 × t	1 × t	1 × t
		H140	0,6 × t	0,6 × t	0,5 × t	0,5 × t
		H200	2 × t	2 × t	2 × t	2 × t
		B500	2 × t	2 × t	2 × t	2 × t
		H210	4 × t	4 × t	3 × t	3 × t
		B590	4 × t	4 × t	3 × t	3 × t
<b>CuNi9Sn2</b> CW351H	CuNi9Sn2 2.0875	H110	0 × t	0 × t	0 × t	0 × t
		H140	0 × t	1 × t	0 × t	0 × t
		H160	1 × t	3 × t	0 × t	0 × t
		B370	1 × t	3 × t	0 × t	0 × t
		H180	3 × t	5 × t	1 × t	2 × t
		B460	3 × t	5 × t	1 × t	2 × t
<b>CuNi12Zn24</b> CW403J	CuNi12Zn24 2.0730	H150	0 × t	0 × t	0 × t	0 × t
		H170	0 × t	1 × t	0 × t	0 × t
<b>CuNi18Zn20</b> CW409J	CuNi18Zn20 2.0740	H160	0 × t	1 × t	0 × t	0 × t
		B370	0 × t	1 × t	0 × t	0 × t
		H180	0 × t	2 × t	0 × t	0 × t
		B460	0 × t	2 × t	0 × t	0 × t
<b>CuNi18Zn27</b> CW410J	CuNi18Zn27	H170	0 × t	1 × t	0 × t	0 × t
		H190	1 × t	3 × t	0 × t	1 × t
<b>CuSn4</b>	CuSn4 2.1016	H115	0 × t	0 × t	0 × t	0 × t
		H150	0 × t	1 × t	0 × t	0 × t
		H170	1 × t	2 × t	0 × t	0 × t
<b>CuSn6</b> CW452K	CuSn6 2.1020	H125	0 × t	0 × t	0 × t	0 × t
		H160	0 × t	1 × t	0 × t	0 × t
		B350	0 × t	1 × t	0 × t	0 × t
		H180	1 × t	2 × t	0 × t	0 × t
		B370	1 × t	2 × t	0 × t	0 × t
H200	2 × t	3 × t	0 × t	1 × t		

Fortsetzung und Fußnoten s. nächste Seite

Tabelle 235.1 Fortsetzung

Werkstoffbezeichnung <sup>1)</sup>		Zustand <sup>2)</sup>	Mindestbiegeradius für Biegekante <sup>3)</sup>			
DIN EN 1654 Kurzzeichen Nummer	DIN 1777 Kurzzeichen WNR		parallel zur Walzrichtung für Dicken bis 0,25 mm		senkrecht zur Walzrichtung für Dicken bis 0,25 mm	
<b>CuSn8</b> CW453K	CuSn8 2.1030	H135	0 × t	0 × t	0 × t	0 × t
		H170	0 × t	1 × t	0 × t	0 × t
		H190	1 × t	2 × t	0 × t	1 × t
		B410	1 × t	2 × t	0 × t	1 × t
		H210	2 × t	4 × t	1 × t	2 × t
<b>CuZn30</b> CW505L	CuZn30 2.0321	H095	0 × t	0 × t	0 × t	0 × t
		H120	0 × t	1 × t	0 × t	0 × t
		H150	1 × t	2 × t	0 × t	1 × t
		H170	2 × t	3 × t	0 × t	1 × t

<sup>1)</sup> Gegenüberstellung der Werkstoffbezeichnungen nach dem neuen Bezeichnungssystem DIN EN 1412 zu den früheren Bezeichnungen nach DIN.

<sup>2)</sup> Zustandsbezeichnungen s. Tab. 233.1.

<sup>3)</sup> t ist die Dicke (Nennmaß). 0 × t bedeutet, dass der Biegeradius gleich oder kleiner 0,1 mm ist.

### DIN EN 1758 Kupfer und Kupferlegierungen – Bänder für Systemträger (Mrz 1998)

Ein Systemträger ist ein aus Band gestanztes oder geätztes Teil, das zur Montage, zum Halten und zur Herstellung der elektrischen Verbindungen von Halbleiterkomponenten dient. DIN EN 1758 legt die Zusammensetzung, die Anforderungen an die Eigenschaften, Grenzabmaße und Formtoleranzen von Bändern mit einer Breite von 100 mm fest, s. Norm. Für gestanzte Systemträger für integrierte Schaltkreise und Bauelemente mit niedriger Leistung finden im Allgemeinen Dicken von 0,1 mm bis 1,0 mm Verwendung. Dicken von 0,1 mm bis 2,0 mm sind im Allgemeinen für gestanzte Systemträger für Bauelemente mit hoher Leistung vorgesehen. Genormt sind die Werkstoffe mit Kurzzeichen/Nummer: **Cu-DLP/CW023A**, **CuFe2P/CW107C**, **CuSn0,15/CW117C**, in den Zuständen R... und H... , Näheres s. Norm. Chemische Zusammensetzung der Werkstoffe s. Tab. 225.1.

### DIN EN 13148 Kupfer und Kupferlegierungen, Feuerverzinnete Bänder (Jan 2002)

Die Norm enthält Festlegungen für Bänder aus Kupfer und Kupferlegierungen mit einer Dicke von 0,10 mm bis 1,50 mm. Die Bänder werden durch eine Schmelze aus Zinn (Sn 99,90) oder einer Zinnlegierung (S-Sn60Pb40) gezogen. Werkstoffe (Auswahl): **Cu-ETP**, **Cu-OF**, **Cu-HCP**, **Cu-DLP**, **Cu-DHP**, **CuBe1,7**, **CuBe2**, **CuCo2Be**, **CuNi2Be**, **CuNi9Sn2**, **CuSn4**, **CuSn6**, **CuSn8**, **CuZn5**, **CuZn10**, **CuZn15**, **CuZn20**, **CuZn30**, **CuZn33**, **CuZn36**, **CuZn37** (chemische Zusammensetzung s. Tab. 225.1). Folgende Anwendungen werden empfohlen (in Klammern Mittelwerte bevorzugter Dicken in µm): Anlaufschutz, dekoratives Aussehen, Absenken der Reibungskräfte (1,45 oder 2,9), Korrosionsschutz (3,5), verbesserte Lagerbeständigkeit (5,0), Lötthilfe (7,5 oder 10,0). Des Weiteren werden Widerstände an elektrischen Übergängen verringert.

**Bezeichnungsbeispiel: Feuerverzinnetes Band EN 13148 – CuSn6 – H180 – 0,50A × 200,0 – Sn60Pb – 2–5**

Dickenbereich des Überzuges im Beispiel: 2 µm bis 5 µm. Für das Werkstoff-Kurzzeichen kann auch die numerische Bezeichnung CW452K gewählt werden. Die Grenzabmaße für die Banddicke vor dem Verzinnen entspricht für die Klassen A und B den Angaben der DIN EN 1654 (bis 200 mm) und für die Klasse C der DIN EN 1652 (bis 300 mm). Elektrolytisch verzinnete Bänder in Dicken von 0,1 mm bis 4 mm aus den genannten Werkstoffen sind in DIN EN 14436 genormt, s. Norm.

#### 8.2.5.1.3 Kupfer und Kupferlegierungen für Stangen, Drähte und Profile

Für Kupfer und Kupferlegierungen wurde eine Reihe von Europäischen Normen für Stangen, Drähte und Profile geschaffen, mit denen viele geläufige nationale Normen teilweise oder vollständig ersetzt wurden, s. Tab. 236.1.

Tabelle 236.1 Europäische Normen für Stangen, Drähte und Profile

Europäische Norm	Ersatz für	mit DIN EN	Ersatz für	mit DIN EN	teilweiser Ersatz für
DIN EN 12163 Stangen zur allgemeinen Verwendung	–	DIN EN 12164 und 12165 DIN EN 12164, DIN EN 12165, DIN EN 12167	DIN 1782 Rund- stangen, gepresst DIN 17672-1 und -2 Stangen	DIN EN 12164	DIN 1756 Rundstangen, gezogen, DIN 1761 Vierkantstangen, gezogen, DIN 1763 Sechskantstangen, gezogen
DIN EN 12164 Stangen für die spanende Bearbeitung	–	DIN EN 12163, DIN EN 12165 DIN EN 12164, DIN EN 12165, DIN EN 12167	DIN 1782 Rund- stangen, gepresst DIN 17672-1 und -2 Stangen	DIN EN 12163	DIN 1756 Rundstangen, gezogen, DIN 1761 Vierkantstangen, gezogen, DIN 1763 Sechskantstangen, gezogen
DIN EN 12165 Vormaterial für Schmiedestücke	–	DIN EN 12163, DIN EN 12164 DIN EN 12163, DIN EN 12164, 12167	DIN 1782 Rund- stangen, gepresst DIN 17672-1 und -2 Stangen	–	–

Fortsetzung s. nächste Seite



Tabelle 236.1 Fortsetzung

Europäische Norm	Ersatz für	mit DIN EN	Ersatz für	mit DIN EN	teilweiser Ersatz für
DIN EN 12166 Drähte zur allgemeinen Verwendung	DIN 1757 Drähte, gezogen, DIN 17677-1 und -2, DIN 17682 Runde Federdrähte	–	–	–	DIN 2076 Runder Federdraht
DIN EN 12167 Profile und Rechteckstangen zur allgemeinen Ver- wendung		DIN EN 12163, DIN EN 12164, DIN EN 12165	DIN 17672-1 und -2 Stangen	–	DIN 1759 Rechteck- stangen, gezogen
		DIN EN 12168	DIN EN 17674-1 und -2 Strangpres- sprofile	DIN EN 12168	DIN 17674-4 und -5 Strangpressprofile
DIN EN 12168 Hohl- stangen für die span- nende Bearbeitung	DIN 17671-1 und -2 Rohre, DIN 59752	DIN EN 12167	DIN 17674-1 und -2 Strangpress- profile	DIN EN 12167	DIN 17674-4 und -5 Strangpressprofile

**DIN EN 12163 Kupfer und Kupferlegierungen – Stangen zur allgemeinen Verwendung (Apr 1998)**

In dieser Norm, die DIN 1782 ersetzt, sind die Anforderungen an die chemische Zusammensetzung und die mechanischen Eigenschaften für Stangen aus Kupfer und Kupferlegierungen festgelegt. Anforderungen für Produkte der Elektrotechnik wurden nicht aufgenommen. Stangen aus Kupfer und Kupferlegierungen für die spanende Bearbeitung sind in DIN EN 12164 enthalten. Eine **Stange** ist ein massives, in geraden Längen geliefertes Produkt aus einer Knetlegierung mit einem über die ganze Länge einheitlichen Querschnitt. Bezeichnungen für die Querschnittsform: RND für rund, SQR für quadratisch, HEX für sechseckig, OCT für achteckig. Kantenausführung: SH scharf, RD gerundet, s. Tab. 237.1.



Tabelle 237.1 Stangen nach DIN EN 12163, Maße<sup>1)</sup> 2)

Durchmesser/ Schlüsselweite (Nennmaß)		Grenzabmaße		Schlüsselweite (Nennmaß)		Radien für Kanten		Schlüsselweite (Nennmaß)		Verwindung <sup>3)</sup>
über	bis	Klasse A	Klasse B	über	bis	scharf SH max.	gerundet RD Bereich	über	bis	je 1 m Länge der Stange
1,6 <sup>4)</sup>	3	±0,10	±0,05	1,6	3	0,2	0,2 bis 0,3			
3	6	±0,18	±0,08	3	6	0,3	0,3 bis 0,5			
6	10	±0,20	±0,11	6	10	0,4	0,4 bis 0,8			
10	18	±0,25	±0,14	10	18	0,5	0,5 bis 1,2	10 <sup>5)</sup>	18	2,0 mm
18	30	±0,30	±0,17	18	30	0,6	0,6 bis 1,8	18	30	3,0 mm
30	50	±0,60	±0,20	30	50	0,7	0,7 bis 2,8	30	60	4,0 mm
50	80	±0,70	±0,37	50	60	0,8	0,8 bis 4,0			

- 1) Toleranzen für die Geradheit der Stangen s. Norm.
- 2) Maße in mm.
- 3) maximal zulässige Verwindung V von Vierkant- und Vielkantstangen.
- 4) einschließlich 1,6.
- 5) einschließlich 10.

Tabelle 237.2 Stangen nach DIN EN 12163, mechanische Eigenschaften von Kupfer

Werkstoffbezeichnung <sup>1)</sup> DIN EN 12163		Zustand <sup>2)</sup>	Durchmesser oder Schlüsselweite Nennmaß in mm			Zugfestigkeit R <sub>m</sub> in N/mm <sup>2</sup> min.	0,2 %-Dehn- grenze R <sub>p0,2</sub> in N/mm <sup>2</sup>	mechanische Eigenschaften <sup>3)</sup> Bruchdehnung <sup>4)</sup> in %			Härte HB		Härte HV		
Kurzzeichen	Nummer		von	über	bis			A <sub>100mm</sub>	A <sub>11,3</sub>	A	min.	max.	min.	max.	
<b>Cu-FRTP</b> <b>Cu-DLP</b> <b>Cu-DHP</b> (SF-Cu)	CW006A CW023A CW024A (2.0090)	M	2	–	80			wie gefertigt							
		R200 <sup>5)</sup>	2	–	80	200	(80)	25	30	35	–	–	–	–	
		H035 <sup>5)</sup>	2	–	80	–	–	–	–	–	–	35	65	35	65
		R250	–	10	10	250	(250)	8	10	12	–	–	–	–	
		R250	–	30	30	250	(210)	–	–	15	–	–	–	–	
		R230	4	–	80	230	(190)	–	–	18	–	–	–	–	
		H065	–	–	80	–	–	–	–	–	65	90	70	95	
		R300	2	–	20	300	(280)	–	–	8	–	–	–	–	
		R280	–	–	40	280	(260)	–	–	10	–	–	–	–	
		H085	2	–	40	–	–	–	–	–	85	110	90	115	
		R260	–	40	80	260	(230)	–	–	12	–	–	–	–	
		H075	–	40	80	–	–	–	–	–	75	100	80	105	
		R350	2	–	10	350	(330)	–	–	5	–	–	–	–	
		H100	2	–	10	–	–	–	–	–	100	–	110	–	

Fußnoten s. nächste Seite

Tabelle 237.2 Fußnoten

- <sup>1)</sup> Frühere Kurzzeichen/Werkstoffnummer nach DIN, soweit vorhanden, in Klammern gesetzt.  
<sup>2)</sup> M bezeichnet den Zustand „wie gefertigt“ ohne festgelegte Anforderungen an die mechanischen Eigenschaften; H bezeichnet den kleinsten Wert für die Härte. Die Zustandsbezeichnung H ist für beide Härteprüfverfahren gleich.  
<sup>3)</sup> Die Zahlen in Klammern sind keine Anforderungen dieser Norm, sondern sie sind nur informativ angegeben. Es kann vereinbart werden, daß die informativen Werte für die 0,2%-Dehngrenze verbindlich sind. 1 N/mm<sup>2</sup> entspricht 1 MPa.  
<sup>4)</sup> Die Proben müssen DIN EN 10002-1 entsprechen, außer dass eine Messlänge von 200 mm nicht zulässig ist. Anforderungen an die Dehnung bei Stangen mit einem Durchmesser oder einer Schlüsselweite kleiner als 4 mm, von 4 mm bis 8 mm, größer als 8 mm, basieren auf der ursprünglichen Messlänge von 100 mm, 11,3  $\sqrt{S_0}$  und 5,65  $\sqrt{S_0}$ , wobei  $S_0$  der ursprüngliche Querschnitt der Probe in mm<sup>2</sup> ist.  
<sup>5)</sup> Geglüht.

Tabelle 240.1 Stangen nach DIN EN 12163

Werkstoffbezeichnung <sup>1)</sup> DIN EN 12163		Zustand <sup>2)</sup>	Durchmesser oder Schlüsselweite Nennmaß in mm		mechanische Eigenschaften <sup>3)</sup>					
Kurzzeichen	Nummer		von	bis	Zugfestigkeit $R_m$ in N/mm <sup>2</sup> min.	0,2%-Dehngrenze $R_{p0,2}$ in N/mm <sup>2</sup>	Bruchdehnung <sup>4)</sup> in %			
						$A_{100mm}$	$A_{11,3}$	$A$		
mechanische Eigenschaften von niedriglegierten Kupferlegierungen (Auswahl)										
<b>CuBe2</b> (CuBe2)	CW101C (2.1247)	M	2	80	wie gefertigt					
		R420 <sup>5)</sup>	2	80	420	(140)	25	30	35	
		R650 <sup>6)</sup>	2	25	650	(500)	—	—	8	
		R1150 <sup>7)</sup>	2	80	1150	(1000)	—	—	(2)	
		R1300 <sup>8)</sup>	2	25	1300	(1150)	—	—	(2)	
<b>CuCo1Ni1Be</b> <b>CuCo2Be</b> (CuCo2Be) <b>CuNi1P</b> <b>CuNi2Be</b> (CuNi2Be)	CW103C CW104C (2.1285) CW108C CW110C (2.0805)	M	2	80	wie gefertigt					
		R250 <sup>5)</sup>	2	80	250	(140)	20	22	25	
		R500 <sup>6)</sup>	2	25	500	(430)	5	6	6	
		R650 <sup>7)</sup>	2	80	650	(500)	8	10	12	
		R800 <sup>8)</sup>	2	25	800	(730)	(3)	(4)	5	
<b>CuCr1</b> <b>CuCr1Zr</b> (CuCrZr)	CW105C CW106C (2.1293))	M	4	80	wie gefertigt					
		R440 <sup>8)</sup>	4	25	440	(350)	—	9	10	
		R470 <sup>8)</sup>	4	25	470	(380)	—	7	8	
<b>CuNi1Si</b> (CuNi1,5Si)	CW109C (2.0853)	M	2	80	Wie gefertigt					
		R410 <sup>6)</sup>	2	30	410	(320)	5	7	9	
		R440 <sup>7)</sup>	2	80	440	(320)	12	15	17	
		R590 <sup>8)</sup>	2	30	590	(570)	8	10	12	
<b>CuNi2Si</b> (CuNi2Si)	CW111C (2.0855)	M	2	80	Wie gefertigt					
		R260 <sup>5)</sup>	2	80	260	(90)	25	30	35	
		R410 <sup>6)</sup>	2	30	410	(370)	5	6	8	
		R490 <sup>7)</sup>	2	80	490	(370)	—	—	15	
		R640 <sup>8)</sup>	2	30	640	(620)	—	—	10	
<b>CuNi3Si1</b> (CuNi3Si)	CW112C (2.0857)	M	2	80	Wie gefertigt					
		R580 <sup>6)</sup>	2	30	580	(550)	—	—	8	
		R690 <sup>7)</sup>	2	80	690	(570)	6	8	10	
		R800 <sup>8)</sup>	2	30	800	(780)	6	8	10	
<b>CuZr</b>	CW120C	M	4	80	Wie gefertigt					
		R300 <sup>8)</sup>	4	30	300	(200)	—	15	20	
		R350 <sup>8)</sup>	4	30	350	(260)	—	14	18	

Fortsetzung s. nächste Seiten

Tabelle 238.1 Fortsetzung

Werkstoffbezeichnung <sup>1)</sup> DIN EN 12163		Zustand <sup>2)</sup>	Durchmesser oder Schlüsselweite Nennmaß in mm		mechanische Eigenschaften <sup>3)</sup>				
Kurzzeichen	Nummer		von	bis	Zugfestigkeit $R_m$ in N/mm <sup>2</sup> min.	0,2%-Dehngrenze $R_{p0,2}$ in N/mm <sup>2</sup>	Bruchdehnung <sup>4)</sup> in %		
						$A_{100mm}$	$A_{11,3}$	$A$	
mechanische Eigenschaften von Kupfer-Zinklegierungen (Auswahl)									
<b>CuZn37</b> (CuZn37)	CW508L (2.0231)	M	2	80	Wie gefertigt				
		R310	2	80	310	(120)	20	25	30
		R370	2	40	370	(300)	8	10	12
<b>CuZn40</b> (CuZn40)	CW509L (2.0360)	M	2	80	Wie gefertigt				
		R350	2	80	340	(260)	18	20	25
mechanische Eigenschaften von Kupfer-Zink-Legierungen, Mehrstofflegierungen									
<b>CuZn23Al6Mn4Fe3Pb</b> (CuZn23Al6Mn4Fe3)	CW704R (2.0500)	M	3	80	Wie gefertigt				
		R780	10	80	780	(540)	–	–	8
<b>CuZn31Si1</b> (CuZn31Si1)	CW708R (2.0490)	M	3	80	Wie gefertigt				
		R460	5	40	460	(250)	–	18	22
		R530	5	14	530	(330)	–	10	12
<b>CuZn35Ni3Mn2AlPb</b> (CuZn35Ni2)	CW710R (2.0540)	M	3	80	Wie gefertigt				
		R490	5	40	490	(300)	–	15	20
		R550	5	14	550	(400)	–	8	10
<b>CuZn38Mn1Al</b> (CuZn37Al1)	CW716R (2.0510)	M	3	80	Wie gefertigt				
		R490	5	40	460	(210)	–	15	18
		R550	5	14	540	(280)	–	8	10
<b>CuZn39Mn1AlPbSi</b> (CuZn40Al1)	CW718R (2.0561)	M	3	80	Wie gefertigt				
		R440	5	40	440	(200)	–	10	12
mechanische Eigenschaften von Kupfer-Nickel-Legierungen (Auswahl)									
<b>CuNi10Fe1Mn</b> (CuNi10Fe1Mn)	CW352H (2.0872)	M	2	80	Wie gefertigt				
		R280	10	80	280	(90)	–	–	30
		R350	2	20	350	(150)	6	8	10
<b>CuNi30Mn1Fe</b> (CuNi30Mn1Fe)	CW354H (2.0882)	M	2	80	Wie gefertigt				
		R340	10	80	340	(120)	–	–	30
		R420	2	20	420	(180)	10	12	14
<b>CuNi12Zn24</b> (CuNi12Zn24)	CW403J (2.0730)	M	2	50	Wie gefertigt				
		R450	2	40	450	(300)	7	9	11
		R540	2	10	540	(450)	(2)	(3)	5
		R640	2	4	640	(550)	–	–	–
mechanische Eigenschaften von Kupfer-Zinn-Legierungen (Auswahl)									
<b>CuSn6</b> (CuSn6)	CW452K (2.1020)	M	2	80	Wie gefertigt				
		R340	2	60	340	(230)	35	40	45
		R400	2	40	400	(250)	18	22	26
		R470	2	12	470	(350)	10	12	15
		R550	2	6	550	(500)	(4)	5	–
<b>CuSn8</b> (CuSn8) <b>CuSn8P</b> (CuSn8)	CW453K (2.1030) CW459K (2.1030)	M	2	80	Wie gefertigt				
		R390	2	60	390	(260)	35	40	45
		R450	2	40	450	(280)	18	22	26
		R550	2	12	550	(430)	10	12	15

Fortsetzung und Fußnoten s. nächste Seite

Tabelle 238.1 Fortsetzung

Werkstoffbezeichnung <sup>1)</sup> DIN EN 12163		Zustand <sup>2)</sup>	Durchmesser oder Schlüsselweite Nennmaß in mm		mechanische Eigenschaften <sup>3)</sup>				
Kurzzeichen	Nummer		von	bis	Zugfestigkeit $R_m$ in N/mm <sup>2</sup> min.	0,2%-Dehngrenze $R_{p0,2}$ in N/mm <sup>2</sup>	Bruchdehnung <sup>4)</sup> in % $A_{100mm}$ , $A_{11,3}$ , A		
mechanische Eigenschaften von Kupfer-Aluminium-Legierungen (Auswahl)									
<b>CuAl10Fe3Mn2</b> (CuAl10Fe3Mn2)	CW306G (2.0936)	M	10	80	Wie gefertigt				
		R590	10	80	590	(330)	–	–	12
		R690	10	50	690	(510)	–	–	6
<b>CuAl10Ni5Fe4</b> (CuAl10Ni5Fe4)	CW307G (2.0966)	M	10	80	Wie gefertigt				
		R680	10	80	680	(480)	–	–	10
		R740	10	80	740	(530)	–	–	8
<b>CuAl11Fe6Ni6</b> (CuAl11Ni6Fe5)	CW308G (2.0978)	M	10	80	Wie gefertigt				
		R750	10	80	750	(450)	–	–	10
		R830	10	80	830	(680)	–	–	–

<sup>1)</sup> bis <sup>4)</sup> s. Tabelle 236.2. Anhaltswerte für mechanische Eigenschaften im Zustand H s. Norm.

<sup>5)</sup> Lösungsgeglüht.

<sup>6)</sup> Lösungsgeglüht und kaltumgeformt.

<sup>7)</sup> Lösungsgeglüht und ausscheidungsgehärtet.

<sup>8)</sup> Lösungsgeglüht und kaltumgeformt und ausscheidungsgehärtet.

Beim Bestellvorgang kann vereinbart werden, dass die Produkte eine Prüfung auf Spannungsrissskorrosionsbeständigkeit bestehen müssen, Prüfhinweise s. Norm. Bei der Härteprüfung nach Brinell ist der Belastungsgrad 10 anzuwenden, bei der Härteprüfung nach Vickers muss eine Prüfkraft von 49,03 N, 98,07 N oder 294,21 N angewendet werden. Weitere Hinweise zur Probenentnahme und zur Durchführung der Prüfungen s. Norm.

Grenzabmaße für Durchmesser, Schlüsselweiten, Toleranzen für Geradheit und maximale Verwindung sind in dieser Norm aufgenommen. Bereiche und Werte für zulässige Abweichungen sind neu festgelegt, Sie gelten sowohl für gepresst als auch für gezogene Stangen. Unabhängig von der Legierung erfolgt die Aufteilung der Grenzabmaße, außer für die maximale Verwindung, in zwei Klassen, wobei andere Grenzabmaße als die der Klasse A bei der Bestellung zu vereinbaren sind. Die Werkstoffgruppen für die Festlegung der Grenzabmaße wurden nicht übernommen.

Hinweise zu Werkstoffkurzzeichen und Zustand, wie auch zum Aufbau der Produktbezeichnung s. Abschn. 8.2.1

**Bezeichnungsbeispiel: Stange EN 12163 – CuZn33 – R370 – HEX14B – RD** (Schlüsselweite 14 mm, Toleranzklasse B, gerundet).

Bestellangaben über die Produktbezeichnung hinaus s. Norm. Frühere nationale Normen s. Tab. 236.1. Chemische Zusammensetzung s. Tab. 225.1 oder Norm.

Weitere genormte Werkstoffe (Kurzzeichen/Nummer) sind: CuSi3Mn1/CW116C, CuZn5/CW500L, CuZn10/CW501L, CuZn15/CW502L, CuZn20/CW503L, CuZn28/CW504L, CuZn30/CW505L, CuZn33/CW506L, CuZn36/CW507L, CuZn25Al5Fe2Mn2Pb/CW705R, CuZn32Pb2AsFeSi/CW709R, CuZn36Sn1Pb/CW712R, CuZn39Sn1/CW719R, CuSn5/CW451K, CuAl6Si2Fe/CW301G, CuAl7Si2/CW302G, CuAl10Fe1/CW305G.

## DIN EN 12164 Kupfer und Kupferlegierungen – Stangen für die spanende Verarbeitung (Sep 2000)

Mit dieser Europäischen Norm werden die früheren nationalen Normen für Rundstangen DIN 1782 und für Stangen DIN 17672 zusammengefasst, s. Tab. 236.1. Die Werkstoffkurzzeichen sind teilweise geändert worden. Hinweise zu Werkstoffkurzzeichen und Zustand, s. Abschn. 8.2.5

Es werden in dieser Norm die Anforderungen an die chemische Zusammensetzung und die mechanischen Eigenschaften für Stangen aus Kupferlegierungen für die spanende Bearbeitung festgelegt. Stangen aus Kupfer und Kupferlegierungen zur allgemeinen Verwendung s. DIN EN 12163. Unter den Aspekten der Zerspanbarkeit und der Kaltumformbarkeit erfolgt eine Einteilung der Kupfer-Zink-Blei-Legierungen in Legierungsgruppen, s. hierzu auch DIN EN 12168. Weitere Angaben zur chemischen Zusammensetzung der Werkstoffe, wie auch zu den in den Tab. 241.2 und 241.3 nicht enthaltenen genormten Kupfer-Legierungen (Kurzname/WNr) CuZn36Pb2As/CW602N, CuZn37Pb2/CW606N, CuZn38Pb1/CW607N, CuZn38Pb2/CW608N, CuZn38Pb4/CW609N, CuZn40Pb2Sn/CW619N, CuZn36Pb2Sn1/CW711R, CuZn37Pb1Sn1/CW714R, CuZn40Mn1Pb1AlFeSn/CW721R, CuZn40Mn1Pb1FeSn/CW722R, CuNi7Zn39Pb3Mn2/CW400J, CuNi10Zn42Pb2/CW402J, CuSn4Pb2P/CW455K, CuSn4Pb4Zn4/CW456K, CuSn5Pb1/CW458K, CuSn4Te1P/CW457K s. Tab. 225.1 oder Norm.

Eine **Stange** ist ein massives, in geraden Längen geliefertes Produkt aus einer Knetlegierung mit einer über der ganzen Länge einheitlichen Querschnittsform: RND für rund, SQR für quadratisch, HEX für sechseckig, OCT für achteckig. Anhaltsangaben für Kantenradien scharfkantig (SH) bzw. gerundet (RH) für Vierkant-, Sechskant- und Achtkantstangen, s. Tab. 237.1 (für DIN EN 12164 mit Schlüsselweite im Bereich > 2 mm bis 3 mm beginnend). Toleranzklassen für Rundstangen, A oder B, s. Tab. 241.1. Weitere Hinweise zum Aufbau der Produktbezeichnung s. Abschn. 8.2.5. Die Produkte werden in Nennlängen geliefert, sofern nicht speziell Festlängen vereinbart werden. Durchmesser oder Schlüsselweite/bevorzugte Längen/Grenzabmaße Länge (in mm): 2 bis 30/3000 und 4000/±50; über 30 bis 50/2500 und 3000/±100; über 50 bis 80/2000 und 3000/±100.

**Bezeichnungsbeispiel: Stange EN 12164-CuZn39Pb3-R500-RND11,75A**

Bestellangaben über die Produktbezeichnung hinaus, Probenentnahme und Prüfverfahren s. Norm.

Tabelle 241.1 Stangen nach DIN EN 12164, Maße<sup>1)</sup>

Durchmesser (Nennmaß)		Grenzabmaße für Durchmesser (einschließlich Unrundheit) <sup>2)</sup>		Schlüsselweite W (Nennmaß)		Grenzabmaße für regelmäßige Vielkantstangen	Schlüsselweite W (Nennmaß)		Verwindung V <sup>3)</sup> je 1 m Länge der Stange
über	bis	Klasse A	Klasse B	über	bis		über	bis	
2 <sup>4)</sup>	3	0/-0,04	0/-0,025	2 <sup>4)</sup>	3	0/-0,06	Keine Festlegungen		
3	6	0/-0,05	0/-0,030	3	6	0/-0,08			
6	10	0/-0,06	0/-0,036	6	10	0/-0,09			
10	18	0/-0,07	0/-0,043	10	18	0/-0,11	10 <sup>5)</sup>	18	1,0 mm
18	30	0/-0,08	0/-0,052	18	30	0/-0,13	18	30	2,0 mm
30	50	0/-0,16	–	30	50	0/-0,16	30	60	3,0 mm
50	80	0/-0,19	–	50	60	0/-0,19	Keine Festlegungen		

<sup>1)</sup> Maße in mm. Toleranzen für die Geradheit der Stangen, s. Norm.

<sup>2)</sup> Unrundheit ist der Unterschied zwischen dem maximalen und minimalen Durchmesser, der an irgendeinem Querschnitt einer Rundstange gemessen wird.

<sup>3)</sup> Maximal zulässige Verwindung V von Vierkant-, Sechskant- und Achtkantstangen.

<sup>4)</sup> Einschließlich 2.

<sup>5)</sup> Einschließlich 10.

Tabelle 241.2 Stangen nach DIN EN 12164, mechanische Eigenschaften von niedriglegierten Kupferlegierungen

Werkstoffbezeichnung <sup>1)</sup> DIN EN 12168		Zustand <sup>2)</sup>	Durchmesser in mm von/bis	Schlüsselweite in mm von/bis	mechanische Eigenschaften <sup>3)</sup>					Härte HB oder HV
Kurzzeichen	Nummer				R <sub>m</sub>	R <sub>p0,2</sub>	Bruchdehnung			
						A <sub>100mm</sub> in % min.	A <sub>11,3</sub> in % min.	A in % min.		
<b>CuBe2Pb</b> (CuBe2Pb)	CW102C (2.1248)	M			wie gefertigt					
		R410 <sup>4)</sup>	2/25	2/25	410	(190)	12	16	20	(120)
		R620 <sup>5)</sup>			620	(600)	(4)	6	8	(210)
<b>CuPb1P</b> (CuPb1P) <b>CuSP</b> (CuSP) <b>CuTeP</b> (CuTeP)	CW113C (2.1160) CW114C (2.1498) CW118C (2.1546)	M	2/50	2/40	wie gefertigt					
		R250	2/50	2/40	250	(200)	(3)	5	7	(90)
		R300	2/20	2/16	300	(250)	(2)	(3)	5	(100)
		R360	2/4	2/4	360	(320)	–	–	–	(110)

<sup>1)</sup> Kurzzeichen/WNr nach DIN 17672-1 in ( ).

<sup>2)</sup> M bezeichnet den Zustand „wie gefertigt“ ohne festgelegte Anforderungen an die mechanischen Eigenschaften; R bezeichnet den kleinsten Wert für die Zugfestigkeit.

<sup>3)</sup> Mechanische Eigenschaften: R<sub>m</sub> = Mindestwert der Zugfestigkeit in N/mm<sup>2</sup>, R<sub>p0,2</sub> = 0,2%-Dehngrenze in N/mm<sup>2</sup>, A<sub>11,3</sub> (A<sub>10</sub>), A = 5,65 √S<sub>0</sub> (S<sub>0</sub> = Anfangsquerschnitt in mm). Die Zahlen in Klammern sind keine Anforderungen dieser Norm, sondern sie sind nur informativ angegeben.

<sup>4)</sup> Lösungsgeglüht.

<sup>5)</sup> Lösungsgeglüht und kaltgezogen.

Tabelle 241.3 Stangen nach DIN EN 12164, mechanische Eigenschaften von Kupfer-Zink-Blei-Legierungen und Mehrstofflegierungen (Auswahl)

Werkstoffbezeichnung <sup>1)</sup> DIN EN 12168		Zustand <sup>2)</sup>	Durchmesser in mm			Schlüsselweite in mm			mechanische Eigenschaften <sup>3)</sup>					
Kurzzeichen	Nummer		von	über	bis	von	über	bis	R <sub>m</sub>	R <sub>p0,2</sub>	Bruchdehnung		Härte HB oder HV	
											A <sub>100mm</sub> in % min.	A <sub>11,3</sub> in % min.		A in % min.
<b>CuZn35Pb1</b> (CuZn36Pb1,5) <b>CuZn35Pb2</b> (CuZn36Pb1,5)	CW600N (2.0331) CW601N (2.0331)	M	2	–	60	2	–	50	wie gefertigt					
		R370	2	–	14	2	–	10	370	(250)	16	20	25	(110)
		R370	–	14	40	–	10	35	370	(180)	–	–	30	(90)
		R440	2	–	14	2	–	10	440	(340)	10	12	14	(130)

Fortsetzung und Fußnoten s. nächste Seite

Tabelle 241.3 Fortsetzung

Werkstoffbezeichnung <sup>1)</sup> DIN EN 12168		Zustand <sup>2)</sup>	Durchmesser in mm			Schlüsselweite in mm			mechanische Eigenschaften <sup>3)</sup>					
Kurzzeichen	Nummer		von	über	bis	von	über	bis	$R_m$	$R_{p0,2}$	Bruchdehnung		Härte HB oder HV	
											$A_{100mm}$ in % min.	$A_{11,3}$ in % min.		$A$ in % min.
<b>CuZn36Pb3</b> (CuZn36Pb3)	CW603N (2.0375)	M	2	–	80	2	–	60	wie gefertigt					
		R360	6	–	40	5	–	35	360	(180)	–	15	20	(90)
		R340	–	40	80	–	35	60	340	(160)	–	–	20	(90)
		R400	2	–	25	2	–	20	400	(250)	8	10	12	(120)
		R480	2	–	12	2	–	10	480	(380)	(4)	6	8	(140)
<b>CuZn39Pb0,5</b> (CuZn39Pb0,5) <b>CuZn39Pb2</b> (CuZn39Pb2)	CW610N (2.0372) CW612N (2.0380)	M	2	–	80	2	–	60	wie gefertigt					
		R360	–	40	80	–	35	60	360	(150)	–	–	25	(90)
		R410	2	–	40	2	–	35	410	(250)	10	12	15	(120)
		R490	2	–	6	2	–	5	490	(370)	(4)	6	–	(140)
		R490	–	6	14	–	5	10	490	(370)	–	6	–	(140)
<b>CuZn39Pb3</b> (CuZn39Pb3)	CW614N (2.0410)	M	2	–	80	2	–	60	wie gefertigt					
		R400	6	–	14	5	–	10	400	(160)	–	12	15	(90)
		R360	–	40	80	–	35	60	360	(150)	–	–	20	(90)
		R430	2	–	40	2	–	35	430	(250)	6	8	10	(120)
		R500	2	–	14	2	–	10	500	(390)	(4)	6	8	(150)
<b>CuZn37Mn3Al2PbSi</b> (CuZn40Al2)	CW713R (2.0550)	M	6	–	80	–	–	–	wie gefertigt					
		R540	6	–	80	–	–	–	540	(280)	–	12	15	(150)
		R590	6	–	50	–	–	–	590	(320)	–	10	12	(160)
		R640	6	–	15	–	–	–	640	(400)	–	(3)	5	(180)
		R620	–	15	50	–	–	–	620	(350)	–	–	8	(170)
<b>CuZn40Mn1Pb1</b> (CuZn40Mn1Pb1)	CW720R (2.0580)	M	2	–	80	4	–	60	wie gefertigt					
		R390	10	–	80	10	–	6	390	(200)	–	–	20	(110)
		R440	6	–	5	5	–	40	440	(250)	–	15	18	(120)
		R490	2	–	20	4	–	16	490	(350)	6	8	10	(140)

<sup>1)</sup> Kurzzeichen/WNr nach DIN 17672-1 in ( ).

<sup>2)</sup> M bezeichnet den Zustand „wie gefertigt“ ohne festgelegte Anforderungen an die mechanischen Eigenschaften; R bezeichnet den kleinsten Wert für die Zugfestigkeit (Auswahl).

<sup>3)</sup> Mechanische Eigenschaften:  $R_m$  = Mindestwert der Zugfestigkeit in N/mm<sup>2</sup>,  $R_{p0,2}$  = 0,2%-Dehngrenze in N/mm<sup>2</sup>,  $A_{1,3}$  ( $A_{10}$ ),  $A = 5,65 \sqrt{S_0}$  ( $S_0$  = Anfangsquerschnitt in mm). Die Zahlen in Klammern sind keine Anforderungen dieser Norm, sondern sie sind nur informativ angegeben.

## DIN EN 12165 Kupfer und Kupferlegierungen – Vormaterial für Schmiedestücke (Apr 1998)

Es werden die Anforderungen an die Eigenschaften, Grenzabmaße und die Zusammensetzung für in geraden Längen gelieferte Stangen zum Schmieden festgelegt (auch regelmäßige Vielkantstangen, Hohlstangen, Stangen mit rechteckiger Querschnittsform und Profile). Bestellangaben über die Produktbezeichnung hinaus, Anforderungen an die Entzinkungsbeständigkeit sowie Hinweise zur Prüfung auf Entzinkungsbeständigkeit, weitere Prüfungen und Probenentnahme s. Norm. Inhaltsangaben zur chemischen Zusammensetzung der Werkstoffe s. Tab. 225.1. Grenzabmaße für den **Durchmesser** (Nennmaß) in mm für die Toleranzklassen A, B und C: **> 6 bis 10**:  $A \pm 0,20$   $B \pm 0,11$   $C \pm 0,06$ ; **> 10 bis 18**:  $A \pm 0,25$   $B \pm 0,14$   $C \pm 0,07$ ; **> 18 bis 30**:  $A \pm 0,30$   $B \pm 0,17$   $C \pm 0,08$ ; **> 30 bis 50**:  $A \pm 0,60$   $B \pm 0,20$   $C \pm 0,16$ ; **> 50 bis 80**:  $A \pm 0,70$   $B \pm 0,37$   $C \pm 0,19$ .

Produkte mit Grenzabmaße der Klasse C werden üblicherweise in gezogener Ausführung geliefert. Grenzabmaße für die Länge und Toleranzen für die Geradheit von Rundstangen (für den Durchmesser der Klasse C) s. Norm.

**Produktbezeichnung (Beispiel): Schmiedevormaterial EN 12165 – CuZn40Pb2 – H080 – RND15A.**

Hinweise zu Werkstoffkurzzeichen und Zustand, wie auch zum Aufbau der Produktbezeichnung s. Abschn. 8.2.5. Frühere nationale DIN-Normen s. Tab. 236.1.

Tabelle 243.1 Schmiedevormaterial nach DIN EN 12165, mechanische Eigenschaften von Kupfer und Kupferlegierungen (Auswahl)

Werkstoffbezeichnung <sup>1)</sup>		Zustand	Querschnittsmaße <sup>2)</sup> (Nennmaße)				mechanische Eigenschaften <sup>5) 6)</sup>				
Kurzzeichen	DIN EN 12165 Nummer		Durchmesser von	bis	Schlüsselweite von	bis	Zugfestig- keit $R_m$ N/mm <sup>2</sup> min.	0,2%-Dehn- grenze $R_{p0,2}$ N/mm <sup>2</sup>	Bruch- dehnung % A	Härte HB min.	HV min.
mechanische Eigenschaften von Kupfer											
<b>Cu-ETP</b> <b>Cu-OF</b> <b>Cu-HCP</b> <b>Cu-DHP</b>	CW004A CW008A CW021A CW024A	M H040	Alle Maße 6 80 6 60				Wie gefertigt (200) (50) (30) 40 40				
mechanische Eigenschaften von niedriglegierten Kupferlegierungen (Auswahl)											
<b>CuBe2</b> (CuBe2)	CW101C (2.1247)	M H085 <sup>3)</sup> H320 <sup>4)</sup>	Alle Maße 6 80 6 60				Wie gefertigt (450) (200) (20) 85 90 (1100) (950) (5) 320 330				
<b>CuCo1Ni1Be</b> <b>CuCo2Be</b> (CuCo2Be) <b>CuNi2Be</b> (CuNi2Be)	CW103C CW104C (2.1285) CW110C (2.0805)	M H060 <sup>3)</sup> H220 <sup>4)</sup>	Alle Maße 6 80 6 60				Wie gefertigt (300) (200) (20) 60 65 (650) (550) (8) 220 230				
<b>CuCr1</b> <b>CuCr1Zr</b> (CuCrZr)	CW105C CW106C (2.1293)	M H050 <sup>3)</sup> H105 <sup>4)</sup>	Alle Maße 6 80 6 60				Wie gefertigt (300) (200) (20) 50 50 (370) (300) (15) 105 110				
<b>CuNi1Si</b> (CuNi1,5Si)	CW109C (2.0853)	M H050 <sup>3)</sup> H120 <sup>4)</sup>	Alle Maße 6 80 6 60				Wie gefertigt (320) (200) (20) 50 50 (440) (300) (15) 120 125				
<b>CuNi2Si</b> (CuNi2Si) <b>CuNi3Si1</b> (CuNi3Si)	CW111C (2.0855) CW112C (2.0857)	M H050 <sup>3)</sup> H130 <sup>4)</sup>	Alle Maße 6 80 6 60				Wie gefertigt (320) (200) (20) 55 60 (500) (380) (10) 130 140				
<b>CuZr</b>	CW120C	M H050 <sup>3)</sup> H080 <sup>4)</sup>	Alle Maße 6 80 6 60				Wie gefertigt (200) (80) (30) 50 50 (220) (80) (30) 80 85				
mechanische Eigenschaften von Kupfer-Zink -Legierungen											
<b>CuZn37</b> (CuZn37) <b>CuZn40</b> (CuZn40)	CW508L (2.0231) CW509L (2.0360)	M H070	Alle Maße 6 80 6 60				Wie gefertigt (300) (100) (20) 70 75				
mechanische Eigenschaften von Kupfer-Zink-Blei-Legierungen (Auswahl)											
<b>CuZn36Pb2As<sup>7)</sup></b>	CW602N	M H070	Alle Maße 6 80 6 60				Wie gefertigt (280) (120) (20) 70 75				
mechanische Eigenschaften von Kupfer-Zink-Legierungen, Mehrstofflegierungen (Auswahl)											
<b>CuZn23Al6Mn4Fe3Pb</b> (CuZn23Al6Mn4Fe3)	CW704R (2.0500)	M H180	Alle Maße 6 80 6 60				Wie gefertigt (700) (500) (5) 180 190				
<b>CuZn35Ni3Mn2AlPb</b> (CuZn35Ni2) <b>CuZn40Mn1Pb1AlFeSn</b> <b>CuZn40Mn1Pb1FeSn</b>	CW710R (2.0540) CW721R CW722R	M H100	Alle Maße 6 80 6 60				Wie gefertigt (440) (180) (10) 100 105				
<b>CuZn25Al5Fe2Mn2Pb</b> <b>CuZn37Mn3Al2PbSi</b> (CuZn40Al2) <b>CuZn39Mn1AlPbSi</b> (CuZn40Al1)	CW705R CW713R (2.0550) CW718R (2.0561)	M H130	Alle Maße 6 80 6 60				Wie gefertigt (550) (200) (8) 130 135				
mechanische Eigenschaften von Kupfer-Nickel-Legierungen											
<b>CuNi10Fe1Mn</b> (CuNi10Fe1Mn)	CW352H (2.0872)	M H070	Alle Maße 6 80 6 60				Wie gefertigt (280) (100) (20) 70 75				
<b>CuNi30Mn1Fe</b> (CuNi30Mn1Fe)	CW354H (2.0882)	M H080	Alle Maße 6 80 6 60				Wie gefertigt (310) (100) (20) 80 85				

Fortsetzung und Fußnoten s. nächste Seite

Tabelle 243.1 Fortsetzung

Werkstoffbezeichnung <sup>1)</sup>		Zustand	Querschnittsmaße <sup>2)</sup> (Nennmaße)				mechanische Eigenschaften <sup>5) 6)</sup>				
DIN EN 12165 Kurzzeichen	Nummer		Durchmesser von bis		Schlüsselweite von bis		Zugfestig- keit $R_m$ N/mm <sup>2</sup> min.	0,2%-Dehn- grenze $R_{p0,2}$ N/mm <sup>2</sup>	Bruch- dehnung % A	Härte HB min. HV min.	
mechanische Eigenschaften von Kupfer-Aluminium-Legierungen (Auswahl)											
<b>CuAl10Fe3Mn2</b> (CuAl10Fe3Mn2)	CW306G (2.0936)	M	Alle Maße				Wie gefertigt				
		H120	6	80	6	60	(500)	(250)	(12)	120	125
<b>CuAl10Ni5Fe4</b> (CuAl10Ni5Fe4)	CW307G (2.0966)	M	Alle Maße				Wie gefertigt				
		H180	6	80	6	60	(650)	(350)	(12)	180	190
<b>CuAl11Fe6Ni6</b> (CuAl11Ni6Fe5)	CW308G (2.0978)	M	Alle Maße				Wie gefertigt				
		H190	6	80	6	60	(750)	(450)	(5)	190	200

<sup>1)</sup> Frühere Kurzzeichen/Werkstoffnummer nach DIN, soweit vorhanden, in Klammern gesetzt.

<sup>2)</sup> Andere Formen als mit rundem oder regelmäßig vieleckigem Querschnitt müssen im Zustand M geliefert werden.

<sup>3)</sup> Diese Eigenschaften gelten für den Zustand wie geliefert, nicht ausgehärtet.

<sup>4)</sup> Diese Eigenschaften gelten für den ausgehärteten Zustand.

<sup>5)</sup> Die Zahlen in ( ) sind nur zur Information angegeben.

<sup>6)</sup> 1 N/mm<sup>2</sup> entspricht 1 MPa.

<sup>7)</sup> Entzinkungstiefe: Grad A max. 200 µm, Grad B im Mittel nicht über 200 µm und max. 400 µm. Bestimmung s. Anhang B der Norm.

Für Schmiedestücke aus Kupfer und Kupferlegierungen gilt DIN EN 12420, s. Norm.

### DIN EN 12166 Kupfer und Kupferlegierungen – Drähte zur allgemeinen Verwendung (Apr 1998)

**Drabt** ist ein massives, in Ringen oder auf Spulen geliefertes Produkt aus einer Knetlegierung mit über die ganze Länge einheitlichem Querschnitt. Es werden die Anforderungen an die Eigenschaften, Grenzabmaße und die Zusammensetzung für Drähte aus Kupfer und Kupferlegierungen festgelegt. Ergänzend zu den Werkstoffzuständen (s. Abschn. 8.2.5) kann für Drähte zusätzlich noch der Zustand G vereinbart werden. G bezeichnet den Zustand mit dem mittleren Wert für Anforderungen an die Korngröße für Drähte aus Kupfer, Kupfer-Zinn-Legierungen, Kupfer-Zink-Legierungen, bleifreie Kupfer-Zink-Legierungen sowie für CuSi1 und CuSi3Mn1, üblicherweise mit rundem Querschnitt, im weichen Zustand. Korngrößenbezeichnungen mit zugehörigen Anhaltsangaben zur mittleren Korngröße in mm (min./max.): G015(-/0,025) G025(0,015/0,035) G40(0,025/0,055) G055(0,035/0,070) G085(0,050/0,070) G100(0,070/-).

Die Produktbezeichnung setzt sich zusammen aus: Benennung, Nummer der Norm, Werkstoffbezeichnung, Zustandsbezeichnung, Querschnittsform (s. Abschn. 8.2.5.1.1), Querschnittsmaße, Toleranzklasse (A, B; C; D oder E), Kantenausführung für SQR oder RCT Drähte (SH scharf, RD gerundet).

**Bezeichnungsbeispiel: Drabt EN 12166-CuZn39Pb3-H120-RCT6,0 x 5,0-SH**

Hinweise zu den Bestellangaben über die Produktbezeichnung hinaus, zu Prüfungen, Probenentnahme s. Norm. Chemische Zusammensetzung der Werkstoffe s. Tab. 225.1. Frühere nationale Normen s. Tab. 236.1.

Tabelle 244.1 Drabt nach DIN EN 12166, mechanische Eigenschaften von Kupfer

Werkstoffbezeichnung <sup>1)</sup> DIN EN 12166		Zustand <sup>3)</sup>	Durchmesser <sup>2)</sup> (Nennmaß)			mechanische Eigenschaften <sup>4)</sup>						
Kurzzeichen	Nummer		von	über	bis	$R_m$	$R_{p0,2}$	Bruchdehnung in % $A_{100mm}$ $A_{11,3}$ $A$		Härte HV min. max.		
<b>CU-DHP</b> (SF-Cu)	CW024A (2.0090)	M	Alle Maße			Wie gefertigt						
		R200 <sup>5)</sup>	1,5	–	20	200/270	(60)	33	37	40	–	–
		H040 <sup>5)</sup>	1,5	–	20	–	–	–	–	–	40	70
		R270	1,0	–	8	270/–	(250)	10	12	–	–	–
		H065	1,0	–	8	–	–	–	–	–	65	90
		R250	–	8	20	250/–	(230)	–	–	15	–	–
		H065	–	8	20	–	–	–	–	–	65	90
		R330	1,0	–	8	330/–	(290)	(4)	7	–	–	–
		H090	1,0	–	8	–	–	–	–	–	90	105
		R300	–	8	15	300/–	(250)	–	–	10	–	–
		H090	–	8	15	–	–	–	–	–	90	105
		R400	1,0	–	8	400/–	(380)	–	–	–	–	–
		H105	1,0	–	8	–	–	–	–	–	105	–
		R350	–	8	12	350/–	(320)	–	–	–	–	–
		H105	–	8	12	–	–	–	–	–	105	–

Fußnoten s. nächste Seite



Tabelle 244.1 Fußnoten

- 1) Frühere Kurzzeichen/Werkstoffnummer nach DIN, soweit vorhanden, in Klammern gesetzt.
- 2) Oder gleichgroße Drähte für vielkantige Drähte.
- 3) M bezeichnet den Zustand „wie gefertigt“ ohne festgelegte Anforderungen an die mechanischen Eigenschaften; R bezeichnet den kleinsten Wert für die Zugfestigkeit. Anhaltswerte für den Zustand H s. Norm.
- 4) Mechanische Eigenschaften:  $R_m$  = Mindestwert der Zugfestigkeit in  $N/mm^2$ ,  $R_{p0,2}$  = 0,2%-Dehngrenze in  $N/mm^2$ ,  $A_{11,3}$  ( $A_{10}$ ),  $A$  =  $5,65 \sqrt{S_0}$  ( $S_0$  = Anfangsquerschnitt in mm). Die Zahlen in Klammern sind keine Anforderungen dieser Norm, sondern sie sind nur informativ angegeben.
- 5) Lösungsgeglüht.

Tabelle 245.1 Draht nach DIN EN 12166, mechanische Eigenschaften von niedriglegierten Kupferlegierungen (Auswahl)

Werkstoffbezeichnung <sup>1)</sup>		Zustand <sup>3)</sup>	Durchmesser <sup>2)</sup> (Nennmaß)	mechanische Eigenschaften <sup>4)</sup>				
Kurzzeichen	Nummer			DIN EN 12166	$R_m$	$R_{p0,2}$	Bruchdehnung in %	
		min./max.			$A_{100mm}$	$A_{11,3}$	A	
<b>CuBe2</b> (CuBe2) <b>CuBe2Pb</b>	CW101C (2.1247) CW102C	R390 <sup>5)</sup>	von 0,2 bis 1,0	390/540	(220)	35	–	–
		R410 <sup>5)</sup>	über 1,0 bis 10,0	410/540	(200)	30	25	20
		R510 <sup>6)</sup>	von 1,0 bis 10,0	510/610	(480)	–	–	15
		R580 <sup>6)</sup>	von 1,0 bis 10,0	580/690	(570)	6	8	10
		R750 <sup>6)</sup>	von 0,2 bis 1,0	750/1140	(920)	10	–	–
		R750 <sup>6)</sup>	über 1,0 bis 10,0	750/1140	(800)	–	–	(2)
		R1130 <sup>7)</sup>	von 0,2 bis 1,0	1130/1350	(1090)	(3)	–	–
		R1100 <sup>7)</sup>	über 1,0 bis 10,0	1100/1320	(1050)	5	7	8
		R1190 <sup>8)</sup>	von 1,0 bis 10,0	1190/1450	(1150)	–	–	(2)
		R1270 <sup>8)</sup>	von 1,0 bis 10,0	1270/1490	(1250)	–	–	(2)
		R1310 <sup>8)</sup>	von 0,2 bis 1,0	1310/1520	(1300)	–	–	(1)
		R1310 <sup>8)</sup>	über 1,0 bis 10,0	1310/1520	(1300)	–	–	(1)
<b>CuCo2Be</b> (CuCo2Be) <b>CuNi2Be</b> (CuNi2Be)	CW104C (2.1285) CW110C (2.0805)	R240 <sup>5)</sup>	von 1,0 bis 10,0	240/380	(135)	15	18	20
		R440 <sup>6)</sup>	von 1,0 bis 10,0	440/560	(445)	–	–	(2)
		R680 <sup>7)</sup>	von 1,0 bis 10,0	680/900	(635)	6	8	10
		R750 <sup>7)</sup>	von 1,0 bis 10,0	750/970	(760)	6	8	10

- 1) Frühere Kurzzeichen/Werkstoffnummer nach DIN, soweit vorhanden, in Klammern gesetzt.
- 2) Oder gleichgroße Drähte für vielkantige Drähte.
- 3) M bezeichnet den Zustand „wie gefertigt“ ohne festgelegte Anforderungen an die mechanischen Eigenschaften; R bezeichnet den kleinsten Wert für die Zugfestigkeit. Anhaltswerte für den Zustand H s. Norm.
- 4) Mechanische Eigenschaften:  $R_m$  = Zugfestigkeit in  $N/mm^2$ ,  $R_{p0,2}$  = 0,2%-Dehngrenze in  $N/mm^2$ ,  $A_{11,3}$  ( $A_{10}$ ),  $A$  =  $5,65 \sqrt{S_0}$  ( $S_0$  = Anfangsquerschnitt in mm). Die Zahlen in Klammern sind keine Anforderungen dieser Norm, sondern sie sind nur informativ angegeben. Bruchdehnung A: Mindestwerte
- 5) Lösungsgeglüht.
- 6) Lösungsgeglüht und kaltumgeformt.
- 7) Lösungsgeglüht und ausscheidungsgehärtet.
- 8) Lösungsgeglüht, kaltumgeformt, ausscheidungsgehärtet und kaltbearbeitet.



Tabelle 246.1 Draht nach DIN EN 12166 (Auswahl), mechanische Eigenschaften von Kupferlegierungen

Werkstoffbezeichnung <sup>1)</sup> DIN EN 12166		Zustand <sup>3)</sup>	Durchmesser <sup>2)</sup> (Nennmaß)	mechanische Eigenschaften <sup>4)</sup>					Frühere Zustands- bezeichnung	
Kurzzeichen	Nummer			$R_m$	$R_{p0,2}$	Bruchdehnung in %				
				min./max.		$A_{100mm}$	$A_{11,3}$	$A$		
Kupfer-Nickel-Zink-Legierungen (Auswahl)										
CuNi10Zn27 CuNi12Zn24 (CuNi12Zn24)	CW401J CW403J (2.0730)	M	Alle Maße	Wie gefertigt					weich	
		R430 <sup>5)</sup>	von 0,1 bis 0,5	430/530	(190)	(20)	–	–		–
		R400 <sup>5)</sup>	über 0,5 bis 1,5	400/510	(189)	25	–	–		–
		R370 <sup>6)</sup>	über 1,5 bis 4,0	370/480	(170)	30	–	–		–
		R360 <sup>6)</sup>	über 4,0 bis 20,0	360/480	(160)	–	35	40	–	viertelhart
		R520 <sup>6)</sup>	von 0,1 bis 0,5	520/620	(340)	(5)	–	–	–	
		R480 <sup>6)</sup>	über 0,5 bis 1,5	480/580	(320)	(8)	–	–	–	
		R460	über 1,5 bis 4,0	460/560	(310)	(12)	–	–	–	
		R440 <sup>7)</sup>	über 4,0 bis 20,0	440/540	(290)	–	(15)	(20)	–	halbhart
		R620 <sup>7)</sup>	von 0,1 bis 0,5	620/730	(510)	–	–	–	–	
		R580 <sup>8)</sup>	über 0,5 bis 1,5	580/680	(470)	–	–	–	–	
		R560 <sup>8)</sup>	über 1,5 bis 4,0	560/660	(460)	(5)	–	–	–	
		R530 <sup>8)</sup>	über 4,0 bis 8,0	530/630	(440)	–	(6)	–	–	federhart
		R850	von 0,1 bis 0,5	850/-	(860)	–	–	–	–	
R800	über 0,5 bis 1,5	800/-	(810)	–	–	–	–			
R780	über 1,5 bis 4,0	780/-	(790)	–	–	–	–			
CuNi18Zn20 (CuNi18Zn20)	CW409J (2.0740)	M	Alle Maße	Wie gefertigt					weich	
		R450	von 0,1 bis 0,5	450/560	(200)	(20)	–	–		–
		R430	über 0,5 bis 1,5	430/550	(200)	25	–	–		–
		R420	über 1,5 bis 4,0	420/540	(190)	30	–	–		–
		R410	über 4,0 bis 20,0	410/530	(180)	–	35	40	–	viertelhart
		R550	von 0,1 bis 0,5	550/650	(360)	–	–	–	–	
		R530	über 0,5 bis 1,5	530/630	(350)	(6)	–	–	–	
		R510	über 1,5 bis 4,0	510/610	(340)	(10)	–	–	–	
		R490	über 4,0 bis 20,0	490/590	(320)	–	(12)	(15)	–	halbhart
		R570	von 0,1 bis 0,5	640/750	(520)	–	–	–	–	
		R620	über 0,5 bis 1,5	620/720	(500)	–	–	–	–	
		R600	über 1,5 bis 4,0	600/799	(490)	–	–	–	–	
		R570	über 4,0 bis 8,0	570/670	(470)	–	–	–	–	federhart
		R880	von 0,1 bis 0,5	880/-	(880)	–	–	–	–	
R830	über 0,5 bis 1,5	830/-	(840)	–	–	–	–			
R800	über 1,5 bis 4,0	800/-	(810)	–	–	–	–			
Kupfer-Zinn-Legierungen (Auswahl)										
CuSn6 (CuSn6)	CW452K (2.1020)	M	Alle Maße	Wie gefertigt					weich	
		R380	von 0,1 bis 0,5	380/480	(170)	(50)	–	–		–
		R370	über 0,5 bis 1,5	370/470	(170)	55	–	–		–
		R360	über 1,5 bis 4,0	360/440	(160)	60	–	–		–
		R340	über 4,0 bis 20,0	340/420	(1509)	–	60	65	–	viertelhart
		R480	von 0,1 bis 0,5	480/590	(320)	(10)	–	–	–	
		R460	über 0,5 bis 1,5	460/560	(310)	(14)	–	–	–	
		R430	über 1,5 bis 4,0	430/530	(290)	(20)	–	–	–	
		R420	über 4,0 bis 20,0	420/520	(280)	–	(25)	(30)	–	halbhart
		R590	von 0,1 bis 0,5	590/710	(460)	(5)	–	–	–	
		R560	über 0,5 bis 1,5	560/670	(430)	(6)	–	–	–	
		R530	über 1,5 bis 4,0	530/630	(410)	(8)	–	–	–	
		R510	über 4,0 bis 8,0	510/610	(390)	–	(12)	–	–	federhart
R980	von 0,1 bis 0,5	980/-	(960)	–	–	–	–			
R950	über 0,5 bis 1,5	950/-	(930)	–	–	–	–			
R900	über 1,5 bis 4,0	900/-	(890)	–	–	–	–			

Fortsetzung und Fußnoten s. nächste Seite

Tabelle 246.1 Fortsetzung

Werkstoffbezeichnung <sup>1)</sup> DIN EN 12166		Zustand <sup>3)</sup>	Durchmesser <sup>2)</sup> (Nennmaß)	mechanische Eigenschaften <sup>4)</sup>					Frühere Zustands- bezeichnung	
Kurzzeichen	Nummer			$R_m$	$R_{p0,2}$	Bruchdehnung in %				
				min./max.		$A_{100mm}$	$A_{11,3}$	A		
<b>CuSn8</b> (CuSn8)	CW453K (2.1030)	M	Alle Maße	Wie gefertigt						
		R440	von 0,1 bis 0,5	440/550	(200)	(50)	–	–		weich
		R420	über 0,5 bis 1,5	420/520	(1909)	55	–	–		
		R400	über 1,5 bis 4,0	400/490	(180)	55	–	–		
		R390	über 4,0 bis 20,0	390/470	(170)	–	60	65		
		R530	von 0,1 bis 0,5	530/630	(350)	(14)	–	–		viertelhart
		R510	über 0,5 bis 1,5	510/610	(349)	(16)	–	–		
		R490	über 1,5 bis 4,0	490/590	(320)	(24)	–	–		
		R460	über 4,0 bis 20,0	460/560	(310)	–	(28)	(33)		
		R630	von 0,1 bis 0,5	630/750	(480)	(6)	–	–		halbhart
		R610	über 0,5 bis 1,5	610/720	(470)	(8)	–	–		
		R590	über 1,5 bis 4,0	590/690	(440)	(10)	–	–		
		R560	über 4,0 bis 8,0	560/660	(430)	–	(15)	–		
		R1000	von 0,1 bis 0,5	1000/–	(1000)	–	–	–		federhart
		R950	über 0,5 bis 1,5	950/–	(950)	–	–	–		
R900	über 1,5 bis 4,0	900/–	(9009)	–	–	–				

- <sup>1)</sup> Frühere Kurzzeichen/Werkstoffnummer nach DIN, soweit vorhanden, in Klammern gesetzt.
- <sup>2)</sup> Oder gleichgroße Drähte für vielkantige Drähte.
- <sup>3)</sup> M bezeichnet den Zustand „wie gefertigt“ ohne festgelegte Anforderungen an die mechanischen Eigenschaften; R bezeichnet den kleinsten Wert für die Zugfestigkeit. Anhaltswerte für den Zustand H s. Norm.
- <sup>4)</sup> Mechanische Eigenschaften:  $R_m$  = Zugfestigkeit in N/mm<sup>2</sup>,  $R_{p0,2}$  = 0,2%-Dehngrenze in N/mm<sup>2</sup>,  $A_{11,3}$  ( $A_{10}$ ),  $A = 5,65 \sqrt{S_0}$  ( $S_0$  = Anfangsquerschnitt in mm). Die Zahlen in Klammern sind keine Anforderungen dieser Norm, sondern sie sind nur informativ angegeben. Bruchdehnung A: Mindestwerte
- <sup>5)</sup> Lösungsgeglüht und kaltumgeformt.
- <sup>6)</sup> Lösungsgeglüht und ausscheidungsgehärtet.
- <sup>7)</sup> Lösungsgeglüht, kaltumgeformt, ausscheidungsgehärtet und kaltbearbeitet.
- <sup>8)</sup> Lösungsgeglüht, kaltumgeformt, ausscheidungsgehärtet und kaltumgeformt.

Weitere genormte Werkstoffe (Kurzzeichen/Nummer) sind: CuSi1/CW115C, CuSi3Mn1/CW116C, CuTeP/CW118C, CuNi7Zn39Pb3Mn2/CW400J, CuNi10Zn42Pb2/CW402J, CuNi12Zn30Pb1/CW406J, CuNi18Zn19Pb1/CW408J, CuSn4/CW450K, CuSn5/CW451K, CuZn10/CW501L, CuZn15/CW502L, CuZn20/CW503L, CuZn35Pb1/CW600N, CuZn35Pb2/CW601N, CuZn36Pb3/CW603N, CuZn37Pb2/CW606N, CuZn38Pb2/CW608N, CuZn39Pb0,5/CW610N, CuZn39Pb2/CW612N, CuZn38Pb4/CW609N, CuZn40Pb2/CW617N, CuZn19Sn/CW701R, CuZn36Sn1Pb/CW712R, CuZn37Pb1Sn1/CW714R, CuZn40Mn1Pb1/CW720R, CuCo1Ni1Be/CW103C, CuCr1Zr/CW109C, CuNi1Si/CW109C, CuNi2Si/CW111C, CuZr/CW120C.

Durchmesser über/bis in mm: –/0,25 0,25/0,5 0,5/1,0 1,0/2,0 2,0/4,0 4,0/6,0 6,0/10,0 10,0/18,0.

Schlüsselweiten über/bis für Vierkant- und regelmäßigen Vielkantdrähten in mm: –/0,50 0,5/1,0 1,0/2,0 2,0/4,0 4,0/6,0 6,0/10,0 10,0/18,0.

Breiten und Dicken über/bis für Rechteckdrähte in mm: –/1,0 1,0/2,0 2,0/4,0 4,0/6,0 6,0/10,0 10,0/18,0 18,0/–.

Grenzabmaße s. Norm.

Tabelle 247.1 Draht nach DIN EN 12166 mechanische Eigenschaften von Kupfer-Zink-Legierungen (Auswahl)

Werkstoffbezeichnung <sup>1)</sup> DIN EN 12166		Zustand <sup>3)</sup>	Durchmesser <sup>2)</sup> (Nennmaß)	mechanische Eigenschaften <sup>4)</sup>					Frühere Zustands- bezeichnung	
Kurzzeichen	Nummer			$R_m$	$R_{p0,2}$	Bruchdehnung in %				
				min./max.		$A_{100mm}$	$A_{11,3}$	A		
<b>CuZn30</b> (CuZn30)	CW505L (2.0265)	M	Alle Maße	Wie gefertigt						
		R350	von 0,1 bis 0,5	350/450	(160)	(30)	–	–		weich
		R340	über 0,5 bis 1,5	340/440	(150)	35	–	–		
		R310	über 1,5 bis 4,0	310/410	(140)	40	–	–		
		R300	über 4,0 bis 20,0	300/400	(130)	–	45	50		
		R520	von 0,1 bis 0,5	520/620	(340)	–	–	–		viertelhart
		R500	über 0,5 bis 1,5	500/600	(330)	–	–	–		
		R460	über 1,5 bis 4,0	460/560	(310)	(7)	–	–		
R440	über 4,0 bis 8,0	440/540	(290)	–	(10)	–				

Fortsetzung und Fußnoten s. nächste Seite



Tabelle 247.1 Fortsetzung

Werkstoffbezeichnung <sup>1)</sup> DIN EN 12166		Zustand <sup>3)</sup>	Durchmesser <sup>2)</sup> (Nennmaß)	mechanische Eigenschaften <sup>4)</sup>					Frühere Zustands- bezeichnung	
Kurzzeichen	Nummer			$R_m$ min./max.	$R_{p0,2}$	Bruchdehnung in %				
					$A_{100mm}$	$A_{11,3}$	A			
CuZn30 (CuZn30)	CW505L (2.0265)	R610	von 0,1 bis 0,5	610/710	(500)	–	–	–	halbhart	
		R590	über 0,5 bis 1,5	590/690	(480)	–	–	–		
		R540	über 1,5 bis 4,0	540/640	(440)	–	–	–		
		R530	über 4,0 bis 8,0	530/630	(440)	–	–	–	federhart	
		R800	von 0,1 bis 0,5	800/–	(810)	–	–	–		
		R750	über 0,5 bis 1,5	750/–	(760)	–	–	–		
		R700	über 1,5 bis 4,0	700/–	(710)	–	–	–		
CuZn36 (CuZn36) CuZn37 (CuZn37)	CW507L (2.0335) CW508L (2.0321)	M	Alle Maße	Wie gefertigt					viertelhart	
		R360	von 0,1 bis 0,5	360/450	(160)	(30)	–	–		weich
		R330	über 0,5 bis 1,5	330/420	(150)	33	–	–		
		R300	über 1,5 bis 4,0	300/380	(140)	35	–	–		
		R280	über 4,0 bis 20,0	280/370	(130)	–	40	45		viertelhart
		R510	von 0,5 bis 1,5	510/610	(420)	–	–	–		
		R470	über 1,5 bis 4,0	470/570	(390)	(5)	–	–		
		R460	über 4,0 bis 8,0	460/560	(380)	–	(8)	–		
		R800	von 0,1 bis 0,5	800/–	(810)	–	–	–		federhart
		R750	über 0,5 bis 1,5	750/–	(760)	–	–	–		
		R700	über 1,5 bis 4,0	700/–	(710)	–	–	–		

<sup>1)</sup> Frühere Kurzzeichen/Werkstoffnummer nach DIN, soweit vorhanden, in Klammern gesetzt.

<sup>2)</sup> Oder gleichgroße Drähte für vielkantige Drähte.

<sup>3)</sup> M bezeichnet den Zustand „wie gefertigt“ ohne festgelegte Anforderungen an die mechanischen Eigenschaften; R bezeichnet den kleinsten Wert für die Zugfestigkeit. Anhaltswerte für den Zustand H s. Norm.

<sup>4)</sup> Mechanische Eigenschaften:  $R_m$  = Zugfestigkeit in N/mm<sup>2</sup>,  $R_{p0,2}$  = 0,2%-Dehngrenze in N/mm<sup>2</sup>,  $A_{11,3}$  ( $A_{10}$ ), A = 5,65  $\sqrt{S_0}$  ( $S_0$  = Anfangsquerschnitt in mm). Die Zahlen in Klammern sind keine Anforderungen dieser Norm, sondern sie sind nur informativ angegeben. Bruchdehnung A: Mindestwerte

## DIN EN 12167 Kupfer und Kupferlegierungen – Profile und Rechteckstangen zur allgemeinen Verwendung (Apr 1998)

DIN EN 12167 gilt für Rechteckstangen, einem Produkt mit über die ganze Länge einheitlichem rechteckigen Querschnitt, mit Dicken von 3 mm bis 60 mm und Breiten von 6 mm bis 120 mm. Hinweise zu Werkstoffkurzzeichen und Zustand, wie auch zum Aufbau der Produktbezeichnung s. Abschn. 8.2.5. Rechteckstangen werden häufig auch als Flachstangen bezeichnet.

### Bezeichnungsbeispiel: Rechteckstange EN 12167-CuZn38Pb2-H105-30 × 10-B-SH

Bestellangaben über die Produktbezeichnung hinaus, Probenentnahme und Prüfverfahren s. Norm. Frühere nationale DIN-Normen s. Tab. 236.1. Für die Anwendung der Norm DIN 40500-3 sind DIN 1759, DIN 17674-4 und DIN 17674-5 weiterhin gültig. Anhaltangaben zur chemischen Zusammensetzung der Werkstoffe s. Tab. 225.1.

Weitere genormte Werkstoffe (Kurzzeichen/Nummer) sind: CuZn39Pb0,5/CW610N, CuZn39Pb2Sn/CW613N, CuZn40Pb2Al/CW618N, CuZn41Pb1Al/CW620N, CuZn42PbAl/CW621N, CuZn43Pb1Al/CW622N, CuZn43Pb2Al/CW624N, CuZn36Sn1Pb/CW712R, CuZn37Pb1Sn1/CW714R, CuZn39Sn1/CW719R, CuNi7Zn39Pb3Mn2/CW400J, CuNi12Zn38Mn5Pb2/CW402J, CuNi10Zn42Pb2/CW407J, CuAl6Si2Fe/CW301G, CuAl7Si2/CW302G, CuAl10Fe1/CW305G, CuAl10Fe3Mn2/CW306G, CuBe2/CW101C, CuZr/CW120C, CuZn35Pb1/CW600N, CuZn35Pb2/CW601N, CuZn36Pb3/CW603N, CuZn37Pb2/CW606N, CuZn38Pb1/CW607N, CuZn38Pb2/CW608N, CuZn39Pb1/CW611N, CuZn39Pb2/CW612N, CuZn39Mn1AlPbSi/CW718R, CuZn37Mn3Al2PbSi/CW713R, CuZn40Mn1Pb1/CW720R, CuZn40Mn2Fe1/CW723R, CuNi12Zn24/CW403J, CuNi12Zn30Pb1/CW406J, CuNi18Zn19Pb1/CW408J, CuNi18Zn20/CW409J, CuSn6/CW452K, CuSn8/CW453K, CuAl10Ni5Fe4/CW307G, CuAl11Fe6Ni6/CW308G.

Grenzabmaße und Toleranzen für Profile sind nicht spezifiziert. Sie sind bei Bedarf besonders zu vereinbaren. Für Rechteckstangen sind Grenzabmaße und Toleranzen in Klassen A, B oder C festgelegt. Toleranzen für die Geradheit von Rechteckstangen mit Breiten von  $\geq 10$  mm und für die maximale Verwindung s. Norm. Anhaltangaben für die Kantenradien von Rechteckstangen in Dickenbereichen (über/bis), scharfkantig (max.) und gerundet (Bereich) in mm: 3/6 (0,3 max./0,3 bis 0,5); 6/10 (0,4 max./0,4 bis 0,8); 10/18 (0,5 max./0,5 bis 1,2); 18/30 (0,6 max./0,6 bis 1,8); 30/40 (0,7 max./0,7 bis 2,8); 40/60 (0,8 max./0,8 bis 4,0). Die Anforderungen für scharfe Kanten gelten nur für Kupfer, niedriglegierte Kupferlegierungen und Kupfer-Zink-Legierungen. Rechteckstangen mit größeren Werten für gerundete Kanten als hier aufgeführt, werden als Profile angesehen.

Tabelle 249.1 Rechteckstangen nach DIN EN 12167, mechanische Eigenschaften

Werkstoffbezeichnung <sup>1)</sup> DIN EN 12167		Zustand	Dicke <i>d</i> (Nennmaß) mm über/bis	mechanische Eigenschaften <sup>2) 3)</sup>				
Kurzzeichen	Nummer			Zugfestigkeit <i>R<sub>m</sub></i> N/mm <sup>2</sup> min.	0,2%-Dehn- grenze <i>R<sub>p0,2</sub></i> in N/mm <sup>2</sup>	Bruchdeh- nung <i>A</i> in % ungefähr.	Härte HB min.	Härte HV min.
Kupfer und niedriglegierte Kupferlegierungen (Auswahl)								
Cu-DLP Cu-DHP	CW023A CW024A	M	Alle Maße	Wie gefertigt				
		R280	–/6	280	(220)	(10)	–	–
		H085	–/6	–	–	–	85	90
		R240	6/60	240	(180)	(18)	–	–
		H065	6/60	–	–	–	65	70
CuCo1Ni1Be CuCo2Be CuNi2Be	CW103C CW104C CW110C	M	Alle Maße	Wie gefertigt				
		R240	3/60	240	(130)	(25)	–	–
		H055	3/60	–	–	–	55	60
		R440 <sup>4)</sup>	3/60	440	(340)	(12)	–	–
		H100 <sup>4)</sup>	3/60	–	–	–	100	160
		R680 <sup>5)</sup>	3/30	680	(60)	(15)	–	–
		H220 <sup>5)</sup>	3/30	–	–	–	220	230
		R750 <sup>6)</sup>	3/30	750	(700)	(15)	–	–
		H240 <sup>6)</sup>	3/30	–	–	–	240	250
CuCr1 CuCr1Zr	CW105C CW106C	M	Alle Maße	Wie gefertigt				
		R200 <sup>7)</sup>	3/60	200	(60)	(30)	–	–
		H065 <sup>7)</sup>	3/60	–	–	–	65	70
		R360 <sup>5)</sup>	3/30	360	(250)	(15)	–	–
		H105 <sup>5)</sup>	3/30	–	–	–	105	110
		R420 <sup>6)</sup>	3/30	420	(350)	(8)	–	–
		H120 <sup>6)</sup>	3/30	–	–	–	120	125
CuNi2Si	CW111C	M	Alle Maße	Wie gefertigt				
		R280 <sup>7)</sup>	3/60	280	(100)	(30)	–	–
		H070 <sup>7)</sup>	3/60	–	–	–	70	75
		R380 <sup>4)</sup>	3/60	380	(260)	(6)	–	–
		H120 <sup>4)</sup>	3/60	–	–	–	120	125
		R460 <sup>5)</sup>	3/30	460	(300)	(12)	–	–
		H140 <sup>5)</sup>	3/30	–	–	–	140	145
		R600 <sup>6)</sup>	3/30	600	(480)	(8)	–	–
		H180 <sup>6)</sup>	3/30	–	–	–	180	190
Kupfer-Zink-Legierungen (Auswahl)								
CuZn36 CuZn37	CW507L CW508L	M	Alle Maße	Wie gefertigt				
		R400	–/6	400	(280)	(10)	–	–
		H110	–/6	–	–	–	110	115
		R350	6/60	350	(189)	(20)	–	–
		H090	6/60	–	–	–	90	95
CuZn40	CW509L	M	Alle Maße	Wie gefertigt				
		R440	–/6	440	(300)	(10)	–	–
		H120	–/6	–	–	–	120	125
		R400	6/60	400	(190)	(18)	–	–
		H100	6/60	–	–	–	100	105

Fortsetzung und Fußnoten s. nächste Seite

Tabelle 249.1 Fortsetzung

Werkstoffbezeichnung <sup>1)</sup> DIN EN 12167		Zustand	Dicke <i>d</i> (Nennmaß) mm über/bis	mechanische Eigenschaften <sup>2) 3)</sup>				
Kurzzeichen	Nummer			Zugfestigkeit $R_m$ N/mm <sup>2</sup> min.	0,2%-Dehn- grenze $R_{p0,2}$ in N/mm <sup>2</sup>	Bruchdeh- nung A in % ungefähr.	Härte HB min.	Härte HV min.
Kupfer-Zink-Blei-Legierungen, (Auswahl)								
CuZn36Pb2As <sup>5)</sup>	CW602N	M	alle Maße	wie gefertigt				
		R350	–/6	350	(240)	(15)	–	–
		H110	–/6	–	–	–	110	115
		R280	6/60	280	(130)	(30)	–	–
		H105	6/60	–	–	–	80	85
CuZn38Pb4 CuZn39Pb3 (CuZn39Pb3) CuZn40Pb2	CW609N CW614N (2.0410) CW617N	M	alle Maße	wie gefertigt				
		R480	–/6	480	(330)	(5)	–	–
		H130	–/6	–	–	–	130	135
		R430	6/60	430	(200)	(15)	–	–
		H110	6/60	–	–	–	110	115

<sup>1)</sup> Frühere Kurzzeichen/Werkstoffnummer nach DIN, soweit vorhanden, in Klammern gesetzt. Werkstoffzustände s. DIN EN 1173.

<sup>2)</sup> Die mechanischen Eigenschaften der Profile sind von der Form und den Maßen des Profils abhängig und zwischen Käufer und Lieferer zu vereinbaren.

<sup>3)</sup> Die Zahlen in Klammern sind keine Anforderungen dieser Norm, sondern sie sind nur informativ angegeben.

<sup>4)</sup> Lösungsgeglüht und kaltumgeformt.

<sup>5)</sup> Lösungsgeglüht und ausscheidungsgehärtet.

<sup>6)</sup> Lösungsgeglüht, kaltumgeformt und ausscheidungsgehärtet.

<sup>7)</sup> Lösungsgeglüht.

<sup>8)</sup> Entzinkungstiefe: Grad A max. 200 µm, Grad B im Mittel nicht über 200 µm und max. 400 µm.

Tabelle 250.1 Grenzabmaße von Rechteckstangen nach DIN EN 12167<sup>1) 2)</sup>

Breite (Nennmaß)		Grenz- abmaß der Breite	Grenzabmaß der Dicke für den Dickenbereich						Breite (Nennmaß)		Länge in „Nennlängen“		
über	bis		von 3 bis 6	über 6 bis 10	über 10 bis 18	über 18 bis 30	über 30 bis 50	über 50 bis 60	über	bis	Verfügbare Längen (Nennmaße)	Grenz- abmaße für die Länge	
Grenzabmaße Klasse A										6 <sup>3)</sup>	18	3000, 4000	±50
6 <sup>3)</sup>	18	±0,27	±0,18	±0,22	±0,27	–	–	–	18	30	3000, 4000	±100	
18	30	±0,33	±0,18	±0,22	±0,27	±0,33	–	–	30	50	2000, 3000, 4000	±150	
30	50	±0,62	±0,22	±0,27	±0,33	±0,45	±0,62	–	50	80	2000, 3000,	±200	
50	80	±1,20	±0,27	±0,33	±0,45	±0,52	±0,74	±1,00	80	120	1000, 2000	±200	
80	120	±2,20	±0,33	±0,45	±0,52	±0,74	±1,00	±1,20					
Grenzabmaße Klasse B													
6	18	±0,15	±0,15	±0,10	±0,12	±0,15	–	–					
18	30	±0,22	±0,22	±0,10	±0,12	±0,15	±0,22	–					
30	50	±0,30	±0,30	±0,13	±0,15	±0,18	±0,22	±0,30					
50	80	±0,37	±0,37	±0,16	±0,18	±0,22	±0,30	±0,37					
80	120	±0,45	±0,45	±0,18	±0,22	±0,27	±0,35	±0,45					

<sup>1)</sup> Rechteckstangen der Klasse C sind üblicherweise nur als Kupfer, Kupfer-Zink-Legierung und Kupfer-Zink-Blei-Legierung erhältlich, Grenzabmaße Klasse C s. Norm.

<sup>2)</sup> Werte in mm.

<sup>3)</sup> Einschließlich 6.

## DIN EN 12168 Kupfer und Kupferlegierungen – Hohlstangen für die spanende Verarbeitung (Sep 2000)

Mit dieser Europäischen Norm werden die früheren nationalen Normen für Rohre DIN 17671 und für Strangpressprofile DIN 17674 zusammengefasst. Die Werkstoffkurzzeichen sind teilweise geändert worden. Die Kennzeichnung der Werkstoffzustände entspricht dem System nach DIN EN 1173. Es werden in dieser Norm die Anforderungen an die chemische Zusammensetzung und die mechanischen Eigenschaften für Hohlstangen aus Kupferlegierungen festgelegt. Anforderungen für Produkte der Elektrotechnik wurden nicht aufgenommen. Für die Anwendung der Norm DIN 40500-3 sind DIN 17674-4 und 17674-5 weiterhin gültig, s. Normen. Die in DIN EN 12168 festgelegten Werkstoffe sind besonders gut für die zerspanende Bearbeitung geeignet. Unter den Aspekten der Zerspanbarkeit und der Kaltumformbarkeit erfolgte eine Einteilung der Kupfer-Zink-Blei-Legierungen in Legierungsgruppen (Kurzzeichen/Nummer): **Gruppe A** – hervorragende Zerspanbarkeit, sehr begrenzte Kaltumformbarkeit (CuZn36Pb3/CW603N; CuZn38Pb4/CW609N; CuZn39Pb3/CW614N, CuZn40Pb2/CW617N); **Gruppe B** – gute Zerspanbarkeit mit gewisser Kaltumformbarkeit (CuZn37Pb2/CW606N; CuZn38Pb2/CW608N; CuZn39Pb2/CW612N); **Gruppe C** – zerspanbare Legierungen mit guter bis sehr guter Kaltumformbarkeit (CuZn35Pb2/CW601N; CuZn37Pb1/CW605N; CuZn38Pb1/CW607N, CuZn39Pb1/CW611N); **Gruppe D** – entzinkungsbeständige Legierungen mit guter Zerspanbarkeit und gewisser Kaltumformbarkeit (CuZn36Pb2As/CW602N). Das eigenschaftsbestimmende Legierungselement ist das Blei: der Bleigehalt nimmt von Gruppe A zu Gruppe D ab, weitere Angaben zur chemischen Zusammensetzung der Werkstoffe, wie auch zu den genormten Kupfer-Zink-Legierungen und den niedriglegierten Kupferlegierungen s. Tab. 225.1.

Eine **Hohlstange** ist ein plastisch geformtes, gerades Produkt mit einem gleichförmigen Querschnitt und einem Hohlraum über seine gesamte Länge. Die Längsachsen der äußeren Form der Stange und ihre innere Form, die die Grenzfläche mit dem eingeschlossenen Hohlraum bildet, decken sich. Die äußere und innere Kontur der Stange kann an jedem beliebigen Querschnitt rund, quadratisch, rechteckig, hexagonal oder oktagon sein. Die Konturen können zu den Grundformen auch kleine Abweichungen haben, indem relativ zum übrigen Querschnitt kleine Details berücksichtigt sind. Das Produkt ist besonders für die spanende Bearbeitung bestimmt. In der Produktbezeichnung gehört zu den Querschnittsmaßen die Angabe der Toleranzklassen A, B oder C angehängt an den Außendurchmesser und/oder der Wanddicke WT und/oder die Bohrungsdurchmesser und/oder der Exzentrizität ECC. Weitere Hinweise zum Aufbau der Produktbezeichnung s. Norm.

**Bezeichnungsbeispiel: Hohlstange EN 12168 – CuZn39Pb3 – H090 – RND40B × WT10A**

Bestellangaben über die Produktbezeichnung hinaus, Probenentnahme und Prüfverfahren s. Norm. Frühere nationale DIN-Normen s. Tab. 236.1

Anhaltsangaben für die Grenzabmaße der Wanddicke, der Länge, der Exzentrizität und der Bohrungsdurchmesser s. Norm. Grenzabmaße gelten sowohl für gezogene als auch für gepresste Ausführungen. Toleranzen für die Geradheit von Hohlstangen s. Norm. Kantenradien für Schlüsselweiten ( $>/\leq$ ), scharfkantig SH (max.), gerundet RD (Bereich) in mm: 12/18: SH 0,5 RD 0,5/1,2; 18/30: SH 0,6 RD 0,6/1,8; 30/50: SH 0,7 RD 0,7/2,8; 50/60: SH 0,8 RD 0,8/4,0. Grenzabmaße für Außendurchmesser oder Schlüsselweite ( $>/\leq$ ) Klasse A Klasse B Klasse C (in mm): 12/18: A – B0/–0,18 C0/–0,11; 18/30: A – B0/–0,21 C0/–0,13; 30/50: A  $\pm$ 0,31 B0/–0,25 C0/–0,16; 50/80: A  $\pm$ 0,60 B0/–0,46 C0/–0,30. Anmerkungen: über 12 hier einschließlich 12; Klasse B und C für gezogene Ausführung üblich.

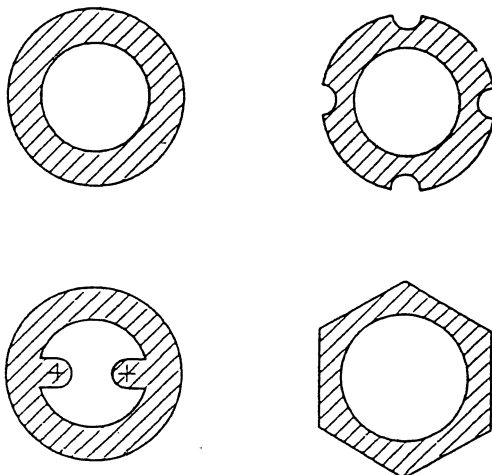


Bild 251.1 Beispiele für Querschnitte von Hohlstangen nach DIN EN 12168

Tabelle 252.1 Hohlstangen nach DIN EN 12168

Werkstoffbezeichnung <sup>1)</sup> DIN EN 12168		Zu- stand <sup>2)</sup>	Dicke <i>d</i> (Nenn- maß) in mm bis/ über	mechanische Eigenschaften <sup>3)</sup>						Dichte in g/cm <sup>3</sup>		
Kurzzeichen	Nummer			Zugfestig- keit $R_{p0,2}$ N/mm <sup>2</sup>	0,2%-Dehn- grenze $R_{p0,2}$ in N/mm <sup>2</sup>	Bruch- dehnung <i>A</i> in % min.	Härte HB		Härte HV			
							min.	max.	min.	max.		
mechanische Eigenschaften von niedriglegierten Kupferlegierungen												
<b>CuSP</b> (CuSP) <b>CuTeP</b> (CuTeP)	CW114C (2.1498) CW118C (2.1546)	M	alle Maße	wie gefertigt								8,9
		H080	alle Maße	(250)	(130)	(7)	80	130	90	140		
mechanische Eigenschaften von Kupfer-Zink-Blei-Legierungen												
<b>CuZn35Pb2</b> (CuZn36Pb1,5)	CW601N (2.0331)	M	alle Maße	wie gefertigt								8,5
		H110	10/–	(440)	(340)	(14)	110	160	120	170		
		H080	–/10	(350)	(160)	(30)	80	130	90	140		
<b>CuZn36Pb2As</b>	CW602N	M	alle Maße	wie gefertigt								8,4
		H070	alle Maße	(350)	(150)	(25)	70	120	80	130		
<b>CuZn36Pb3</b> (CuZn36Pb3) <b>CuZn37Pb1</b> <b>CuZn37Pb2</b>	CW603N (2.0375) CW605N CW606N	M	alle Maße	wie gefertigt								8,5
		H110	10/–	(400)	(250)	(12)	110	160	120	170		
		H090	–/10	(340)	(160)	(25)	90	140	100	150		
<b>CuZn38Pb1</b> <b>CuZn38Pb2</b> <b>CuZn39Pb1</b> <b>CuZn39Pb2</b>	CW607N CW608N CW611N CW612N	M	alle Maße	wie gefertigt								8,4
		H110	10/–	(410)	(250)	(15)	110	160	120	170		
		H090	–/10	(340)	(160)	(25)	90	140	100	150		
<b>CuZn38Pb4</b> <b>CuZn39Pb3</b> (CuZn39Pb3) <b>CuZn40Pb2</b>	CW609N CW612N (2.0401) CW617N	M	alle Maße	wie gefertigt								8,4
		H110	10/–	(430)	(250)	(10)	110	160	120	170		
		H090	–/10	(380)	(160)	(18)	90	140	100	150		
mechanische Eigenschaften von Kupfer-Zink-Legierungen mit weiteren Legierungselementen												
<b>CuZn36Pb2Sn1</b> <b>CuZn37Pb1Sn1</b>	CW711R CW714R	M	alle Maße	wie gefertigt								8,5 8,4
		H125	10/–	(410)	(250)	(18)	125	175	135	185		
		H110	–/10	(370)	(220)	(22)	110	160	120	170		
<b>CuZn37Mn3Al2PbSi</b> (CuZn40Al2)	CW713R (2.0550)	M	alle Maße	wie gefertigt								8,3
		H170	10/–	(620)	(350)	(8)	170	200	180	230		
		H150	–/10	(540)	(280)	(15)	150	200	160	210		
<b>CuZn40Mn1Pb2</b> (CuZn40Mn1Pb)	CW720R (2.0580)	R	alle Maße	wie gefertigt								8,3
		H125	10/–	(440)	(250)	(8)	125	175	135	185		
		H110	–/10	(390)	(200)	(15)	110	160	120	170		
<b>CuZn40Mn1Pb1AlFeSn</b> <b>CuZn40Mn1Pb1FeSn</b>	CW721R CW722R	M	alle Maße	wie gefertigt								8,3
		H140	10/–	(500)	(250)	(14)	140	190	150	200		
		H120	–/10	(440)	(200)	(18)	120	170	130	180		

<sup>1)</sup> Frühere Kurzzeichen/Werkstoffnummer nach DIN, soweit vorhanden, in Klammern gesetzt.

<sup>2)</sup> M bezeichnet den Zustand „wie gefertigt“ ohne festgelegte Anforderungen an die mechanischen Eigenschaften; H bezeichnet den kleinsten Wert für die Härte. H... ist für beide Härteprüfverfahren gleich.

<sup>3)</sup> Die Zahlen in Klammern sind keine Anforderungen dieser Norm, sondern sie sind nur informativ angegeben. 1 N/mm<sup>2</sup> entspricht 1 MPa. Physikalische Eigenschaft Dichte: Ungefährwerte.

### 8.2.5.1.4 Kupfer und Kupferlegierungen für Rohre

Für Kupfer und Kupferlegierungen wurde eine Reihe von Europäischen Normen für Rohre geschaffen, mit denen die entsprechenden national geltenden DIN-Normen teilweise oder vollständig abgelöst wurden, s. Tab. 253.1.



Tabelle 253.1 Europäische Normen für Rohre

Europäische Norm	teilweise Ersatz für	Ersatz für	mit Europäischer Norm	Ersatz für
DIN EN 12449 Nahtlose Rundrohre zur allgemeinen Verwendung	DIN 1754-1 und -2 Rohre aus Kupfer-Maßbereiche, Toleranzzuordnungen und Vorzugsmaße für allg. Verwendung	DIN 17671-1 und -2 DIN 1754-3 Rohre aus Kupfer – Vorzugsmaße für Rohrleitungen DIN 1755-2 und -3 Rohre aus Kupfer-Knetlegierungen – Vorzugsmaße für allgemeine Verwendung und Rohrleitungen	DIN EN 12451	DIN 1755-1 Rohre aus Kupfer-Knetlegierungen – Maßbereiche und Toleranzzuordnungen
DIN EN 12451 Nahtlose Rundrohre für Wärmetauscher	DIN 1754-1 Rohre aus Kupfer-Maßbereiche, Toleranzzuordnungen	DIN 1785 Rohre aus Kupfer und Kupfer-Knetlegierungen – für Kondensatoren und Wärmetauscher	DIN EN 12449	DIN 1755-1 Rohre aus Kupfer-Knetlegierungen – Maßbereiche und Toleranzzuordnungen
DIN EN 1057 Nahtlose Rundrohre aus Kupfer für Wasser- und Gasleitungen für Sanitärinstalltionen und Heizungsanlagen <sup>1)</sup>		DIN 1786 <sup>2)</sup>		

<sup>1)</sup> Kupfersorte Cu-DHP oder CW024A, Zustand nach DIN EN 1173: R220, R250, R290, Näheres s. Norm  
<sup>2)</sup> s. Norm

**DIN EN 12449 Kupfer und Kupferlegierungen – Nahtlose Rundrohre zur allgemeinen Verwendung (Okt 1999)**

Tabelle 253.2 Kupferlegierungen nach DIN EN 12449 (Auswahl): Mechanische Eigenschaften.

Werkstoffbezeichnung <sup>1)</sup>		Zu-stand <sup>2)</sup>	Wanddicke t mm max.	mechanische Eigenschaften <sup>3)</sup>						Dichte <sup>6)</sup> in g/cm <sup>3</sup>	
Kurzzeichen Nummer	Kurzzeichen WNr			Zugfestigkeit $R_m$ in N/mm <sup>2</sup> max.	0,2%-Dehngrenze $R_{p0,2}$ in N/mm <sup>2</sup> min./max.	Bruchdehnung A in % min.	Härte				
							HV min.	HV max.	HB min.	HB max.	
<b>Cu-DHP</b> CW024A	SF-Cu 2.0090	M	20	–	–/–	–	–	–	–	–	8,9
		R200	20	200	–/110	40	–	–	–	–	
		H040	20	–	–/–	–	40	65	35	60	
		R250	10	250	150/–	20	–	–	–	–	
		H070	10	–	–/–	–	70	100	65	95	
		R290	5	290	250/–	5	–	–	–	–	
		H095	5	–	–/–	–	95	120	90	115	
		R360	3	360	320/–	–	–	–	–	–	
<b>CuSn6</b> CW452K	CuSn6 2.1020	M	20	–	–/–	–	–	–	–	–	8,8
		R340 <sup>4)</sup>	10	340	–/260	50	–	–	–	–	
		H070 <sup>4)</sup>	10	–	–/–	–	70	105	65	100	
		R400	5	400	220/–	30	–	–	–	–	
		H105	5	–	–/–	–	105	150	100	145	
		R490	3	490	390/–	10	–	–	–	–	
		H140	3	–	–/–	–	140	175	135	170	
		R580	2	580	500/–	5	–	–	–	–	
H170	2	–	–/–	–	170	–	165	–			

Fortsetzung s. nächste Seite

Tabelle 255.2 Fortsetzung

Werkstoffbezeichnung <sup>1)</sup>		Zu- stand <sup>2)</sup>	Wanddicke t mm max.	mechanische Eigenschaften <sup>3)</sup>						Dichte <sup>6)</sup> in g/cm <sup>3</sup>	
DIN EN 12449 Kurzzeichen Nummer	DIN 17671 Kurzzeichen WNR			Zugfestig- keit $R_m$ in N/mm <sup>2</sup> max.	0,2%-Dehn- grenze $R_{p0,2}$ in N/mm <sup>2</sup> min./max.	Bruch- dehnung A in % min.	Härte				
						HV		HB			
						min.	max.	min.	max.		
<b>CuSn8</b> CW453K	CuSn8 2.1030	M	20	–	–/–	–	–	–	–	8,8	
		R380 <sup>4)</sup>	10	380	–/290	55	–	–	–		
		H080 <sup>4)</sup>	10	–	–/–	–	80	110	75		105
		R450	5	450	250/–	25	–	–	–		–
		H115	5	–	–/–	–	115	160	110		155
		R520	3	520	440/–	10	–	–	–		–
		H155	3	–	–/–	–	155	190	150		185
		R590	2	590	520/–	5	–	–	–		–
<b>CuZn30</b> CW505L	CuZn30 2.0265	M	20	–	–/–	–	–	–	–	8,5	
		R280 <sup>4)</sup>	20	280	–/180	50	–	–	–		
		H055 <sup>4)</sup>	20	–	–/–	–	55	85	50		80
		R350	10	350	200/–	25	–	–	–		–
		H085	10	–	–/–	–	85	120	80		115
		R420	5	420	320/–	10	–	–	–		–
		H115	5	–	–/–	–	115	–	110		–
<b>CuZn36</b> CW507L	CuZn36 2.0335	M	20	–	–/–	–	–	–	–	8,4	
		R290 <sup>4)</sup>	20	290	–/180	50	–	–	–		
		H055 <sup>4)</sup>	20	–	–/–	–	55	85	50		80
		R360	10	360	180/–	25	–	–	–		–
		H080	10	–	–/–	–	80	115	75		110
		R430	5	430	300/–	12	–	–	–		–
		H110	5	–	–/–	–	110	–	105		–
<b>CuZn37</b> CW508L	CuZn37 2.0321	M	20	–	–/–	–	–	–	–	8,4	
		R300 <sup>4)</sup>	20	300	–/220	45	–	–	–		
		H060 <sup>4)</sup>	20	–	–/–	–	60	90	55		85
		R370	10	370	200/–	25	–	–	–		–
		H085	10	–	–/–	–	85	120	80		115
		R440	5	440	320/–	10	–	–	–		–
		H115	5	–	–/–	–	115	–	110		–

Fortsetzung und Fußnoten s. nächste Seite

Tabelle 253.2 Fortsetzung

Werkstoffbezeichnung <sup>1)</sup>		Zu- stand <sup>2)</sup>	Wanddicke t mm max.	mechanische Eigenschaften <sup>3)</sup>						Dichte <sup>6)</sup> in g/cm <sup>3</sup>	
DIN EN 12449 Kurzzeichen Nummer	DIN 17671 Kurzzeichen WNR			Zugfestig- keit $R_m$ in N/mm <sup>2</sup> max.	0,2%-Dehn- grenze $R_{p0,2}$ in N/mm <sup>2</sup> min./max.	Bruch- dehnung A in % min.	Härte				
							min.	max.	min.	max.	
<b>CuZn35Pb1</b> CW600N	CuZn36Pb1,5 2.0331	M	20	–	–/–	–	–	–	–	8,5	
		R290 <sup>4)</sup>	10	290	–/180	45	–	–	–		
		H060 <sup>4)</sup>	10	–	–/–	–	60	90	55		85
		R370	10	370	200/–	20	–	–	–		–
		H085	10	–	–/–	–	85	120	80		115
		R440	5	440	340/–	10	–	–	–		–
		H115	5	–	–/–	–	115	–	110		–
<b>CuZn37Mn3Al2PbSi<sup>5)</sup></b> CW713R	CuZn40Al2 2.0550	M	20	–	–/–	–	–	–	–	8,1	
		R540	8	540	250	10	–	–	–		–
		H145	8	–	–	–	145	185	150		190
		R590	5	590	320–	8	–	–	–		–
		H155	5	–	–	–	155	195	150		190
		R640	3	640	350	5	–	–	–		–
		H165	3	–	–	–	165	–	160		–

<sup>1)</sup> Gegenüberstellung der neuen Werkstoffbezeichnungen nach DIN EN 12449 zu den früheren Werkstoffbezeichnungen nach DIN 17671-1. Die neue Werkstoffnummer entspricht dem in DIN EN 1412 festgelegten System.

<sup>2)</sup> R bezeichnet den kleinsten Wert für die Zugfestigkeit; H bezeichnet den kleinsten Wert für die Härte; M „wie gefertigt“. Werkstoffzustände s. DIN EN 1173.

<sup>3)</sup> 1 N/mm<sup>2</sup> entspricht 1 MPa.

<sup>4)</sup> Geglühter Zustand.

<sup>5)</sup> Rohre mit einem Außendurchmesser kleiner als 80 mm und/oder einer Wanddicke größer als 2 mm werden häufig für die spanende Bearbeitung eingesetzt. Diese Rohre sind in DIN EN 12168 genormt.

<sup>6)</sup> Nur zur Information.

DIN EN 12449 gilt für nahtlose, gezogene Rundrohre für Außendurchmesser von 3 mm bis 450 mm und einer Wanddicke von 0,3 mm bis 20 mm. Rohre mit einem Außendurchmesser kleiner als 80 mm und/oder einer Wanddicke größer als 2 mm aus Legierungen mit besonderer Eignung zur Zerspanung sind in DIN EN 12168 genormt. Ein **nahtloses Rundrohr** ist ein hohles Halbzeug mit kreisförmigem Querschnitt und gleichmäßiger Wanddicke, das in allen Fertigungsstufen eine kontinuierliche Umfangslinie hat. Die Produktbezeichnung besteht aus: Benennung (Rohr), Nummer der Europäischen Norm, Werkstoffbezeichnung (Kurzzeichen oder Nummer), Zustandsbezeichnung und Querschnittsmaße entweder Außendurchmesser OD und Wanddicke oder Innendurchmesser ID und Wanddicke.

**Bezeichnungsbeispiele: Rohr EN 12449 – CuZn37–MS – ID30 × 2,5** (Rohr CuZn37 oder CW508L im Zustand M, entspannt, s. DIN EN 1173, Nennmaß der Wanddicke 2,5 mm, Innendurchmesser 30 mm)

Bestellangaben über die Produktbezeichnung hinaus s. Norm. Technologische Prüfungen wie Aufweitversuch, Prüfung auf Spannungsrissskorrosionsbeständigkeit, Bestimmung der mittleren Korngröße und Prüfung auf Fehlerfreiheit können falls erforderlich vereinbart werden. Hinweise dazu s. Norm. Chemische Zusammensetzung der Werkstoffe s. Tab. 225.1. Frühere nationale DIN-Normen s. Tab. 253.1.

Zur Befestigung an Rohren aus Kupfer oder Kupferlegierungen nach DIN EN 1249 werden Flansche nach DIN EN 1092-3 verwendet.

Tabelle 256.1 Grenzabmaße für Produkte nach DIN EN 12449<sup>4)</sup>

Durchmesser (Nennmaß)		Grenzabmaße für den Durchmesser In mm		Außendurchmesser (Nennmaß) mm		Grenzabmaße für die Wanddicke <i>t</i> (Nennmaß) %					
über	bis	Zutreffend auf den mittleren Durchmesser	Zutreffend auf jeden Durchmesser einschließlich Unrundheit bei geraden Längen <sup>1)</sup>	über	bis	≥0,3mm ≤1 mm	> 1mm bis ≤3 mm	>3mm bis ≤6 mm	>6mm bis ≤10 mm	> 10mm	
3 <sup>2)</sup>	10	±0,06	±0,12	3 <sup>2)</sup>	40	±15	±13	±11	±10	–	
10	20	±0,08	±0,16	40	120	±15	±13	±12	±11	±10	
20	30	±0,12	±0,24	120	250		±13	±13	±12	±11	
30	50	±0,15	±0,30	250	450			±15	±15	±15	
50	100	±0,20	±0,50								
100	200	±0,50	±1,0	Außendurchmesser (Nennmaß) mm		Grenzabmaße für Festlängen, Rohre in geraden Längen mm					
200	300	±0,75	±1,5			über	bis	bis 250	über 250 bis 1000	über 1000 bis 4000	über 4000
300	450	±1,0	±2,0								
Grenzabmaße für den Durchmesser einschließlich Unrundheit, Rohre in Ringen				3 <sup>2)</sup>	25	+1 0	+3 0	+5 0	nach Vereinbarung		
Außendurchmesser (Nennmaß)	über	bis	Grenzabmaße für den Durchmesser (Nennmaß) einschließlich Unrundheit	Zutreffend für Ringinnendurchmesser von min.	25	100	+2 0	+5 0	+7 0		
					100	450	+3 0	+5 0	+10 0		
3 <sup>2)</sup>	6	±0,30	400	Grenzabmaße für Festlängen, Rohre in Ringen <sup>3)</sup>							
6	10	±0,50	600	Nennlänge in m			Grenzabweichung in %				
10	20	±0,70	800	bis 50			+2/0				
20	30	±0,90	1000	über 50 bis 100			+3/0				
				über 100			+5/0				

<sup>1)</sup> Die Grenzabmaße in dieser Spalte gelten nicht: für Rohre in Ringen, Rohre mit Außendurchmesser  $OD/t > 50$ , Rohre im geglähten Zustand.

<sup>2)</sup> Einschließlich 3.

<sup>3)</sup> Nicht wendelförmig gewickelt

<sup>4)</sup> Geradheitstoleranzen s. Norm. Werte in mm.

## DIN EN 12451 Kupfer und Kupferlegierungen – Nahtlose Rundrohre für Wärmeaustauscher (Okt 1999)

Die Norm gilt für nahtlosgezogene Rohre, die für Wärmeaustauscher, Kondensatoren, Verdampfer und Entsalzungsanlagen bestimmt sind.

Die festgelegten Anforderungen an die Eigenschaften, Grenzabmaße und Formtoleranzen gelten für den Maßbereich von 6 mm bis 76 mm Außendurchmesser und von 0,5 mm bis 3 mm Wanddicke. Die Produktbezeichnung setzt sich zusammen aus: Benennung, Nummer der Europäischen Norm, Werkstoffbezeichnung (Kurzzeichen oder Nummer), Zustandsbezeichnung, Querschnittsmaße (Außendurchmesser × Wanddicke).

**Bezeichnungsbeispiel:** Rohr EN 12451 – CuNi10Fe1Mn – H077 – 22 × 2,0 (oder mit Werkstoffnummer: CW352H)

Grenzabmaße für den Durchmesser einschließlich Unrundheit für Außendurchmesser (mm) von **6 bis 14:** 0/–0,12; **über 14 bis 26:** 0/–0,20; **über 26 bis 76:** 0/–0,30; Wanddicke ±10%. Lieferung vorwiegend in Festlängen mit zulässigen Abweichungen für Länge: bis 2000 mm: +2 mm > 2000 mm bis 8000 mm: +1%, aber ≤5 mm > 8000 mm: +0,7%. Weitere Angaben über mechanische und technologische Prüfungen durch den Hersteller (z. B. Wirbelstromprüfung, Druckwasserprüfung und Druckluftprüfung), Prüfung auf Spannungsrissskorrosionsbeständigkeit, Prüfbescheinigungen nach DIN EN 10204, s. Norm. Wärmeaustauscherrohre können auch als U-förmig gebogene Rohre geliefert werden, Näheres dazu s. Norm. Chemische Zusammensetzung der Werkstoffe s. Tab. 225.1. Frühere nationale DIN-Normen s. Tab. 253.1. Für Produkte, die in den Anwendungsbereich dieser Norm fallen, können weitere Anforderungen und weitere EU-Richtlinien, z. B. EG-Druckgeräte-Richtlinie 97/23EG, gelten.

Tabelle 257.1 Kupfer und Kupferlegierungen nach DIN EN 12451 (Auswahl): Mechanische Eigenschaften

Werkstoffbezeichnung <sup>1)</sup>		Zu- stand <sup>2)</sup>	mechanische Eigenschaften <sup>3)</sup>					Dichte <sup>4)</sup> in g/cm <sup>3</sup>	
DIN EN 12451 Kurzzeichen Nummer	DIN 1785 Kurzzeichen WNR		Zugfestigkeit $R_m$ in N/mm <sup>2</sup> min.	0,2%-Dehn- grenze $R_{p0,2}$ in N/mm <sup>2</sup> min.	Bruchdehnung $A^6)$ % min.	Aufweitung <sup>5)</sup> % min.	Härte HV min. max.		
<b>Cu-DHP</b> CW024A	SF Cu 2.0090	R250	250	150	20	20	–	–	8,9
		H075	–	–	–	20	75	100	
		R290	290	250	5	–	–	–	
		H100	–	–	–	–	100	–	
<b>CuAl5As<sup>7)</sup></b> CW300G	CuAl5As 2.0918	R350 <sup>6)</sup>	350	110	50	30	–	–	8,2
		H075 <sup>6)</sup>	–	–	–	30	75	110	
<b>CuNi10Fe1Mn<sup>7)</sup></b> CW352H	CuNi10Fe1Mn 2.0872	R290 <sup>6)</sup>	290	90	30	30	–	–	8,9
		H075 <sup>6)</sup>	–	–	–	30	75	105	
		R310	310	220	12	20	–	–	
		H105	–	–	–	20	105	150	
		R480	480	400	8	8	–	–	
		H150	–	–	–	8	150	–	
<b>CuNi30Fe2Mn2<sup>7)</sup></b> CW353H	CuNi30Fe2Mn2 2.0883	R420 <sup>6)</sup>	420	150	30	30	–	–	8,9
		H090 <sup>6)</sup>	–	–	–	30	90	125	
<b>CuZn20Al2As<sup>7)</sup></b> CW702R	CuZn20Al2 2.0460	R340 <sup>6)</sup>	340	120	55	30	–	–	8,4
		H070 <sup>6)</sup>	–	–	–	30	70	100	
		R390 <sup>6)</sup>	390	150	45	30	–	–	
		H085 <sup>6)</sup>	–	–	–	30	85	110	
<b>CuZn28Sn1As</b> CW706R	CuZn28Sn1 2.0470	R320 <sup>6)</sup>	320	100	55	30	–	–	8,5
		H060 <sup>6)</sup>	–	–	–	30	60	90	
		R360 <sup>6)</sup>	360	140	45	30	–	–	
		H080 <sup>6)</sup>	–	–	–	30	80	110	

<sup>1)</sup> Gegenüberstellung der neuen Werkstoffbezeichnungen nach DIN EN 12451 zu den früheren Werkstoffbezeichnungen nach DIN 1785. Die neue Werkstoffnummer entspricht dem in DIN EN 1412 festgelegten System.

<sup>2)</sup> M bezeichnet den Zustand „wie gefertigt“ ohne festgelegte Anforderungen an die mechanischen Eigenschaften; H bezeichnet den kleinsten Wert für die Härte. H... ist für beide Härteprüfverfahren gleich, s. DIN EN 1173.

<sup>3)</sup> 1 N/mm<sup>2</sup> entspricht 1 MPa.

<sup>4)</sup> Nur zur Information: Ungefährwerte.

<sup>5)</sup> Der Außendurchmesser des Rohrendes muss unter Verwendung eines konischen Dorns mit einem Winkel von 45° auf die für den jeweiligen Werkstoff angegebenen Werte aufgeweitet werden.

<sup>6)</sup> Geglühter Zustand.

<sup>7)</sup> Diese Legierungen dürfen für Anwendungen in Seewasser verwendet werden.

### 8.2.5.2 Eigenschaften von Nichteisenmetallen (außer Kupfer)

In diesem Abschnitt werden vorwiegend als Leichtmetall bekannte Werkstoffe, wie Aluminium, Magnesium und Titan behandelt sowie Bleche aus Blei und Bleilegierungen. Form- und Lagetolerierung s. Abschn. 12.3. Zur Schreibweise von Grenzabweichungen bitte Abschn. 22.4 beachten.

#### 8.2.5.2.1 Mechanische Eigenschaften von Leichtmetallen

Die Anforderungen an bandbeschichtetes Aluminiumblech und -band in Dicken bis 0,35 mm sind in DIN EN 1396 festgelegt. Für Sonderanwendungen dieser Materialien, z. B. für Dosen, Verschlüsse und Deckel gilt DIN EN 541, s. jeweils Norm.

### DIN EN 485-2 Aluminium und Aluminiumlegierungen – Bleche, Bänder, Rohre – Mechanische Eigenschaften (Sep 2004)

Dieser Teil der DIN EN 485 legt die mechanischen Eigenschaften für Bleche, Bänder und Platten aus Aluminium und Aluminium-Knetlegierungen fest, die für die allgemeine Verwendung bestimmt sind. DIN EN 485-2 ersetzt DIN 1745-1.

Die 39 Werkstoffsorten der Norm werden entsprechend DIN EN 573-1 in numerischer Form und nach DIN EN 573-2 mit chemischen Symbolen in Klammern beschrieben:

EN AW-1080A [Al99,8(A)], -1070A [Al99,7], -1050A [Al99,5], -1200 [Al99,0], -2014 [AlCu4SiMg], -2014A [AlCu4SiMg], -2017A [AlCu4MgSi(A)], -2024 [AlCu4Mg1], -3003 [AlMn1Cu], -3103 [AlMn1], -3004 [AlMn1Mg1], -3005 [AlMn1Mg0,5], -3105 [AlMn0,5Mg0,5], -4006 [AlSi1Fe], -4007 [AlSi1,5Mn], -4015 [AlSi2Mn] -5005 [AlMn1(B)], -5040 [AlMg1,5Mn], -5049 [AlMg2Mn0,8], -5449 [AlMg2Mn0,8(B)], -5050 [AlMg1,5(C)], -5251 [AlMg2], -5052 [AlMg2,5], -5154A [AlMg3,5(A)], -5454 [AlMg3Mn], -5754 [AlMg3], -5182 [AlMg4,5Mn0,4], -5083 [AlMg4,5Mn0,7], -5383 [AlMg4,5Mn0,9], -5086 [AlMg4], -6016 [AlSi1,2Mg0,4], -6061 [AlMg1SiCu], -6082 [AlSi1MgMn], -7020 [AlZn4,5Mg1], -7021 [AlZn5,5Mg1,5], -7022 [AlZn5Mg3Cu], -7075 [AlZn5,5MgCu], -8011A [AlFeSi(A)].

Je nach Werkstofftyp sind Nenndicken zwischen 0,2 mm bis 400 mm genormt. Für Dicken von 6 µm bis 200 µm gilt DIN EN 546-2. Grenzabmaße und Formtoleranzen für warmgewalzte Erzeugnisse sind in DIN EN 485-3 und für kaltgewalzte Erzeugnisse in DIN EN 485-4 festgelegt. Innerhalb einer Werkstoffsorte sind verschiedene Werkstoffzustände lieferbar. Wegen der sich daraus ergebenden umfangreichen Werkstoffpalette werden in Tab. 258.1 nicht alle Legierungen, Werkstoffzustände und Nenndicken behandelt. In der Norm werden die Festigkeitswerte in MPa angegeben. Diese Einheit entspricht der bekannten Schreibweise N/mm<sup>2</sup>, welcher in der Tab. 258.1 der Vorzug gegeben wurde. Die Norm enthält des Weiteren Anhaltsangaben zu Biegeradien für das Biegen um 180° bzw. 90° s. Norm. Bestimmungen hinsichtlich der Beständigkeit gegen Schicht- und Spannungsrisikokorrosion, Angaben zur Mindestmaterialdicke für die Härteprüfung sowie Hinweise zur Durchführung von Materialprüfungen, s. Norm.

Die Norm gilt nicht für Vorwalzbänder und Spezialerzeugnisse, beispielsweise geprägte oder lackierte Bänder und Bleche die z. B. für Getränkedosen oder Wärmeaustauscher verwendet werden.

Tabelle 258.1 Festigkeitseigenschaften für Bänder, Bleche und Platten aus Al- und Aluminiumlegierungen nach DIN EN 485-2

Zustand <sup>1)</sup> nach DIN EN 515	Nenndicke mm		Zugfestigkeit [N/mm <sup>2</sup> ]		0,2%-Dehngrenze [N/mm <sup>2</sup> ]		Bruchdehnung in %		Härte <sup>2)</sup> HBW
	über	bis	min.	max.	min.	max.	A <sub>50 mm</sub>	A	
<b>Aluminium EN AW-1050 [Al99,5]</b>									
<b>O/H111</b>	0,2	0,5	65	95	20	–	20	–	20
	0,5	1,5	65	95	20	–	22	–	
	1,5	3,0	65	95	20	–	26	–	
	3,0	6,0	65	95	20	–	29	–	
	6,0	12,5	65	95	20	–	35	–	
	12,5	80,0	65	95	20	–	–	32	
<b>H14</b>	0,2	0,5	105	145	85	–	2	–	34
	0,5	1,5	105	145	85	–	3	–	
	1,5	3,0	105	145	85	–	4	–	
	3,0	6,0	105	145	85	–	5	–	
	6,0	12,5	105	145	85	–	6	–	
	12,5	25,0	105	145	85	–	–	–	
<b>H24</b>	0,2	0,5	105	145	75	–	3	–	23
	0,5	1,5	105	145	75	–	4	–	
	1,5	3,0	105	145	75	–	5	–	
	3,0	6,0	105	145	75	–	8	–	
	6,0	12,5	105	145	75	–	8	–	
	–	–	–	–	–	–	–	–	
<b>Legierung EN AW-2014 [Al Cu4SiMg]</b>									
<b>O</b>	≥0,4	1,5	–	220	–	140	12	–	55
	1,5	3,0	–	220	–	140	13	–	55
	3,0	6,0	–	220	–	140	16	–	55
	6,0	9,0	–	220	–	140	–	–	55
	9,0	12,5	–	220	–	140	–	–	55
	12,5	25,0	–	220	–	–	–	10	55
<b>T4 T451</b>	≥0,4	1,5	395	–	–	240	–	14	110
	1,5	6,0	395	–	–	240	–	14	110
	6,0	12,5	400	–	–	250	–	14	112
	12,5	40,0	400	–	–	–	10	–	112
	40,0	100,0	395	–	–	–	7	–	111
<b>Legierung EN AW-2017 [Al Cu4MgSi(A)]</b>									
<b>O</b>	≥0,4	1,5	–	225	–	145	12	–	55
	1,5	3,0	–	225	–	145	14	–	55
	3,0	6,0	–	225	–	145	13	–	55
	6,0	9,0	–	225	–	145	13	–	55
	9,0	12,5	–	225	–	145	–	–	55
	12,5	25,0	–	225	–	145	–	12	55
<b>T4 T451</b>	≥0,4	1,5	390	–	245	–	14	–	110
	1,5	6,0	390	–	245	–	15	–	110
	6,0	12,5	390	–	260	–	13	–	111

Fortsetzung und Fußnoten s. nächste Seite

Tabelle 258.1 Fortsetzung

Zustand <sup>1)</sup> nach DIN EN 515	Nennstärke mm		Zugfestigkeit [N/mm <sup>2</sup> ]		0,2%-Dehngrenze [N/mm <sup>2</sup> ]		Bruchdehnung in % min.		Härte <sup>2)</sup> HBW
	über	bis	min.	max.	min.	max.	A <sub>50 mm</sub>	A	
<b>Legierung EN AW-5005 [Al Mg1(B)]</b>									
<b>O/H111</b>	0,2	0,5	100	145	35	–	15	–	29
	0,5	1,5	100	145	35	–	19	–	29
	1,5	3,0	100	145	35	–	20	–	29
	3,0	6,0	100	145	35	–	22	–	29
	6,0	12,5	100	145	35	–	24	–	29
	12,5	50,0	100	145	35	–	–	20	29
<b>H14</b>	0,2	0,5	145	185	120	–	–	–	48
	0,5	1,5	145	185	120	–	–	–	48
	1,5	3,0	145	185	120	–	–	–	48
	3,0	6,0	145	185	120	–	–	–	48
	6,0	12,5	145	185	120	–	–	–	48
<b>H22/H32</b>	0,2	0,5	125	165	80	–	4	–	38
	0,5	1,5	125	165	80	–	5	–	38
	1,5	3,0	125	165	80	–	6	–	38
	3,0	6,0	125	165	80	–	8	–	38
	6,0	12,5	125	165	80	–	10	–	38
<b>EN AW-6082 [Al Si1MgMn]</b>									
<b>O</b>	≥0,4	1,5	–	150	–	85	14	–	40
	1,5	3,0	–	150	–	85	16	–	40
	3,0	6,0	–	150	–	85	18	–	40
	6,0	12,5	–	150	–	85	17	–	40
	12,5	25,0	–	155	–	–	–	16	40
<b>T4 T451</b>	≥0,4	1,5	205	110	–	–	12	–	58
	1,5	3,0	205	110	–	–	14	–	58
	3,0	6,0	205	110	–	–	15	–	58
	6,0	12,5	205	110	–	–	14	–	58
<b>T6 T651</b>	≥0,4	1,5	310	–	260	–	6	–	94
	1,5	3,0	310	–	260	–	7	–	94
	3,0	6,0	310	–	260	–	10	–	94
	6,0	12,5	300	–	255	–	9	–	91
<b>EN AW-8011A [Al FeSi(A)]</b>									
<b>O/H111</b>	0,2	0,5	85	130	30	–	19	–	25
	0,5	1,5	85	130	30	–	21	–	25
	1,5	3,0	85	130	30	–	24	–	25
	3,0	6,0	85	130	30	–	25	–	25
	6,0	12,5	85	130	30	–	30	–	25
<b>H14</b>	0,2	0,5	125	165	110	–	2	–	41
	0,5	1,5	125	165	110	–	3	–	41
	1,5	3,0	125	165	110	–	3	–	41
	3,0	6,0	125	165	110	–	4	–	41
	6,0	12,5	125	165	110	–	5	–	41
<b>H18</b>	0,2	0,5	165	–	145	–	1	–	50
	0,5	1,5	165	–	145	–	2	–	50
	1,5	3,0	165	–	145	–	2	–	50
<b>H22</b>	0,2	0,5	105	145	90	–	4	–	35
	0,5	1,5	105	145	90	–	5	–	35
	1,5	3,0	105	145	90	–	6	–	35

<sup>1)</sup> O = Weichgeglüht; H111 = Geglüht und durch anschließende Arbeitsgänge kaltverfestigt; H14 = Kaltverfestigt – 1/4 hart; H18 = Kaltverfestigt – 1/4 hart; H22 = Kaltverfestigt und rückgeglüht – 1/4 hart; H32 = Kaltverfestigt und stabilisiert – 1/4 hart; T3 = Lösungsgeglüht, kaltumgeformt und kaltausgelagert; T4 = Lösungsgeglüht und kaltausgelagert; T451 = Lösungsgeglüht, durch kontrolliertes Recken entspannt und kaltausgelagert; T6 = Lösungsgeglüht und warmausgelagert; T651 = Lösungsgeglüht, durch kontrolliertes Recken entspannt und warmausgelagert (Auswahl der Werkstoffzustände, weitere s. Norm DIN EN 515).

<sup>2)</sup> Härte nach Brinell: Nur zur Information.

### DIN EN 546-2 Aluminium und Aluminiumlegierungen – Folien – Mechanische Eigenschaften (Mar 2007)

Der Anwendungsbereich dieser Norm ist von Dicken ab 6 µm bis 200 µm angegeben. Für den Werkstoffzustand O (weichgeglüht) sind Werte für Zugfestigkeit und Bruchdehnung aufgeführt, für den Werkstoffzustand H18 (kaltverfestigt –  $\frac{3}{4}$  hart) Werte für die Zugfestigkeit, s. Norm. Werkstoffe: EN AW-1050A [Al 99,5]; EN AW-1200 [Al 99,0]; EN AW-8079 [Al Fe1Si]; EN AW-8006 [Al Fe1,4Mn]; EN AW-8011A [Al FeSi(A)]; EN AW-8111 [Al FeSi(B)]; EN AW-8021B [Al Fe1,5]; EN AW-8014 [Al Fe1,5Mn0,4]. Technische Lieferbedingungen s. Teil 1 der Norm. Teil 3 legt die Grenzabmaße für einfach und doppelt gewalzte Folien fest. Die mechanischen Eigenschaften für Dicken über 200 µm sind in DIN EN 485-2 festgelegt. Die Anforderungen an besondere Eigenschaften für Folien und deren Prüfung ist in DIN EN 546-4 genormt: Porosität, Benetzbarkeit, Haftung der Windungen (Kleben), Berstfestigkeit, Tiefungsversuch nach Erichsen (s. Norm).

### DIN EN 754-2 Aluminium und Aluminiumlegierungen – Gezogene Stangen und Rohre – Mechanische Eigenschaften (Aug 1997)

Dieser Teil der DIN EN 754 legt die mechanischen Eigenschaften für gezogene Stangen und Rohre aus Aluminium und Aluminium-Knetlegierungen fest. DIN EN 754-2 ersetzt die Normen DIN 1746-1 und DIN 1747-1.

Die 32 Werkstoffsorten der Norm werden entsprechend DIN EN 573-1 in numerischer Form und nach DIN EN 573-2 mit chemischen Symbolen in Klammern beschrieben:

EN AW-1050A [Al99,5], -1200 [Al99,0], -2007 [AlCu4PbMgMn], -2011 [AlCu6BiPb], -2011A [AlCu6BiPb(A)], -2014 [AlCu4SiMg], -2014A [AlCu4SiMg(A)], -2017A [AlCu4MgSi(A)], -2024 [AlCu4Mg1], -2030 [AlCu4PbMg], -3003 [AlMn1Cu], -3103 [AlMn1], -5005 [AlMg1(B)], -5005A [AlMg1(C)], -5019 [AlMg5], -5251 [AlMg2], -5052 [AlMg2,5], -5154A [AlMg3,5(A)], -5454 [AlMg3Mn], -5754 [AlMg3], -5083 [AlMg4,5Mn0,7], -5086 [AlMg4], -6012 [AlMgSiPb], -6060 [AlMgSi], -6061 [AlMg1SiCu], -6262 [AlMg1SiPb], -6063 [AlMg0,7Si], -6063 A [AlMg0,7Si(A)], -6082 [AlSiMgMn], -7020 [AlZn4,5Mg1], -7022 [AlZn5Mg3Cu], 7049A [AlZn8MgCu], -7075 [AlZn5,5MgCu].

Für die 0,2%-Dehngrenze und für die Zugfestigkeit sind Mindestwerte angegeben. In Einzelfällen sind für weiche Werkstoffzustände Höchstwerte der 0,2%-Dehngrenze festgelegt. Für die Dehnungswerte  $A$  und  $A_{50\text{mm}}$  werden Mindestwerte angegeben. Härtewerte werden nicht mehr genannt. Die mechanischen Eigenschaften für Rundstangen sind nach dem Durchmesser  $D$  geordnet, nach der Schlüsselweite für Vierkant- und Sechskantstangen, bzw. der Dicke für Rechteckstangen. Angaben über Festigkeitswerte s. Norm. Technische Lieferbedingungen s. Teil 1 der Norm. Erzeugnisse der Legierung EN AW-7075 in den Werkstoffzuständen T73 (lösungsgeglüht und warmausgelagert), T73510/T7351 (lösungsgeglüht, durch kontrolliertes Recken entspannt und warmausgelagert) und T73511 (wie zuvor, jedoch geringfügiges Nachrichten zulässig) und mit Dicken >20 mm dürfen keinerlei Anzeichen von Spannungsrisskorrosion aufweisen, Näheres s. Norm.

### DIN EN 755-2 Aluminium und Aluminiumlegierungen – Stranggepresste Stangen, Rohre und Profile – Mechanische Eigenschaften (Aug 1997)

Dieser Teil der DIN EN 755 legt die mechanischen Eigenschaften für gezogene Stangen und Rohre aus Aluminium und Aluminium-Knetlegierungen fest. DIN EN 755-2 ersetzt DIN 1748-1 und mit EN 754-2 die Normen DIN 1746-1 und DIN 1747-1.

Die 48 Werkstoffsorten der Norm werden entsprechend DIN EN 573-1 in numerischer Form und nach DIN EN 573-2 mit chemischen Symbolen in Klammern beschrieben. Die unter DIN EN 754-2 aufgeführten Werkstoffsorten gelten mit folgenden Ergänzungen auch für die hier behandelte Norm:

EN AW-1070A [Al99,7], -1350 [Al99,5], -5051A [AlMg2(B)], -5454 [AlMg3Mn], -6101A [AlMgSi(A)], -6101B [AlMgSi(B)], -6005 [AlSiMg], -6005A [AlSiMg(A)], -6106 [AlMgSiMn], -6018 [AlMg1SiPbMn], -6351 [AlSiMg0,5Mn], -6261 [AlMg1Si-CuMn], -6463 [AlMg0,7Si(B)], -6081 [AlSi0,9MgMn], -7003 [AlZn6Mg0,8Zr], -7005 [AlZn4,5Mg1,5Mn].

Es gelten sinngemäß die Erläuterungen zu DIN EN 754-2. Anhaltsangaben zu Festigkeitswerten s. Norm.

### DIN EN 586-2 Aluminium und Aluminiumlegierungen – Schmiedestücke – Mechanische Eigenschaften und zusätzliche Leistungsanforderungen (Nov 1994)

Die Norm legt die mechanischen Eigenschaften für Gesenk- und Freiformschmiedestücke aus Aluminiumwerkstoffen fest, s. Norm. Als Ersatz dafür oder als Ergänzung kann die Bestimmung der elektrischen Leitfähigkeit und der Härte vereinbart werden.

Werkstoffe für Schmiedestücke mit Angabe des Werkstoffzustandes/elektrischer Leitfähigkeit in  $\text{MS}/\text{m}$  Härte HB in Klammern: EN AW-2014 [AlCu4SiMg] (T4/17 bis 21/100; T 6/21 bis 25/125); EN AW-2024 [Al Cu4Mg1] (T4/16 bis 20/100); EN AW-5083 [Al Mg4,5Mn0,7] (H 112/-/65); EN AW-6082 [Al Si1MgMn] (T6/25 bis 30/90); EN AW-7075 [Al Zn5,5MgCu] (T6/17 bis 21/135; T73 und T7352/ $\geq 23,2/120$ ). Werkstoffbezeichnung nach DIN EN 573-1 und DIN EN 573-2. Werkstoffzustände nach DIN EN 515. Chemische Zusammensetzung nach DIN EN 573-3. Technische Lieferbedingungen nach DIN EN 586-1, Grenzabmaße und Formtoleranzen nach DIN EN 586-3 (s. jeweils Norm). DIN EN 586-2 löst DIN 1749-1 ab.

### DIN 17611 Anodisch oxidierte Erzeugnisse aus Aluminium und Aluminium-Knetlegierungen – Technische Lieferbedingungen (Dez 2000)

Durch die anodische Oxidation wird auf der Oberfläche von Aluminium eine Oxidschicht erzeugt, die eine erhöhte Beständigkeit bei Korrosionsbeanspruchung bewirkt. Außerdem können die Oberflächen durch diese Behandlung eine



dekorative Oberfläche erhalten. Werden Ansprüche an ein dekoratives Aussehen gestellt, ist Halbzeug in Eloxalqualität (EQ) bei der Bestellung gesondert zu vereinbaren, d. h. abgestimmte chemische Zusammensetzung und Fertigungsparameter. Geeignete Werkstoffe sind z. B.: EN AW-ALMg1, EN AW-ALMg1,5, EN AW-5005A [ALMg1(C)], EN AW-5050 [ALMg1,5(C)], EN AW-6060 [ALMgSi], EN AW-1080A [AI99,8(A)], EN AW-1070A [AI99,7], EN AW-1050A [AI99,5], EN AW-6063 [ALMg0,7Si], EN AW-5251 [ALMg2], EN AW-5754 [ALMg3]. Bei der Bestellung des Halbzeuges ist die vorgesehene mechanische, chemische und/oder elektrochemische Oberflächenvorbehandlung anzugeben. Die Vorbehandlung dient dazu, die Teile für die anodische Oxidation vorzubereiten und bestimmte Oberflächeneffekte zu erzielen: **E0** Entfetten und Desoxidieren, **E1** Schleifen, **E2** Bürsten, **E3** Polieren, **E4** Schleifen und Bürsten, **E5** Schleifen und Polieren, **E6** Beizen, **E7** chemisches oder elektrochemisches Glänzen, **E8** Polieren und chemisches oder elektrochemisches Glänzen. Bei der Vorbehandlung E0 wird die natürliche Oxidschicht ohne wesentlichen Metallabtrag entfernt. Alle anderen Vorbehandlungen arbeiten mit erhöhtem Metallabtrag (weitere Anmerkung zu den einzelnen Vorbehandlungsarten s. Norm). Erzeugnisse im Sinne dieser Norm sind: Blech und Bänder DIN EN 485-1, gezogene Stangen und Rohre DIN EN 754-1, stranggepresste Stangen, Rohr und Profile DIN EN 755-1, Präzisionsprofile nach DIN EN 12020-1.

Das anodisierte Aluminium kann naturbelassen oder nach unterschiedlichen Verfahren eingefärbt werden. Zur Auswahl der möglichen Farbgebung verweist die Norm auf das Aluminium – Merkblatt O 4 des Gesamtverbandes der Aluminiumindustrie (Beispiel: C-33, mittelbronze).

**Bestellbeispiel: Blech DIN EN 485-1 AW-5251 – H18 – EQ – E6/C**

Halbzeug, das in Normalqualität hergestellt wird, kann – jedoch ohne Ansprüche auf dekoratives Aussehen – ebenfalls anodisch oxidiert werden. Regeln zum anodisiergerechten Konstruieren sind zu berücksichtigen. Hinweise s. Norm. Kontaktstellen sind verfahrensbedingt nicht zu vermeiden. Unter Berücksichtigung der Betrachtungsabstände für Sichtflächen (s. Norm) sind hier entsprechende Vereinbarungen zu treffen.

Kleinste mittlere Schichtdicke in µm, nach Lage und Beanspruchung: 10 = Innen, trocken; 15 = Innen, zeitweise nass; Außen, ländliche Atmosphäre ohne Luftverunreinigung; 20 = Außen, Stadt- und Industriatmosphäre; 25 = bei besonders aggressiver Atmosphäre, z. B. Kombination von Industrie- und Seeklima. Schichtdicken von 30 µm sollten nicht überschritten werden, weil sonst deren Beständigkeit gegen Korrosionsbeanspruchung wieder geringer wird. Die kleinste örtliche Schichtdicke darf in keinem Fall kleiner als 80% der kleinsten mittleren Schichtdicke sein. Anodisch erzeugte Oxidschichten müssen grundsätzlich verdichtet werden, d. h. Behandlung in entsalztem, siedendem Wasser mit einer Verdichtungszeit von 3 min. je 1 µm Oxidschichtdicke. Anhaltsangaben zu Prüfverfahren s. Norm.

**DIN EN 1301-2 Aluminium und Aluminiumlegierungen – Gezogene Drähte – Mechanische Eigenschaften (Nov 1997)**

Werkstoffbezeichnung/Werkstoffzustand, bis Durchmesser *d* in mm, Zugfestigkeit *R<sub>m</sub>* in MPa: **EN AW-1098 [AI99,98]/O, 20**, max. 70/H14, 18, min. 85/H18, 10, min. 115; **EN AW-1080A [AI99,8(A)]/O, 20**, max. 80/H14, 18, min. 90/H18, 10, min. 120; **EN AW-1070A [AI99,9A]/O, 20**, max. 85/H14, 18, min. 95/ H18, 10, min. 125; **EN AW-1050A [AI99,5]/O, 20**, max. 95/H14, 18, min. 100/H16, 15, min. 120/H18, 10, min. 140; **EN AW-2011 [AlCu6BiPb]/T3**, 18, min. 310/T8, 18, min. 370; **EN AW-2014A [AlCu4SiMg(A)]/ H13**, 18, min. 210 max. 300/T4, 18, min. 380/T6, 18, min. 440; **EN AW-2017A [AlCu4MgSi(A)]/H13**, 18, min. 210 max. 300/T4, 18, min. 380; **EN AW-2117 [AlCu2,5Mg]/H13**, 18, min. 170 max. 240/T4, 18, min. 260; **EN AW-2024 [AlCu4Mg1]/H13**, 18, min. 230 max. 300/T4, 18, min. 420; **EN AW-3003 [AlMn1Cu]/O, 20**, max. 130/H14, 18, min. 135 max. 180/H18, 10, min. 180; **EN AW-3103 [AlMn1]/O, 20**, max. 130/H14, 18, min. 135 max. 180/H18, 10, min. 170; **EN AW-5754 [AlMg3]/O, 20**, max. 250, H12, 18, min. 230 max. 355/H14, 18, min. 255 max. 305/H18, 10, min. 305/H32, 18, min. 245 max. 270/H34, 15, min. 245 max. 295/H38, 10, min. 290; **EN AW-5019 [AlMg5]/O, 20**, max. 320/H12, 18, min. 295 max. 355/H14, 18, min. 325 max. 385/H18, 10, min. 370/H32, 18, min. 280 max. 340/H34, 15, min. 310 max. 370/H38, 10, min. 360; **EN AW-7075 [AlZn5,5MgCu]/O, 20**, max. 275/H13, 18, min. 230 max. 310/T6, 20, min. 510.

Weitere Werkstoffe der Serie 5000 (AlMg) sowie Werkstoffe der Serie 6000 (AlMgSi) s. Norm. Werte für die 0,2%-Dehngrenze und für die Bruchdehnung werden informativ angegeben, s. Norm. Technische Lieferbedingungen sind im Teil 1 der Norm festgelegt, für die Grenzabmaße gilt Teil 3 der Norm, s. jeweils Norm. Bezeichnung der Werkstoffzustände s. DIN EN 515. Die Norm gilt nicht für elektrotechnische oder schweißtechnische Anwendungen.

**DIN 9715 Halbzeug aus Magnesium – Eigenschaften (Aug 1982)**

Ausgangswerkstoff: Magnesium, Knetlegierungen nach DIN 1729-1 (s. Abschn. 8.4.2)

Tabelle 261.1 Halbzeug aus Magnesium-Knetlegierungen, DIN 9715, mech. Eigenschaften<sup>1)</sup>

Halbzeug	Kurzzeichen	WNr	Zustand <sup>2)</sup>	Maße <sup>3)</sup> in mm	0,2%-Dehngrenze <i>R<sub>p0,2</sub></i> in N/mm <sup>2</sup> ≥	Bruchdehnung <i>A<sub>10</sub></i> in % ≥	Brinellhärte <sup>4)</sup> ≈
Rohre <sup>3)</sup>	<b>MgMn2 F22</b>	3.5200.08	gepresst und nachgerichtet oder gezogen und nachgerichtet	bis 2	165	2	40
	<b>MgMn2 F20</b>	3.5200.08		> 2	145	1,5	40
	<b>MgAl3Zn F24</b>	3.5312.08	bis 10	155	10	45	
	<b>MgAl6Zn F27</b>	3.5612.08		bis 10	175	10	55

Fortsetzung und Fußnoten s. nächste Seite



Tabelle 261.1 Fortsetzung

Halbzeug	Kurzzeichen	WNr	Zustand <sup>2)</sup>	Maße <sup>3)</sup> in mm	0,2%-Dehn- grenze $R_{p0,2}$ in N/mm <sup>2</sup> $\geq$	Bruch- dehnung $A_{10}$ in % $\geq$	Brinell- härte <sup>4)</sup> $\approx$
Stangen <sup>3)6)</sup>	<b>MgMn2 F20</b>	3.5200.08	gepresst und nachgerichtet oder gezogen und nachgerichtet	bis 5000	145	1,5	40
	<b>MgAl3Zn F24</b>	3.5312.08		bis 5000	155	10	45
	<b>MgAl6Zn F27</b>	3.5612.08		bis 5000 > 5000 $\leq 11$ 300	195 175	10 8	55 55
	<b>MgAl6Zn F25</b>	3.5612.08		> 11300	175	6	55
	<b>MgAl8Zn F29</b> <b>MgAl8Zn F27</b>	3.5812.08 3.5812.08		bis 5000 > 5000	205 195	10 8	60 60
	<b>MgAl8Zn F31</b>	3.5812.66	gepresst und warmausgehärtet	bis 5000	215	6	60
Strangpress- profile <sup>3)7)</sup>	<b>MgMn2 F22</b>	3.5200.08	gepresst und nachgerichtet	bis 2	165	2	40
	<b>MgMn2F20</b>	3.5200.08		>2	145	1,5	40
	<b>MgAl3Zn F24</b>	3.5312.08		bis 10	155	10	45
	<b>MgAl6Zn F27</b>	3.5612.08		bis 10	175	10	55
	<b>MgAl8Zn F29</b>	3.5812.08		bis 10	205	10	60
	<b>MgAl8Zn F31</b>	3.5812.66	gepresst und warmausgehärtet	bis 10	215	6	60
Gesenk- schmiedeteile <sup>5)</sup>	<b>MgAl3Zn F24</b>	3.5312.08	gepresst	–	155	8	40
	<b>MgAl6Zn F27</b>	3.5612.08		–	175	6	55
	<b>MgAl8Zn F29</b>	3.5812.08		–	205	6	60
	<b>MgAl8Zn F31</b>	3.5812.66	gepresst und warmausgehärtet	–	215	6	65

1) Zugfestigkeit  $R_m$  in N/mm<sup>2</sup> > der Zahl hinter dem Buchstaben F multipliziert mit 10.

2) Für die Zustände gepresst und gezogen ist die Anhängenzahl .08 eingesetzt; das Ziehen dient lediglich zum Erzielen engerer Maßtoleranzen.

3) Für Rohre ist die Wanddicke in mm, für Stangen der Querschnitt in mm<sup>2</sup> und für Strangpressprofile die Stegdicke in mm angegeben.

4) Härtewert 25 bis 55: Belastungsgrad 5 D<sup>2</sup>, darüber 10 D<sup>2</sup>.

5) Die Werte gelten nur in Richtung des Faserverlaufs. Werte in anderen Richtungen liegen niedriger und sind mit dem Hersteller zu vereinbaren.

6) Für Flachstangen bis 10 mm Dicke gelten die Werte für Stangen.

7) Für Strangpressprofile über 10 mm Stegdicke gelten die Werte für Stangen gleicher Querschnittsgröße.

### DIN 17860 Bänder und Bleche aus Titan und Titanlegierungen – Technische Lieferbedingungen (Nov 1990)

### DIN 17862 Stangen aus Titan und Titanlegierungen – Technische Lieferbedingungen (Feb 1993)

### DIN 17864 Schmiedestücke aus Titan und Titan-Knetlegierungen (Freiform- und Gesenkschmiedeteile) – Technische Lieferbedingungen (Feb 1993)

In den Normen sind die Anforderungen an Herstellverfahren, chemische Zusammensetzung, mechanisch-technologische Eigenschaften, Maß- und Formtoleranzen an die Oberflächenbeschaffenheit festgelegt. Weiter sind die Anforderungen an durchzuführende Prüfungen geregelt. Näheres s. Norm. Die Anhaltsangaben gelten für die Titanwerkstoffe **Ti1 Ti2 Ti3 Ti4**, für die niedriglegierten Werkstoffe **Ti1Pd Ti2Pd Ti3Pd TiNi0,8Mo0,3** und für die hochlegierten Werkstoffe **TiAl5Fe2,5 TiAl5Sn2,5 TiAl6Sn2Zr4Mo2Si TiAl6Zr5Mo0,5Si TiAl6V4 TiAl6V6Sn2 TiAl4Mo4Sn2**. Werkstoffnummer s. Werkstoffübersicht.

Die Technischen Lieferbedingungen für geschweißte kreisförmige Rohre aus Titan und Titanlegierungen sind in DIN 17866 enthalten, für nahtlose kreisförmige Rohre gilt DIN 17861, Drähte sind in DIN 17863 genormt. Zusätzliche Werkstoffeigenschaften von Titan und Titanlegierungen, wie Temperaturabhängigkeit bei erhöhten und bei tiefen Temperaturen, Zeitstandfestigkeit s. DIN 17869.

Tabelle 263.1 Mechanische Eigenschaften für den hochlegierten Werkstoff TiAl6V4<sup>1)</sup>

Halbzeug	WNR <sup>2)</sup>	Nennmaß <sup>3)</sup>		$R_{p0,2}$	$R_m$	$A_5$ <sup>4)</sup>		Z		HB
		über	bis			längs	quer	längs	quer	
Bleche, tafelgewalzt <sup>5)</sup> DIN 17860	3.7165	–	6	870	min. 920	8	–	–	–	310
		6	100	830	min. 900	–	8	–	–	
Stangen DIN 17862	3.7165.1 3.7165.7	6	80	830	min. 900	10	–	25	–	310
		80	150	830	min. 900	8	–	20	–	
		6	25	1000	min. 1070	8	–	15	–	
Schmiedestücke DIN 17864	3.7165.1 3.7165.7	10	80	830	min. 900	10	10	25	25	–
		80	150	830	min. 900	8	8	20	20	–
		–	13	1030	min. 1100	8	8	20	20	–
		13	25	990	min. 1060	8	8	15	15	–

<sup>1)</sup> Mechanische Eigenschaften:  $R_{p0,2}$  = Mindestwert der 0,2%-Dehngrenze in N/mm<sup>2</sup>;  $R_m$  = Mindestwert der Zugfestigkeit in N/mm<sup>2</sup>;  $A$  = Mindestwert der Bruchdehnung in %,  $Z$  = Mindestwert der Brucheinschnürung in %; HB = Brinellhärte (Ungefährwerte, für die Abnahme nicht bindend).

<sup>2)</sup> Die Anhängeszahlen kennzeichnen den Werkstoffzustand .1: gegläht .7: lösungsgegläht und warmausgelagert.

<sup>3)</sup> Bleche: Nennstärke  $s$ ; Stangen: Durchmesser, Seitenlänge, Schlüsselweite; Schmiedestücke: Dicke (Maße in mm).

<sup>4)</sup> Für Bleche: linke Spalte Mindestwert der Bruchdehnung  $A_{50}$  für Dicken bis 5 mm, rechte Spalte Mindestwert der Bruchdehnung  $A_5$  für Dicken über 5 mm.

<sup>5)</sup> Bänder, Bleche aus Band nicht handelsüblich.

### 8.2.5.2.2 Verschiedene Profile aus Leichtmetall – Grenzabmaße und Formtoleranzen

Bestellbeispiele für Lieferaufträge sowie errechnete Querschnitte und Gewichte s. Normen. Rohre s. Anschn. 8.2.5.2.4.

#### DIN EN 754-3 Aluminium und Aluminiumlegierungen – Gezogene Stangen und Rohre – Rundstangen (Jan 1996)

Diese Norm löst die Norm DIN 1798 ab. Sie gilt für Rundstangen von 3 bis 100 mm Durchmesser. Im Gegensatz zu DIN 1798 werden hier keine Vorzugsmaße mehr aufgeführt.

Durchmesser  $D$  und Grenzabmaße (mm): 3 bis 6  $-0,08 \geq 6$  bis 10  $-0,09 \geq 10$  bis 18  $-0,11 \geq 18$  bis 30  $-0,13 \geq 30$  bis 50  $-0,16 \geq 50$  bis 65  $-0,19 \geq 65$  bis 80  $-0,30 \geq 80$  bis 100  $-0,35$ .

Zulässige Formtoleranzen s. Norm. Zur Festlegung der technischen Lieferbedingungen s. Teil 1 der Norm als Ersatz für DIN 1742-2 und DIN 1747-2. Teil 2 der Norm legt die Grenzwerte der mechanischen Eigenschaften fest und ist als Ersatz für DIN 1746-1 und DIN 1747-1 vorgesehen (s. Norm).

#### DIN EN 754-4 Aluminium und Aluminiumlegierungen – Gezogene Stangen und Rohre – Vierkantstangen – Grenzmaße und Formtoleranzen (Jan 1996)

Diese Norm löst die Norm DIN 1796 ab. Sie gilt für Vierkantstangen mit einer Seitenlänge von 3 bis 100 mm. Im Gegensatz zur DIN 1796 werden hier keine Vorzugsmaße mehr aufgeführt.

Seitenlänge  $S$  und Grenzabmaße (mm): 3 bis 8  $-0,08 \geq 8$  bis 10  $-0,09 \geq 10$  bis 18  $-0,11 \geq 18$  bis 30  $-0,13 \geq 30$  bis 50  $-0,16 \geq 50$  bis 65  $-0,19 \geq 65$  bis 80  $-0,30 \geq 80$  bis 100  $-0,35$ .

Maximale Kantenradien ( $\leq$  mm) für Seitenlänge  $S$ : 3 bis 6 (0,4)  $\geq 6$  bis 30 (0,8)  $\geq 30$  bis 60 (1,0)  $\geq 60$  bis 80 (1,5)  $\geq 80$  bis 100 (2,0).

Zulässige Formtoleranzen s. Norm. Zur Festlegung der technischen Lieferbedingungen und der Grenzwerte der mechanischen Eigenschaften s. Bemerkungen zum Teil 1 der Norm.

#### DIN EN 754-5 Aluminium und Aluminiumlegierungen – Gezogene Stangen und Rohre – Rechteckstangen Grenzmaße und Formtoleranzen (Jan 1996)

Diese Norm löst die Norm DIN 1769 ab.

Sie gilt für Rechteckstangen mit einer Dicke von 2 bis 60 mm und einer Breite von 5 bis 200 mm. Im Gegensatz zu DIN 1769 werden hier keine Vorzugsmaße mehr aufgeführt.

Dieser Teil der Norm legt die Grenzabmaße und Formtoleranzen (s. Norm) für gezogene Rechteckstangen fest. Entsprechend dem Schwierigkeitsgrad der Herstellung der Erzeugnisse sind die Werkstoffe für diese Norm in zwei Gruppen eingeteilt: Die Gruppeneinteilung ist identisch mit der in DIN EN 755-5.

Maximale Kantenradien für Werkstoffgruppe I/II ( $\leq$  mm/ $\leq$  mm) für Dicke  $t$ : 2 bis 10 (0,4/0,6)  $\geq 10$  bis 30 (0,8/1,0)  $\geq 30$  bis 60 (1,5/2,0)  $\geq 60$  bis 80 (1,5).

Zur Festlegung der technischen Lieferbedingungen und der Grenzwerte der mechanischen Eigenschaften s. Bemerkungen zum Teil 1 der Norm.

### DIN EN 754-6 Aluminium und Aluminiumlegierungen – Gezogene Stangen und Rohre – Sechskantstangen (Jan 1996)

DIN EN 754-6 löst die Norm DIN 1797 ab. Sie gilt für Sechskantstangen mit einer Schlüsselweite von 3 bis 80 mm. Im Gegensatz zu DIN 1797 werden hier keine Vorzugsmaße mehr aufgeführt.

Schlüsselweite  $S$  und Grenzabmaße (mm): 3 bis 6  $-0,08 \geq 6$  bis 10  $-0,09 \geq 10$  bis 18  $-0,11 \geq 18$  bis 30  $-0,13 \geq 30$  bis 50  $-0,16 \geq 50$  bis 65  $-0,19 \geq 65$  bis 80  $-0,30$ .

Maximale Kantenradien ( $\leq$  mm) für Schlüsselweite  $S$ : 3 bis 8 (0,2)  $\geq 8$  bis 30 (0,4)  $\geq 30$  bis 60 (0,6)  $\geq 60$  bis 80 (0,8). Anhaltsangaben zu weiteren Grenzabmaßen und Formtoleranzen s. Norm.

Zur Festlegung der technischen Lieferbedingungen und der Grenzwerte der mechanischen Eigenschaften s. Bemerkungen zum Teil 1 der Norm.

### DIN EN 755-3 Aluminium und Aluminiumlegierungen – Stranggepresste Stangen, Rohre und Profile – Rundstangen – Grenzabmaße und Formtoleranzen (Aug 1995)

Werkstoffangaben s. DIN EN 755-5. Teil 3 der Norm legt Grenzabmaße und Formtoleranzen für stranggepresste Rundstangen fest, mit Durchmessern  $D$  in Bereichen:  $\geq 8$  bis 18; bis 25; bis 40; bis 50; bis 65; bis 80; bis 100; bis 120; bis 150; bis 180; bis 220 und 270 bis 320 mm.

Maßbereiche der Seitenlängen  $S$  und Grenzabmaße ( $\pm$  mm) für die Werkstoffgruppe I und II in ( ):  $\leq 18$ : 0,22 (0,30);  $> 18$ : 0,25 (0,35);  $> 25$ : 0,30 (0,40);  $> 40$ : 0,35 (0,45);  $> 50$ : 0,40 (0,50);  $> 65$ : 0,45 (0,70);  $> 80$ : 0,55 (0,90);  $> 100$ : 0,65 (1,0);  $> 120$ : 0,80 (1,2);  $> 150$ : 1,0 (1,4);  $> 180$ : 1,15 (1,7);  $> 220$ : 1,3 (2,0);  $> 270$ : 1,6 (2,5).

Anhaltsangaben zu Formtoleranzen s. Norm. Technische Lieferbedingungen sind in DIN EN 755-1 festgelegt, s. Norm. Mit der vorliegenden Norm DIN EN 755-3 wird DIN 1799 ersetzt.

### DIN EN 755-4 Aluminium und Aluminiumlegierungen – Stranggepresste Stangen, Rohre und Profile – Vierkantstangen – Grenzabmaße und Formtoleranzen (Sep 1995)

Werkstoffangaben s. DIN EN 755-5.

Teil 4 der Norm legt Grenzabmaße und Formtoleranzen für stranggepresste Vierkantstangen fest, mit Seitenlängen  $S$ :  $\geq 10$ ; 18; 25; 40; 50; 65; 80; 100; 120; 150; 180 bis 220 mm (Bereiche, ähnl. Teil 3).

Maßbereiche der Seitenlänge  $S$  und Grenzabmaße ( $\pm$  mm) für die Werkstoffgruppe I und in ( ) II:  $\geq 10$  bis  $\leq 18$ : 0,22 (0,30);  $> 18$ : 0,25 (0,35);  $> 25$ : 0,30 (0,40);  $> 40$ : 0,35 (0,45);  $> 50$ : 0,40 (0,50);  $> 65$ : 0,45 (0,70);  $> 80$ : 0,55 (0,90);  $> 100$ : 0,65 (1,0);  $> 120$ : 0,80 (1,2);  $> 150$ : 1,0 (1,4);  $> 180$ : 1,15 (1,7).

Maximale Kantenradien ( $\leq$  mm) für Seitenlängen  $S$ : für die Werkstoffgruppen I und in Klammern II:  $\geq 10$ : 1,0 (1,5);  $> 25$ : 1,5 (2,0);  $> 50$ : 2,0 (3,0);  $> 80$ : 2,5 (3,0);  $> 120$ : 2,5 (4,0);  $> 180$  bis  $\leq 220$ : 3,5 (5,0).

Anhaltsangaben zu Formtoleranzen s. Norm. Technische Lieferbedingungen sind in DIN EN 755-1 festgelegt, s. Norm. Mit der vorliegenden Norm DIN EN 755-4 wird DIN 59700 ersetzt.

### DIN EN 755-5 Aluminium und Aluminiumlegierungen – Stranggepresste Stangen, Rohre und Profile – Rechteckstangen – Grenzabmaße und Formtoleranzen (Sep 1995)

Dieser Teil der DIN EN 755 legt die Grenzabmaße und Formtoleranzen (Anhaltsangaben s. Norm) für stranggepresste Rechteckstangen mit einer Dicke von 2 mm bis 240 mm und einer Breite von 10 mm bis 600 mm fest. Entsprechend dem Schwierigkeitsgrad der Herstellung der Erzeugnisse sind die Werkstoffe für diese Norm in zwei Gruppen eingeteilt:

Gruppe I: EN AW-1050A; -1070A; -1200; -1350; -3003; -3103; -5005; -5005A; -5051A; -5251; -6101A; -6101B; -6005; -6005A; -6106; -6012; -6018; -6351; -6060; -6061; -6261; -6262; -6063; -6063A; -6463; -6081; -6082.

Gruppe II: EN AW-2007; -2011; -2011A; -2014; -2014A; -2017; -2024; -2030; -5019; -5052; -5154A; -5454; -5754; -5083; -5086; -7003; -7005A; -7020; -7022; -7049A; -7075.

Werkstoffbezeichnung nach DIN EN 573-1. DIN EN 755-5 ist Ersatz für DIN 1770.

### DIN EN 755-6 Aluminium und Aluminiumlegierungen – Stranggepresste Stangen, Rohre und Profile – Sechskantstangen – Grenzabmaße und Formtoleranzen (Sep 1995)

Werkstoffangaben s. DIN EN 755-5. Teil 6 der Norm legt Grenzabmaße und Formtoleranzen für stranggepresste Sechskantstangen fest, mit Schlüsselweiten (Bereiche ähnl. Teil 3)

$S$ :  $\geq 10$ ; 18; 25; 40; 50; 65; 80; 100; 120; 150; 180 bis 220 mm.

Maßbereiche der Schlüsselweiten  $S$  und Grenzabmaße ( $\pm$  mm) für die Werkstoffgruppe I und II in ( ):  $\leq 18$ : 0,22 (0,30);  $> 18$ : 0,25 (0,35);  $> 25$ : 0,30 (0,40);  $> 40$ : 0,35 (0,45);  $> 50$ : 0,40 (0,50);  $> 65$ : 0,50 (0,70);  $> 80$ : 0,55 (0,90);  $> 100$ : 0,65 (1,0);  $> 120$ : 0,80 (1,2);  $> 150$ : 1,0 (1,4);  $> 180$ : 1,15 (1,7).

Die maximalen Kantenradien ( $\leq$  mm) für Schlüsselweiten  $S$ , für beide Werkstoffgruppen zusammengefasst:

$\geq 10$ : 1,5;  $> 30$ : 2,0;  $> 60$ : 2,5;  $> 80$ : 3,0;  $> 120$ : 4,0;  $> 180$ : 5,0.

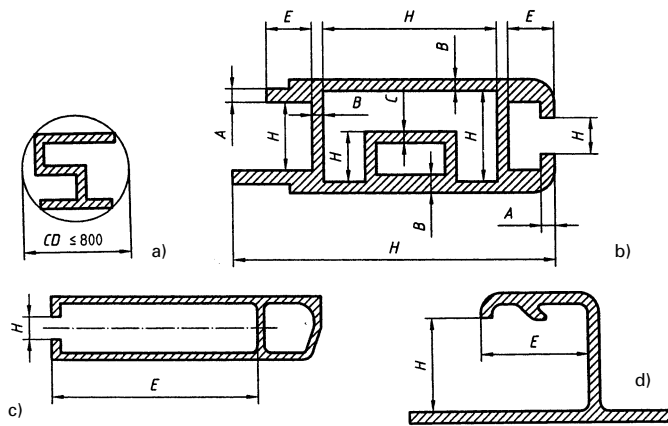
Anhaltsangaben zu weiteren Grenzabmaßen und Formtoleranzen s. Norm. Technische Lieferbedingungen sind in DIN EN 755-1 festgelegt, s. Norm. Mit der vorliegenden Norm DIN EN 755-6 wird DIN 59701 ersetzt.

**DIN EN 755-9 Aluminium und Aluminiumlegierungen – Stranggepresste Stangen, Rohre und Profile – Profile, Grenzabmaße und Formtoleranzen (Jun 2001)**

Dieser Teil von DIN EN 755 legt die Grenzabmaße und Formtoleranzen für stranggepresste Profile fest, deren Querschnitt in einem Umschlingungskreis mit einem Durchmesser von maximal 800 mm enthalten ist (s. Bild 265.1a). Diese Norm gilt nur für stranggepresste Profile für allgemeine Anwendungen. Die Grenzabmaße in dieser Norm gelten nur für die Maße, die wirklich gemessen werden können.

Für die Anwendung der Norm sind die Werkstoffe in zwei Gruppen eingeteilt entsprechend dem Schwierigkeitsgrad der Herstellung der Erzeugnisse. Die am häufigsten für allgemeine Anwendungen eingesetzten Werkstoffe sind in der Gruppe I: EN AW-1050A, EN AW-1070A, EN AW-1200, EN AW-1350, EN AW-3003, EN AW-3103, EN AW-5005, EN AW-5005A, EN AW-6101A, EN AW-6101B, EN AW-6005, EN AW-6005A, EN AW-6106, EN AW-6008, EN AW-6060, EN AW-6063, EN AW-6063A, EN AW-6463. Werkstoffe der Gruppe II s. Norm. Die Eingruppierung von anderen Werkstoffen muss zwischen Lieferer und Kunden vereinbart werden.

Grenzabmaße (Querschnittsmaße): Die Grenzabmaße für die nachstehenden Maße (s. Bild 265.1b) sind festgelegt: A: Wanddicken, mit Ausnahme jener, welche die Hohlräume der Hohlprofile umschließen; B: Wanddicken, die Hohlräume von Hohlprofilen umschließen, außer Wanddicken zwischen zwei Hohlräumen; C: Wanddicken zwischen zwei Hohlräumen von Hohlprofilen; E: Länge des kürzeren Schenkels von Profilen mit offenen Enden; H: alle Maße außer Wanddicke.



**Bild 265.1**  
DIN EN 755-9: a) Umschlingungskreis, b) Definition der Maße A, B, C, E, H, c) Hohlprofil mit offenen Enden, d) Vollprofil mit offenen Enden

**Tabelle 265.2** Grenzabmaße für Querschnittsmaße von Voll- und Hohlprofilen DIN EN 755-9

Grenzabmaße für Querschnittsmaße von Voll- und Hohlprofilen – Werkstoffgruppe 1<sup>1)</sup> 2) 3)

Maß H		Grenzabmaße für H bei Umschlingungskreis CD				
über	bis	CD ≤ 100	100 < CD ≤ 200	200 < CD ≤ 300	300 < CD ≤ 500	500 < CD ≤ 800
–	10	±0,40	±0,30	±0,35	±0,40	±0,50
10	25	±0,30	±0,40	±0,50	±0,60	±0,70
25	50	±0,50	±0,60	±0,80	±0,90	±1,0
50	100	±0,70	±0,90	±1,1	±1,3	±1,5
100	150	–	±1,1	±1,3	±1,5	±1,7
150	200	–	±1,3	±1,5	±1,8	±2,0
200	300	–	–	±1,7	±2,1	±2,4
300	450	–	–	–	±2,8	±3,0
450	600	–	–	–	±3,8	±4,2
600	800	–	–	–	–	±5,0

Fortsetzung und Fußnoten s. nächste Seite

Tabelle 265.2 Fortsetzung

Zuschläge zu den Grenzabmaßen für Querschnittsmaß  $H$  von Voll- und Hohlprofilen mit offenen Enden der Werkstoffgruppen I und II

über	Maß $E$		Zuschläge zu den Grenzabmaßen für $H$ 3 für Maße an den Enden von Profilen mit offenen Enden <sup>1)</sup>
	über	bis	
–	–	20	–
20	–	30	± 0,15
30	–	40	± 0,25
40	–	60	± 0,40
60	–	80	± 0,50
80	–	100	± 0,60
100	–	125	± 0,80
125	–	150	± 1,0
150	–	180	± 1,2
180	–	210	± 1,4
210	–	250	± 1,6
250	–	–	± 1,8

<sup>1)</sup> Werkstoffgruppe II s. Norm. Maße in mm

<sup>2)</sup> Diese Grenzabmaße gelten nicht für die Werkstoffzustände O und T×510 (s. DIN EN 515). Für diese Werkstoffzustände müssen die Grenzabmaße vereinbart werden.

<sup>3)</sup> Bei Profilen mit offenen Enden, s. Bild 267.1c und d, müssen die Grenzabmaße für  $H$  im Bereich der offenen Enden um die in der Tabelle festgelegten Werte erhöht werden.

Beispiel der Grenzabmaßberechnung an Profilen mit offenen Enden: Maß  $H$ : 20 mm; Maß  $E$ : 100 mm; Umschlingungskreis  $CD$  100 mm bis 200 mm; Werkstoffgruppe I.

Das Grenzabmaß für  $H$  nach Tab. 265.2 ist ±0,40 mm; plus Zuschlag zu den Grenzabmaßen von ±0,60 mm; Gesamtgrenzabmaß für  $H$  = ±1,0 mm.

Grenzabmaße für Wanddicken und Festlängen sowie Formtoleranzen (Geradheit, Konvexität – Konkavität, Kontur, Verwindung, Neigung) s. Norm. Sofern nicht anders vereinbart, dürfen scharfe Ecken und Kanten leicht abgerundet werden. Für Werkstoffgruppe I gilt: Die maximal zulässigen Ecken- und Kantenradien müssen für Wanddicken  $A$ ,  $B$  oder  $C \leq 5$  mm =  $0,6 \pm 0,5$  mm und für Wanddicken  $> 5$  mm =  $1,0$  mm ± 10% betragen.

DIN EN 755-9 ersetzt die frühere nationale Norm DIN 1748-4.

### DN 9711-3 Strangpressprofile aus Magnesium – zulässige Abweichungen (Feb 1963)

Die Grenzabmaße gelten für Strangpressprofile, die innerhalb eines umschreibenden Kreises nach Bild 266.1 liegen. Für Querschnittsmaße an Profilen (s. Bild 266.2), einschließlich der Außenmaße an Hohlprofilen, mit

$$l_{2,\max} : s_{\min} < 20 : 1 \quad b_{\max} : s_{\min} < 20 : 1 \quad s_{\max} : s_{\min} < 4 : 1$$

(Schenkelhöhe  $l_2$ , Schenkellänge  $b$ , Wanddicke  $s$ ) sind die Grenzabmaße wie folgt festgelegt (mm):

Grenzabmaße (±) für Nennmaßbereiche von  $l_2$  und  $b$ : 0,2: ≤10 0,25: >10 bis 15 0,35: 15 bis 30 0,45: >30 bis 50 0,6: >50 bis 80 0,7: >80 bis 100 0,9: >100 bis 120 1,1: >120 bis 150 1,3: >150 bis 180 1,5: >180 bis 240 1,7: >240 bis 300

Grenzabmaße (±) für Nennmaßbereiche von  $s$ : 0,15: ≤1,5 0,2: >1,5 bis 3 0,25: >3 bis 6 0,3: >6 bis 10 0,4: >10 bis 15 0,5: >15 bis 20 0,6: >20 bis 30 0,7: >30 bis 40

Wird ein vorstehend genanntes Verhältnis der Maße überschritten, so gelten andere Grenzabmaße (s. Norm). Herstelllängen: ≥2000 mm; 10% einer Lieferung dürfen Unterlängen ≥1000 mm haben.

Festlängen sind bei der Bestellung besonders zu vereinbaren. Als Kennzeichen wird „fest“ hinter die Längenangabe gesetzt. Grenzabmaße für Festlängen s. Norm. Grenzabmaße für Wanddicken der Hohlprofile sowie für Form und Lage s. Norm.

Gestaltung von Strangpressprofilen für besondere Zwecke aus Magnesium s. DIN 9711-2.

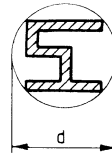


Bild 266.1  
 $d = 150$  mm für  
DIN 9711-3

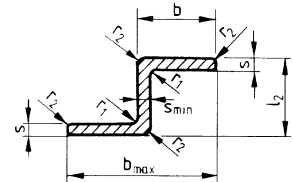


Bild 266.2 Profil nach DIN 9711-3

### **DIN EN 586-3 Aluminium und Aluminiumlegierungen – Schmiedestücke – Grenzabmaße und Formtoleranzen (Feb 2002)**

Dieser Teil der Norm legt die Grenzabmaße und Formtoleranzen für warmgeformte Schmiedestücke aus Aluminiumwerkstoffen fest, s. Abschn. 10. In Abhängigkeit von ihrer Verformbarkeit werden die Werkstoffe dieser Norm in zwei Werkstoffgruppen eingeteilt. Werkstoffgruppe I enthält leicht schmiedbare Werkstoffe: EN AW-6082 [Al Si1MgMn], die Werkstoffe der Gruppe II sind schwer schmiedbar: EN AW-2014 [Al Cu4SiMg]; EN AW-2024 [Al Cu4Mg1]; EN AW-5754 [Al Mg3]; EN AW-5083 [Al Mg4,5Mn0,7]; EN AW-7075 [Al Zn5,5MgCu]. Für die ausgewählten Werkstoffe sind die mechanischen Eigenschaften in DIN EN 586-2 festgelegt.

#### **8.2.5.2.3 Bleche und Bänder aus Nichteisenmetallen – Grenzabmaße und Formtoleranzen**

Festlegungen für Bleche und Bänder aus Kupfer sind DIN EN 13599 enthalten, s. Abschn. 8.4 „Werkstoffe der Elektrotechnik“.

Die Bestellanangaben sind in den jeweiligen Technischen Lieferbedingungen einer Normenreihe beschrieben. In den häufigsten Fällen sind folgende Angaben erforderlich: Form des Erzeugnisses (z. B. Blech), Werkstoffbezeichnung, Werkstoffzustand, Maße des Erzeugnisses einschließlich Grenzabmaßen, weitere erzeugnispezifische Einzelheiten und ggf. Sonderanforderungen (z. B. Prüfzeugnisse) s. jeweilige Norm.

### **DIN EN 485-3 Aluminium und Aluminiumlegierungen – Bänder, Bleche und Platten – Grenzabmaße und Formtoleranzen für warmgewalzte Erzeugnisse (Jun 2003)**

DIN EN 485-3 ersetzt DIN 59600. Die Norm gilt für warmgewalzte Bänder, Bleche und Platten in Dicken von 2,5 mm bis einschließlich 400 mm bei Breiten bis 3500 mm und Längen bis 5000 mm. Festlegung der zulässigen Grenzabmaße für Dicke, Breite, Länge und Formtoleranzen (Geradheit, Ebenheit und Rechtwinkligkeit) s. Norm. Längen-Grenzabmaße und Formtoleranzen sind für Bänder nicht festgelegt. Werte für kaltgestauchte Platten sind zu vereinbaren.

Nennstärken in mm:  $\geq 2,5$  4,0 5,0 6,0 8,0 10 15 20 30 40 50 60 80 100 150 220 350 bis 400. Werkstoffe s. DIN EN 485-2. Technische Lieferbedingungen sind in DIN EN 485-1 festgelegt, s. Norm.

### **DIN EN 485-4 Aluminium und Aluminiumlegierungen – Bänder, Bleche und Platten – Grenzabmaße und Formtoleranzen für kaltgewalzte Erzeugnisse (Jan 1994)**

Die Norm gilt für kaltgewalzte Erzeugnisse mit Breiten bis 3500 mm in Dicken über 0,20 mm bis 50 mm. Bleche und Platten: Nennlängen bis 15000 mm. Festlegung der zulässigen Grenzabmaße für Dicke, Breite, Länge und Formtoleranzen (Geradheit, Ebenheit und Rechtwinkligkeit) s. Norm. Längen-Grenzabmaße, Ebenheits- und Rechtwinkligkeitstoleranzen sind für Bänder nicht festgelegt. Dicken-Grenzabmaße gelten für zwei Legierungsgruppen. Beispiele für Werkstoffe der Gruppe I (leicht verformbar) 1080A 1070A 1050A 1200 3003 3103 3005 3105 4006 4007 5005 5050 8011A, Gruppe II s. Norm. Chemische Zusammensetzung der Werkstoffe s. DIN EN 573-3. Nennstärken in mm:  $> 0,2$  0,4 0,5 0,6 0,8 1,0 1,2 1,5 1,8 2,0 2,5 3,0 3,5 4,0 5,0 6,0 8,0 10 12 15 20 25 30 40 bis 50.

Mechanische Eigenschaften der Werkstoffe s. DIN 485-2. Technische Lieferbedingungen sind in DIN EN 485-1 festgelegt, s. Norm. DIN EN 485-4 ersetzt DIN 1783.

### **DIN EN 546-3 Aluminium und Aluminiumlegierungen – Folien – Grenzabmaße (Aug 1996)**

Der Anwendungsbereich dieser Norm ist für einfach und doppelt gewalzte Folien von Dicken ab 6  $\mu\text{m}$  bis 200  $\mu\text{m}$  angegeben.

Grenzabmaße in Klammern der Breite  $\leq 1000$  mm: symmetrisch ( $\pm 1$ ), nur plus (+2), nur minus (-2)

Grenzabmaße in Klammern der Breite  $> 1000$  mm: symmetrisch ( $\pm 2$ ), nur plus (+4), nur minus (-4)

Technische Lieferbedingungen s. Teil 1 der Norm. Dieser Teil der Norm ist zusammen mit DIN EN 485-4 Ersatz für DIN 1784.

### **DIN EN 1386 Aluminium und Aluminiumlegierungen – Bleche mit eingewalzten Mustern – Spezifikationen (Feb 1997)**

Bleche nach dieser Norm sind an der Unterseite glatt und haben an der Oberseite ein eingewalztes erhabenes Muster (Arten: Duett, Quintett, Diamant, Gerstenkorn, Mandel, s. Bild 268.1 und 268.2). Die Norm gilt für Bleche, Bänder und Platten in Dicken von 1,2 mm bis 20 mm und Breiten bis 2500 mm sowie für Bleche und Platten mit einer Länge bis 12500 mm. Erzeugnisse nach DIN EN 1386 werden hauptsächlich als Bodenbleche verwendet. Verwendete Werkstoffe: EN AW-1050A [Al 99,5], EN AW-3003 [Al Mn1Cu], EN AW-3103 [Al Mn1], EN AW-5052 [Al Mg2,5], EN AW-5754 [Al Mg3], EN AW-5083 [Al Mg4,5Mn0,7], EN AW-5086 [Al Mg4], EN AW-6061 [Al Mg1SiMgMn], EN AW-6082 [Al Si1MgMn], EN AW-7020 [Al Zn4,5Mg1]. Chemische Zusammensetzung der Werkstoffe s. DIN EN 573-3.

Technische Lieferbedingungen, Grenzabmaße, Formtoleranzen sowie Werkstoffzustände und Festigkeitseigenschaften s. Norm. DIN 1386 ersetzt DIN 59605.

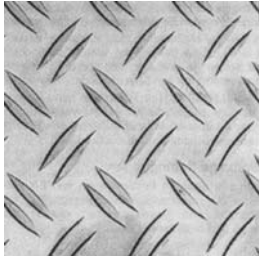


Bild 268.1 DIN EN 1386, Eingewalztes Muster, Art: Duett

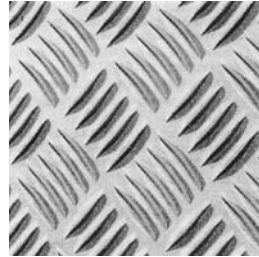


Bild 268.2 Eingewalztes Muster, Art: Quintett

### DIN 59610 Blei und Bleilegerungen – Gewalzte Bleche aus Blei zur allgemeinen Verwendung (Feb 2004)

Bleche aus Blei nach dieser Norm werden im Formwalzverfahren hergestellt.

Dicke (in mm): 0,5 0,6 0,7 0,75 0,8 0,9 1,0 1,25 1,5 2,0 2,5 3,0 4,0 5,0 6,0 8,0 10,0.

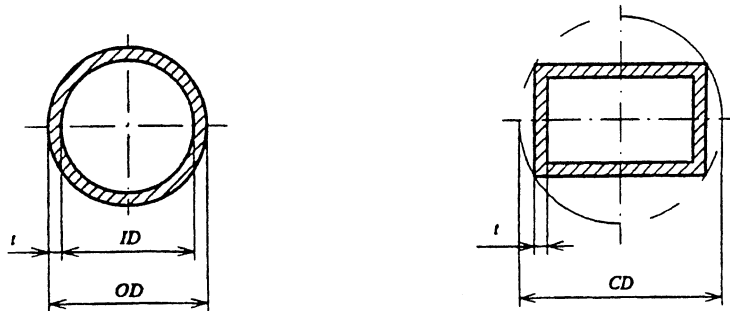
Breiten bis 2000 mm; Festlänge  $\leq 5000$  mm; Herstelllänge nach Vereinbarung. Die Oberfläche muss glatt, frei von Lunkern, Rissen, Schlackeneinschlüssen und Blätterungen sein. Zulässige Grenzabmaße s. Norm. Werkstoffauswahl (WNR): **Pb99,985Cu** (2.3021); **PbSb0,5** (2.3136), **Pb99,94Cu** (2.3035) s. DIN 17640-1 (Abschn. 8.2.3).

**Bezeichnungsbeispiel: Bleiblech DIN 59610 – Pb99,985Cu – 1,25** (1,25: Nenndicke in mm). Bestellangaben s. Norm. Blech für das Bauwesen ist in DIN EN 12588 genormt (s. Norm).

#### 8.2.5.2.4 Röhre aus Nichteisenmetallen – Grenzabmaße und Formtoleranzen

### DIN EN 754-7 Aluminium und Aluminiumlegierungen – Gezogene Stangen und Röhre – Nahtlose Röhre, Grenzabmaße und Formtoleranzen (Okt 1998)

Die Norm gilt für nahtlose Rundrohre von 3 bis 350 mm Durchmesser sowie für Vierkant-, Rechteck-, Sechskant- und Achteckrohre mit einem Querschnitt, der in einem Umschlingungskreis  $CD$  von 8 mm bis 200 mm enthalten ist, s. Bild 268.3.

Bild 268.3 Rundrohr mit Außendurchmesser  $OD$  und Umschlingungskreis  $CD$  für Röhre, ausgenommen Rundrohre

Außendurchmesser  $OD$  und maximal zulässige Abweichung des mittleren Durchmessers vom Nenndurchmesser (mm) für nicht wärmebehandelte Rundrohre:  $\geq 3$  bis  $8 \pm 0,04$   $> 8$  bis  $18 \pm 0,05$   $> 18$  bis  $30 \pm 0,06$   $> 30$  bis  $50 \pm 0,07$   $> 50$  bis  $80 \pm 0,09$   $> 80$  bis  $120 \pm 0,14$   $> 120$  bis  $200 \pm 0,25$   $> 200$  bis  $350 \pm 0,38$ . Für den Maßbereich  $> 18$  mm gilt der Nenndurchmesser auch für den Innendurchmesser  $ID$ . Bei der Bestellung dürfen nur zwei Nennmaße angegeben werden. Prozentual zulässige Grenzabweichung der Wanddicke  $t$  in mm für Rundrohre/sonstige Röhre:  $\geq 0,5$  bis  $2 \pm 10/\pm 12$   $> 2$  bis  $3 \pm 9/\pm 11$   $> 3 \pm 8/\pm 10$ . Zulässige Grenzabmaße für wärmebehandelte Rundrohre, Formtoleranzen sowie Inhaltsangaben zu Röhren mit anderem Querschnitt s. Norm. Festlegung der technischen Lieferbedingungen, s. Teil 1 der Norm. Die Grenzwerte der mechanischen Eigenschaften sind im Teil 2 der Norm enthalten. Im Gegensatz zu abgelösten Normen DIN 1795 werden hier keine Vorzugsmaße mehr aufgeführt.

### DIN EN 754-8 Aluminium und Aluminiumlegierungen – Gezogene Stangen und Röhre – Mit Kammerwerkzeug stranggepresste Röhre, Grenzabmaße und Formtoleranzen (Okt 1998)

Im Teil 8 der Norm werden die Grenzabmaße und Formtoleranzen für gezogene, mit Kammerwerkzeug stranggepresste Röhre von 3 bis 350 mm Außendurchmesser sowie für Vierkant-, Rechteck-, Sechskant- und Achteckrohre mit einem Querschnitt, der in einem Umschlingungskreis  $CD$  von 8 mm bis 200 mm enthalten ist, festgelegt, s. Bild 268.3.

Außendurchmesser  $OD$  und maximal zulässige Abweichung des mittleren Durchmessers vom Nenndurchmesser (mm) für nicht wärmebehandelte Rundrohre s. DIN EN 754-7. Für den Maßbereich  $> 18$  mm gilt der Nenndurchmesser auch



für den Innendurchmesser  $ID$ . Prozentual zulässige Grenzabweichungen der Wanddicke  $t$  in mm für Rundrohre:  $\geq 0,35$  bis  $2 \pm 7 > 2$  bis  $3 \pm 6 > 3 \pm 5$ . Zulässige Grenzabmaße für wärmebehandelte Rundrohre, Formtoleranzen sowie Anhaltsangaben zu Rohren mit anderem Querschnitt s. Norm.

Festlegung der technischen Lieferbedingungen, s. Teil 1 der Norm. Die Grenzwerte der mechanischen Eigenschaften sind im Teil 2 der Norm enthalten. Die Rohre werden aus nachfolgenden Werkstoffen hergestellt: EN AW-1050A; -1200; -1350; -3003; -3103; -5005; -5005A; -5051A; -5251; -5052; -6101A; -6101B; -6005; -6005A; -6012; -6018; -6351; -6060; -6061; -6261; -6262; -6063; -6063A; -6463; -6081; -6082; -7003; -7005; -7020.

### DIN EN 755-7 Aluminium und Aluminiumlegierungen – Stranggepresste Stangen, Rohre und Profile – Nahtlose Rohre – Grenzabmaße und Formtoleranzen (Okt 1998)

Dieser Teil der DIN EN 755 legt die Grenzabmaße und Formtoleranzen (Anhaltsangaben s. Norm) für stranggepresste nahtlose Rohre mit einem Außendurchmesser von 8 mm bis 450 mm oder für Vierkant-, Rechteck-, Sechskant- und Achteckrohre mit einem Querschnitt, der in einem Umschlingungskreis  $CD$  von 10 mm bis 350 mm enthalten ist, fest, s. Bild 268.3. Sie werden in geraden Längen geliefert. Entsprechend dem Schwierigkeitsgrad der Herstellung der Erzeugnisse sind die Werkstoffe für diese Norm in zwei Gruppen eingeteilt:

Gruppe I: EN AW-1050A; -1070A; -1200; -1350; -3003; -3103; -5005; -5005A; -6101A; -6101B; -6005; -6005A; -6106; -6060; -6063; -6063A; -6463.

Gruppe II: EN AW-2007; -2011; -2011A; -2014; -2014A; -2017A; -2024; -2030; -5019; -5051A; -5251; -5052; -5154A; -5454; -5754; -5083; -5086; -6012; -6018; -6351; -6061; -6261; -6262; -6081; -6082; -7003; -7005; -7020; -7022; -7049A; -7075

Werkstoffbezeichnung nach DIN EN 573-1. Außendurchmesser  $OD$  und maximal zulässige Abweichung des mittleren Durchmessers vom Nenndurchmesser (mm) für nicht wärmebehandelte Rundrohre:  $\geq 3$  bis  $18 \pm 0,25 > 18$  bis  $30 \pm 0,30 > 30$  bis  $50 \pm 0,35 > 50$  bis  $80 \pm 0,40 > 80$  bis  $120 \pm 0,60 > 120$  bis  $200 \pm 0,90 > 200$  bis  $350 \pm 1,40 > 350$  bis  $450 \pm 1,9$ . Für den Maßbereich  $> 18$  mm gilt der Nenndurchmesser auch für den Innendurchmesser  $ID$ . Bei der Bestellung dürfen nur zwei Nennmaße angegeben werden. Prozentual zulässige Grenzabweichung der Wanddicke  $t$  in mm für Rundrohre:  $\geq 0,5$  bis  $2 \pm 10 > 2$  bis  $3 \pm 9 > 3 \pm 8$ . Zulässige Grenzabmaße für wärmebehandelte Rundrohre, Formtoleranzen sowie Anhaltsangaben zu Rohren mit anderem Querschnitt s. Norm. DIN EN 755-7 ist Ersatz für DIN 9107. Im Gegensatz zu DIN 9107 werden hier keine Vorzugsmaße mehr aufgeführt.

### DIN EN 755-8 Aluminium und Aluminiumlegierungen – Stranggepresste Stangen, Rohre und Profile – Mit Kammerwerkzeug stranggepresste Rohre, Grenzabmaße und Formtoleranzen (Okt 1998)

Im Teil 8 der Norm werden die Grenzabmaße und Formtoleranzen für gezogene, mit Kammerwerkzeug stranggepresste Rohre von 8 mm bis 450 mm Außendurchmesser sowie für Vierkant-, Rechteck-, Sechskant- und Achteckrohre mit einem Querschnitt, der in einem Umschlingungskreis  $CD$  von 10 mm bis 350 mm enthalten ist, festgelegt, s. Bild 270.3. Außendurchmesser  $OD$  und maximal zulässige Abweichung des mittleren Durchmessers vom Nenndurchmesser (mm) für nicht wärmebehandelte Rundrohre s. DIN EN 755-7. Für den Maßbereich  $> 18$  mm gilt der Nenndurchmesser auch für den Innendurchmesser  $ID$ . Prozentual zulässige Grenzabweichung der Wanddicke  $t$  in mm für Rundrohre:  $\geq 0,5$  bis  $2 \pm 7 > 2$  bis  $3 \pm 6 > 3 \pm 5$ . Zulässige Grenzabmaße für wärmebehandelte Rundrohre, Formtoleranzen sowie Anhaltsangaben zu Rohren mit anderem Querschnitt s. Norm.

Festlegung der technischen Lieferbedingungen, s. Teil 1 der Norm. Die Grenzwerte der mechanischen Eigenschaften sind im Teil 2 der Norm enthalten. Die Rohre werden aus nachfolgenden Werkstoffen hergestellt: EN AW-1050A; -1200; -1350; -3003; -3103; -5005; -5005A; -5051A; -5251; -5052; -6101A; -6101B; -6005; -6005A; -6012; -6018; -6351; -6060; -6061; -6261; -6262; -6063; -6063A; -6463; -6081; -6082; -7003; -7005; -7020.

#### 8.2.5.3 Halbzeug aus Nickel – Grenzabmaße und Formtoleranzen

##### DIN 59760 Rundstangen aus Nickel und Nickel-Knetlegierungen, warmgewalzt – Maße, Grenzabmaße und Formtoleranzen (Sep 2006)

In dieser Norm sind die Grenzabmaße und Formtoleranzen für warmgewalzte Rundstangen mit einem Durchmesser  $d$  von 5 mm bis 180 mm festgelegt. Stufen (über/bis):  $\geq 5/15$   $15/25$   $25/35$   $35/50$   $50/70$   $70/110$   $110/120$   $120/145$   $145/180$ . Grenzabmaße des Durchmessers und Unrundheit s. Norm. Werkstoffe: Nickel und Nickel-Knetlegierungen nach DIN 17752, s. Norm. Zusammensetzung nach DIN 17740 und DIN 17742 bis DIN 17744.

Bestellbeispiele (Menge, Benennung, Norm, Durchmesser in mm, Länge in mm, Werkstoffbezeichnung und Zustand): für Herstelllängen: **2 t Rund DIN 59760 – 22 – NiCu30Fe F45** (oder mit Werkstoffnummer 2.4360 F45);

für Festlängen: **100 Stück Rund DIN 59760 – 22 x 2500 fest – NiCu30Fe F45;**

für Genauiglängen: **30 Stück Rund DIN 59760 – 22 x 1600 ± 10 – NiCu30Fe F45**

##### DIN 59761 Vierkantstangen aus Nickel und Nickel-Knetlegierungen, warmgewalzt – Maße, Grenzabmaße und Formtoleranzen (Sep 2006)

In dieser Norm sind die Grenzabmaße und Formtoleranzen für warmgewalzte Vierkantstangen mit Seitenlängen  $a$  von 15 mm bis 130 mm festgelegt. Stufen (über/bis):  $\geq 15/25$   $25/35$   $35/50$   $50/60$   $60/80$   $80/110$   $110/130$ . Grenzabmaße s. Norm.

Maximale Kantenrundung  $r$  in mm für Seitenlänge  $a$  (über/bis): 1,5 ( $\geq 15/20$ ); 2 (20/30); 2,5 (30/50); 3 (50/100); 4 (100/130). Werkstoffe: Nickel und Nickel-Knetlegierungen nach DIN 17752, s. Norm. Zusammensetzung nach DIN 17740 und DIN 17742 bis DIN 17744.

Bestellbeispiele (Menge, Benennung, Norm, Seitenlänge in mm, Stangenlänge in mm, Werkstoffbezeichnung und Zustand):  
für Herstelllängen: **100 t Vierkant DIN 59761 – 30 – NiCu30Fe F45** (oder mit Werkstoffnummer 2.4360 F45);  
für Festlängen: **100 Stück Vierkant DIN 59761 – 30 × 2500 fest – NiCu30Fe F45**;  
für Genauigkeiten: **30 Stück Vierkant DIN 59761 – 30 × 1600 ± 10 – NiCu30Fe F45**.

### **DIN 59763 Rechteckstangen aus Nickel und Nickel-Knetlegierungen, warmgewalzt – Maße, Grenzabmaße und Formtoleranzen (Sep 2006)**

In dieser Norm sind die Grenzabmaße und Formtoleranzen für warmgewalzte Rechteckstangen (Flachstangen) mit Breiten  $b$  von 15 mm bis 300 mm und Dicke  $a$  von 5 mm bis 80 mm festgelegt.

Breiten  $b$  über/bis (Maße in mm):  $\geq 15/36$ ; 36/87; 87/100; 100/120; 120/150; 180/220; 220/300. Die Dicke  $a$  der Rechteckstangen ist der Breite zugeordnet, Abstufungen und Grenzabmaße s. Norm. Maximal zulässige Kantenrundung  $r$  in mm für Dicke  $a$  (über/bis): 1 ( $-/10$ ); 2 (10/30); 2,5 (30/80). Ausführung: Ein Ende der Stange, das sorgfältig zu entgraten ist und keinen Stauchwulst aufweisen darf, muss das übliche Einführen in die Ziehvorrichtung gestatten.

Werkstoffe: Nickel und Nickel-Knetlegierungen nach DIN 17752, s. Norm. Zusammensetzung nach DIN 17740 und DIN 17742 bis DIN 17744.

Bestellbeispiele (Menge, Benennung, Norm, Breite in mm, Dicke in mm, Länge in mm, Werkstoffbezeichnung und Zustand):  
für Herstelllängen: **100 t Rechteck DIN 59763 – 80 × 15 – NiCr15Fe F50** (oder mit Werkstoffnummer 2.4816 F50)  
für Festlängen: **100 Stück Rechteck DIN 59763 – 80 × 15 × 2500 fest – NiCr15Fe F50**  
für Genauigkeiten: **30 Stück Rechteck DIN 59763 – 80 × 15 × 1600 ± 10 – NiCr15Fe F50**.

### **DIN 59740 Bleche aus Nickel und Nickel-Knetlegierungen, warmgewalzt – Maße, Grenzabmaße und Formtoleranzen (Jul 2004)**

### **DIN 59745 Bleche aus Nickel und Nickel-Knetlegierungen, kaltgewalzt – Maße, Grenzabmaße und Formtoleranzen (Jul 2004)**

### **DIN 59746 Bänder und Bleche aus gerichteten Bandabschnitten aus Nickel und Nickel-Knetlegierungen, kaltgewalzt – Maße, Grenzabmaße und Formtoleranzen (Jul 2004)**

Die Normen enthalten die Festlegungen für Maße, Grenzabmaße, Formtoleranzen und die Kantenbeschaffenheit, s. Norm. Verwendbare Werkstoffe nach DIN 17550 und Bezeichnungs- und Bestellbeispiele, s. Norm. Zusammensetzung nach DIN 17740, DIN 17742, DIN 17743 und DIN 17744.

DIN 59740 gilt für warmgewalzte Bleche bis 3000 mm Breite und Dicken von 2 mm bis 150 mm.

DIN 59745 gilt für kaltgewalzte Bleche bis 2500 mm Breite und für Dicken von 0,4 mm bis 6,5 mm.

DIN 59746 gilt für kaltgewalzte Bänder bis 1200 mm Breite in Herstelllängen und Bleche aus gerichteten Bandabschnitten.

### **DIN 59742 Ronden und Ringe aus Nickel und Nickel-Knetlegierungen, warmgewalzt – Maße, Grenzabmaße und Formtoleranzen (Jul 2004)**

Die Norm enthält die Festlegungen für Maße, Grenzabmaße, Formtoleranzen, s. Norm. Verwendbare Werkstoffe nach DIN 17550 und Bezeichnungs- und Bestellbeispiele, s. Norm. Zusammensetzung nach DIN 17740, DIN 17742, DIN 17743 und DIN 17744.

Die Norm gilt für Ronden aus warmgewalzten Blechen, hergestellt durch geschlossenen Schnitt GKG (mit Stempel und Schneidplatte) mit Dicke von 2 mm bis 5 mm und Durchmessern von 50 mm bis 600 mm und für Ronden und Ringe aus warmgewalzten Blechen, hergestellt durch offenen Schnitt (z. B. mit Kreisschere, Säge, Drehmaschine, Plasmabrennen, Wasserstrahl- und Laserschneiden) mit Dicken von 2 mm bis 150 mm und Durchmessern von 200 mm bis 3000 mm.

## **8.3 Nichtmetallische Stoffe**

Zu den nichtmetallischen Werkstoffen die in diesem Abschnitt behandelt werden gehören die Kunststoffe, Beschichtungsstoffe und die Holzwerkstoffe. Glas und Keramik sind als Isolierstoffe im Abschnitt 8.4 „Werkstoffe der Elektrotechnik“ zu finden. Papier und Pappe z. B. DIN 6730 (Begriffe) und DIN 6735 (Halbstoffe) s. Normen.

### **8.3.1 Kunststoffe**

Normen aus dem Gebiet der Kunststoffe sind auch in folgenden DIN-Taschenbüchern zusammengefasst: 21 (Duroplast-Kunstharze und Duroplast-Formmassen), 51 (Thermoplast-Halbzeuge), 52 und 171 (Rohre, Rohrleitungsteile und Rohrverbindungen), 150 (Dach- und Dichtungsbahnen, Folien, Bodenbeläge, Kunstleder), 18 und 48 (Prüfnormen). Beuth Verlag GmbH Berlin, Wien, Zürich.

### 8.3.1.1 Kunststoffe – Allgemeine Übersicht, Begriffe, Kurzzeichen

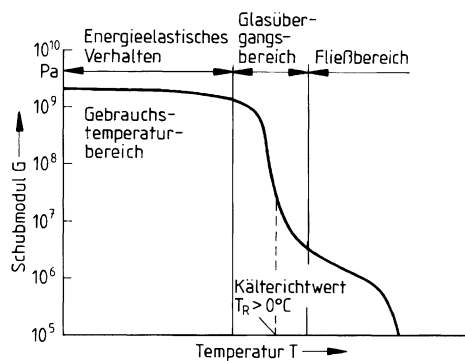


Bild 271.1  
Schematische Darstellung des Temperaturverlaufs des Schubmoduls  $G$  von amorphen Thermoplasten

Eine umfangreiche Gruppe verschiedenartiger Stoffe, deren wesentliche Bestandteile aus hochmolekularen organischen Verbindungen bestehen, wird unter dem Sammelnamen „Kunststoffe“ zusammengefasst. Je nach Art der Bestandteile und des Herstellverfahrens können die Eigenschaften der Kunststoffe sehr unterschiedlich sein. Für die Herstellung von Gegenständen kann deshalb derjenige Kunststoff gewählt werden, mit dem die für deren Anwendung wesentlichen Eigenschaften am besten erreicht werden können. Bei der Gestaltung von Kunststoffteilen ist zu beachten, dass andere Regeln gelten als für Metallteile (s. VDI-Richtlinien: VDI 2001, Formteile aus Thermoplasten. VDI 2006, Gestalten von Spritzgussteilen aus thermoplastischen Kunststoffen. VDI-Handbuch Kunststofftechnik. Beuth Verlag, Berlin, Wien, Zürich).

Nach DIN 7724 werden polymere Werkstoffe anhand der Temperaturabhängigkeit ihres mechanischen Verhaltens in die 4 Gruppen Thermoplaste, Elastomere, Thermoplastische Elastomere und Duroplaste eingeteilt, Beispiel s. Bild 271.1. Die meisten der üblicherweise als Kunststoffe bezeichneten polymeren Werkstoffe fallen in die Gruppen Thermoplaste (z. B. PVC, PS, PA, PE) und Duroplaste (z. B. Polymere auf Basis EP, UP, PF, UF). Begriffe und Einteilung für Schaumstoffe auf Basis polymerer organischer Werkstoffe nach DIN 7726, s.

Norm.

#### DIN EN ISO 472 Kunststoff – Fachwörterverzeichnis (Feb 2002)

Die Norm legt Begriffe der Kunststoffindustrie in drei Sprachen fest. Auswahl:

**amorph** (engl.: amorphous, frz.: amorphe): nichtkristallin oder ohne gleichmäßige kristalline Struktur.

**Duroplast** (engl.: thermoset, frz.: thermodurci): Kunststoff, der mit Wärme oder andern Mitteln härbar ist und sich dabei in ein praktisch unschmelzbares und unlösliches Produkt umwandelt. Auch: *gehärteter Kunststoff*

**Glasumwandlung; Glasübergang** (engl.: glass transition, frz.: transition vitreuse): reversible Umwandlung innerhalb eines amorphen Polymers oder in amorphen Bereichen eines partiell kristallinen Polymers von (oder zu) einem viskosen oder gummiartigen zu (oder von) einem verhältnismäßig harten (spröden) Zustand.

**Kunststoff; Formmasse** (engl.: plastic, frz.: plastique): Werkstoff, der als hauptsächlichsten Bestandteil ein Hochpolymer enthält und an einer gewissen Stufe seiner Verarbeitung zu Fertigprodukten oder Halbzeug spanlos geformt werden kann.

**Anmerkung:** In diesem Verzeichnis wird im Englischen und im Französischen das Wort „plastic, plastique“ auch zur Unterscheidung zwischen einem reinen Polymer (z. B. polystyrene) und dem in der Praxis verwendeten Kunststoff aus diesem Polymer (polystyrene plastic) verwendet. Im deutschen Sprachgebrauch ist dies unüblich, weshalb hier der Begriff „Formmasse“ verwendet wird (Polystyrol-Formmasse).

**thermoplastisch** (engl.: thermoplastic, frz.: thermoplastique): Eigenschaft eines Kunststoffs, in einem für ihn typischen Temperaturbereich wiederholt in der Wärme zu erweichen, beim Abkühlen zu erhärten und im erweichten Zustand wiederholt durch Fließen als Formteil, Extrudat oder Umformteil zu Halbzeug oder Gegenständen formbar zu sein.

#### DIN EN ISO 1043-1 Kunststoffe – Kennbuchstaben und Kurzzeichen – Basis-Polymere und ihre besonderen Eigenschaften (Jun 2002)

Die Norm dient dazu eine einheitliche Kurzschreibweise für Kunststoffe anzuwenden, wenn dies zweckmäßig ist, z. B. bei wiederholter Erwähnung eines Kunststoffes in Druckschriften oder zur Bestimmung des Basis – Polymers in Werkstoffen und Produkten (Beispiele: ABS–Spritzgussmasse, PVC–Rohr, PE–Tafel).

Die Kurzzeichen werden aus großgeschriebenen Kennbuchstaben zusammengesetzt, mit denen die Komponenten und ggf. zusätzliche besondere Eigenschaften gekennzeichnet werden. Die Kurzzeichen für Hochpolymere, Copolymere und natürliche Polymere werden in Tab. 272.1 wiedergegeben. Dabei werden nach den Regeln der IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry) bei der Benennung von Polymeren Teile des Namens in ( ) gesetzt, wenn nach „poly-“ mehr als ein Wort folgt. Komponenten, die zur Bildung von Kurzzeichen Verwendung finden: **A** Acetat, **Acryl**, **Acrylat**, **Acrylnitril**, **Alkoxy**, **Alkan**, **Allyl**, **Amid**, **AC** Acetat, **AH** Anhydrid, **AI** Amidimid, **AK** Acrylat, **AL** Alkohol, **AN** Acrylnitril, **AR** Arylat, **B** Block, **Butadien**, **Buten**, **Butyl**, **Butylen**, **Butyral**, **Butyrat**, **C** Carbonat, **Carboxy**, **Cellulose**, **Chlorid**, **chloriert**, **Chlor**, **Cresol**, **Kristall**, **Cyclo-**, **CS** Casein, **D** Di, **Dien**, **E** Ether, **Ethyl**, **Ethylen**, **EP** Epoxide, **EST** Ester, **F** Fluorid, **Fluor**, **Formaldehyd**, **Furan**, **FM** Formal, **I** Imid, **Iso**, **IR** Isocyanurat, **K** Carbazol, **Keton**, **L** Flüssig (Liquid), **M** Malein, **Melamin**, **Meth**, **Methacryl**, **Methacrylat**, **Methyl**, **Methylen**, **MA** Mothacrylat, **Methacrylsäure**, **N** Nitrat, **O** Octyl, **Oxy**, **OH** Alkohol, **OX** Oxid, **P** Penta, **Penten**, **Per**, **Phenol**, **Phenylen**, **Phthalat**, **Poly**, **Polyester**, **Polymer**, **Propionat**, **Propylen**, **Pyrolidon**, **S** Styrol, **Sulfid**, **SI** Silicon, **SU** Sulfon, **T** Terephthalat, **Tetra**, **Tri**, **U** Ungesättigt, **Urea**, **UR** Urethan, **V** Vinyl, **VD** Vinyliden.

Zur Unterscheidung zwischen Modifizierungen eines Polymers können Kurzzeichen mit bis zu vier Kennbuchstaben durch Anhängen ergänzt werden (Auswahl): **A** amorph, **B** Block, **B** bromiert, **C** chloriert, **D** Dichte, **E** verschäumt, verschäumbar, **E** elastomer, **F** flexibel, **F** flüssig, **H** hoch, **I** schlagzäh, **L** linear, **L** niedrig, **M** mittel, **M** molekular, **N** normal, **N** Novolak, **P** orientiert, **P** weichmacherhaltig, **R** erhöht, **R** Resol, **S** hart, **S** gesättigt, **S** duroplastisch, **T** sulfoniert, **T** Temperatur (beständig), **P** thermoplastisch, **U** ultra, **U** weichmacherfrei, **U** ungesättigt, **V** sehr, **W** Gewicht, **X** vernetzt, vernetzbar.

**Beispiel Poly(vinylchlorid), weichmacherhaltig: PVC–P.** Basispolymer: Poly(vinylchlorid) (PVC); besondere Eigenschaft: weichmacherhaltig P.

DIN EN ISO 1043-1 enthält auch eine Anleitung zum Aufbau von neuen Kurzzeichen (s. Norm). Kurzzeichen für Füll- und Verstärkungsstoffe s. DIN EN ISO 1043-2, Weichmacher s. DIN EN ISO 1043-3 und Flammschutzmittel s. DIN EN ISO 1043-4, Kautschuk s. ISO 1629, s. Normen. Die Europäische Norm DIN EN ISO 1043-1 ersetzt DIN 7728-1.

Tabelle 274.1 Kurzzeichen für Homopolymere, Copolymere und natürliche Polymere nach DIN EN ISO 1043-1 (Auswahl)

Kurzzeichen	Kunststoffbezeichnung	Kurzzeichen	Kunststoffbezeichnung
ABS	Acrylnitril-Butadien-Styrol	PMI	Polymethacrylimid
ACS	Acrylnitril-chloriertes Polyethylen-Styrol	PMMA	Polymethylmethacrylat
ASA	Acrylnitril-Styrol-Acrylat	PMP	Poly-4-Methylpenten-(1)
AEPDS	Acrylnitril-(Ethylen-Propylen-Dien)-Styrol	POM	Polyoxymethylen; Polyformaldehyd
CA	Celluloseacetat	PP	Polypropylen
CAB	Celluloseacetatbutyrat	PPOX	Polypropylenoxid
CAP	Celluloseacetatpropionat	PPS	Polyphenylensulfid
CF	Cresol-Formaldehyd	PPSU	Polyphenylsulfon
CMC	Carboxymethylcellulose	PS	Polystyrol
CN	Cellulosenitrat	PSU	Polysulfon
CP	Cellulosepropionat	PTFE	Polytetrafluorethylen
CSF	Casein-Formaldehyd	PUR	Polyurethan
CTA	Cellulosetriacetat	PVAC	Polyvinylacetat
EC	Ethylcellulose	PVAL	Polyvinylalkohol
EEAK	Ethylen-Ethylacrylat	PVB	Polyvinylbutyrat
EP	Epoxid	PVC	Polyvinylchlorid
ETFE	Ethylen-Tetrafluorethylen	PVDC	Polyvinylidenchlorid
EVAC	Ethylen-Vinylacetat	PVDF	Polyvinylidenfluorid
LCP	Flüssigkristall-Polymer (Liquid-Crystal-Polymer)	PVF	Polyvinylfluorid
MBS	Methacrylat-Butadien-Styrol	PVFM	Polyvinylformal
MC	Methylcellulose	PVK	Polyvinylcarbazol
MF	Melamin-Formaldehyd	PVP	Polyvinylpyrrolidon
MPF	Melamin-Phenol-Formaldehyd	SAN	Styrol-Acrylnitril
PA	Polyamid	SB	Styrol-Butadien
PAN	Polyacrylnitril	SI	Silikon
PB	Polybuten	SMS	Styrol- $\alpha$ -Methylstyrol
PBT	Polybutylenterephthalat	UF	Urea-Formaldehyd
PC	Polycarbonat	UP	Ungesättigter Polyester
PCTFE	Polychlorotrifluorethylen	VCE	Vinylchlorid-Ethylen
PDAP	Polydiallylphthalat	VCEMAK	Vinylchlorid-Ethylen-Methylacrylat
PE	Polyethylen <sup>1)</sup>	VCEVAC	Vinylchlorid-Ethylen-Vinylacetat
PEOX	Polyethylenoxid	VCMMAK	Vinylchlorid-Methylacrylat
PESTUR	Polyesterurethan	VCMMA	Vinylchlorid-Methylmethacrylat
PET	Polyethylenterephthalat	VCOAK	Vinylchlorid-Octylacrylat
PF	Phenol-Formaldehyd	VCVAC	Vinylchlorid-Vinylacetat
PI	Polymid	VCVDC	Vinylchlorid-Vinylidenchlorid
PIB	Polyisobuten	PIR	Polyisocyanurat

<sup>1)</sup> z. B. als **PE-HD**, Polyethylen, hohe Dichte, bevorzugtes Kurzzeichen **HDPE**; **PE-LD**, Polyethylen, niedrige Dichte, bevorzugtes Kurzzeichen **LDPE**.

**DIN ISO 11469 Kunststoffe – Sortenspezifische Identifizierung und Kennzeichnung von Kunststoff-Formteilen (Okt 2000)**

Die Norm legt ein System zur einheitlichen Kennzeichnung von Formteilen fest, die aus Kunststoffen hergestellt wurden. Es soll die Identifizierung von Kunststoff-Formteilen zum Zwecke der Handhabung, der Rückgewinnung bzw. der Entsorgung unterstützen. Die Kennzeichnung hat auf der Oberfläche des Formteils durch entsprechende Kurzzeichen oder -bezeichnungen zwischen umgekehrten Winkelklammern zu erfolgen. Eine Kennzeichnung ist lesbar und unauslöschlich einzubringen, z. B. durch Spritzgießen mit entsprechendem Werkzeug, Prägen oder Heißprägen. Zur Kennzeichnung sind bevorzugt Kennbuchstaben und -zeichen aus vorstehender Norm DIN EN ISO 1043 zu verwenden. Zusätzlich zur Kennzeichnung der Basispolymere mit ihren Eigenschaften, der Füll- und Verstärkungsstoffe sind Kennzeichnungen für Weichmacher und für Flammschutzmittel vorgesehen. **Beispiele:** >ABS< für Formteile einheitlicher Zusammensetzung oder >PC + ABS< für Formteile aus Kunststoffmischungen. Der früher in dieser Norm enthaltene Hinweis auf das Bildzeichen nach DIN 30600 ist entfallen.

**8.3.2 Thermoplast-Formmassen, Duroplast-Formmassen, Reaktionsharze, Kunststoffserzeugnisse**

Reaktionsharzmassen für die Elektroisolierung s. Abschn. 8.4.2.

**8.3.2.1 Thermoplast-Formmassen**

Für die Einteilung und Bezeichnung von Thermoplast-Formmassen wurde vom ISO/TC 61 „Plastics“ ein System erarbeitet, das inzwischen auch in allen einschlägigen DIN-Normen und Europäischen Normen zugrunde gelegt wird, s. Tab. 273.1. Dieses **Blocksystem** wird im Folgenden am Beispiel von DIN EN ISO 1622-1 erläutert. Teil 2 der Normen über Thermoplast-Formmassen enthalten jeweils Festlegungen über die Herstellung von Probekörpern und über die Bestimmung von Eigenschaften. Sie werden hier nicht behandelt.

Vinylchlorid (VC)-Polymerisate nach DIN EN ISO 1060-1 werden zur Vereinfachung zusammen mit den Thermoplast-Formmassen in diesem Abschnitt mit angeführt.

**DIN EN ISO 1622-1 Kunststoffe – Polystyrol (PS)-Formmassen – Bezeichnungssystem und Basis für Spezifikationen (Okt 1999)**

Polystyrol-Formmassen nach DIN EN ISO 1622-1 (ersetzt DIN 7741-1) sind thermoplastische amorphe PS-Homopolymere, modifiziert oder nicht modifiziert mit Farbstoffen, Additiven, Füllstoffen usw. Zur Einteilung und Bezeichnung dient nachstehend beschriebenes Blocksystem. Die Bezeichnung besteht aus einem Benennungsblock (freigestellt) und einem Identifizierungsblock, der den „Internationalen Normnummern-Block“ und den Merkmale-Block enthält. Der Merkmale-Block ist in fünf Daten-Blöcke unterteilt. Sie enthalten folgende Informationen:

- Daten-Block 1: Kurzzeichen der Formmasse durch ihr Symbol nach DIN EN ISO 1043.
- Daten-Block 2: Position 1: Vorgesehene Anwendung oder Verarbeitungsverfahren.  
Position 2 bis 8: Wichtige Eigenschaften, Zusätze oder Zusatzinformationen (s. Tab. 274.1)
- Daten-Block 3: Kennzeichnende Eigenschaften (s. Tab. 275.1 und Tab. 275.2)
- Daten-Block 4: Art und Massenanteile an Füll- und Verstärkungsstoffen
- Daten-Block 5: Zusätzliche Merkmale für Spezifikationen.

Das erste Zeichen des Merkmale-Blocks ist ein Bindestrich, die Daten-Blöcke werden durch Kommata getrennt. Wird ein Daten-Block nicht genutzt, muss dies durch die Verdoppelung des Trennungszeichens angezeigt werden.

Für PS-Formmassen sind die kennzeichnenden Eigenschaften im Daten-Block 3 die Vicat-Erweichungstemperatur und die Schmelze-Massefließrate.

**Bezeichnungsbeispiel für PS-Formmassen:**

- Polystyrol-Formmasse (PS Daten-Block 1, 1. Position)
- für das Spritzgießen (M Daten-Block 2, 1. Position)
- mit Licht-/Wetterstabilisator (L Daten-Block 2, 2. Position)
- naturfarben (ohne Farbstoffe) (N Daten-Block 2, 3. Position)
- mit einer Vicat-Erweichungstemperatur VST/B 50 von 84 °C (085 Daten-Block 3, 2. Position)
- mit einer Schmelze-Massefließrate MFR von 9,0 g/10 min (12 Daten-Block 3, 2. Position)

**Thermoplast ISO 1622-PS, MLN, 085-12**

Tabelle 273.1 Internationales Einteilungs- und Bezeichnungssystem für thermoplastische Formmassen

		Bezeichnung				
Benennungsblock (freigestellt)	Identifizierungsblock					
	Internationaler Normnummern- Block	Merkmale-Block				
		Daten-Block 1	Daten-Block 2	Daten-Block 3	Daten-Block 4	Daten-Block 5

Tabelle 274.1 Bezeichnung von Thermoplast-Formmassen: Zeichen Z im Daten-Block 2 für Europäische Normen

Z	Position 1	gilt für:	Z	Position 2 bis 8	gilt für:	Z	Position 1	gilt für:	Z	Position 2 bis 8	gilt für:
A	Klebstoffe	EN ISO 7391-1 EN ISO 4612-1 EN ISO 7792-1	A	Verarbeitungsstabilisator	EN ISO 1622-1 EN ISO 7391-1 EN ISO 1163-1 EN ISO 2897-1 EN ISO 2580-1 EN ISO 1872-1 EN ISO 6402-1 EN ISO 4612-1 EN ISO 1874-1 EN ISO 1873-1 EN ISO 7792-1	H	Beschichtung	EN ISO 7391-1 EN ISO 1163-1 EN ISO 2898-1 EN ISO 1872-1 EN ISO 4612-1 EN ISO 1874-1 EN ISO 1873-1 EN ISO 7792-1 EN ISO 8257-1	H	Wärmealterungsstabilisator	EN ISO 7391-1 EN ISO 1163-1 EN ISO 2898-1 EN ISO 2897-1 EN ISO 2580-1 EN ISO 1872-1 EN ISO 6402-1 EN ISO 4612-1 EN ISO 1874-1 EN ISO 1873-1 EN ISO 7792-1
B	Blasformen	EN ISO 1163-1 EN ISO 2898-1 EN ISO 1872-1 EN ISO 4612-1 EN ISO 1874-1 EN ISO 1873-1 EN ISO 7792-1	B	Antiblockmittel	EN ISO 7391-1 EN ISO 1163-1 EN ISO 2898-1 EN ISO 2897-1 EN ISO 2580-1 EN ISO 1872-1 EN ISO 6402-1 EN ISO 4612-1 EN ISO 1873-1 EN ISO 7792-1	K	Kabel/Drahtisolierung	EN ISO 2898-1 EN ISO 1872-1 EN ISO 4612-1 EN ISO 1874-1 EN ISO 1873-1 EN ISO 7792-1	K	Metall-desaktivator	EN ISO 1872-1 EN ISO 4612-1 EN ISO 1873-1
C	Calandrieren	EN ISO 2898-1 EN ISO 1872-1 EN ISO 4612-1 EN ISO 1873-1 EN ISO 7792-1 EN ISO 1163-1	C	Farbmittel	gilt für alle hier behandelten Normen außer EN ISO 1060-1	L	Mono-filextrusion	EN ISO 7391-1 EN ISO 1163-1 EN ISO 1872-1 EN ISO 4612-1 EN ISO 1874-1 EN ISO 1873-1 EN ISO 8257-1	L	Licht- oder Witterungsstabilisator	EN ISO 1622-1 EN ISO 7391-1 EN ISO 1163-1 EN ISO 2898-1 EN ISO 2580-1 EN ISO 16775-1 EN ISO 1872-1 EN ISO 6402-1 EN ISO 4612-1 EN ISO 1874-1 EN ISO 1873-1 EN ISO 7792-1
D	Schallplattenherstellung	EN ISO 7391-1 EN ISO 1163-1 EN ISO 7792-1 EN ISO 8257-1 <sup>4)</sup>	D	Pulver, Dry-Blend	EN ISO 2898-1 EN ISO 1163-1 EN ISO 1872-1 EN ISO 6402-1 EN ISO 4612-1 EN ISO 1874-1 EN ISO 1873-1 EN ISO 7792-1 EN ISO 2580-1	M	Spritzgießen	gilt für alle hier behandelten Normen außer EN ISO 1060-1	M	Nukleierungsmittel	EN ISO 1872-1 EN ISO 1873-1 <sup>2)</sup> EN ISO 7792-1
E	Extrusion	gilt für alle hier behandelten Normen außer EN ISO 1060-1 EN ISO 16775-1 <sup>1)</sup>	E	Treibmittel	EN ISO 7391-1 EN ISO 1163-1 EN ISO 2898-1 EN ISO 1872-1 EN ISO 6402-1 EN ISO 4612-1 EN ISO 1874-1 EN ISO 1873-1 EN ISO 8257-1	Q	Pressen	EN ISO 7391-1 EN ISO 1163-1 EN ISO 2898-1 EN ISO 1872-1 EN ISO 4612-1 EN ISO 1873-1 EN ISO 8257-1	N	Naturfarben (ohne Farbstoff)	EN ISO 1622-1 EN ISO 1872-1 EN ISO 7391-1 EN ISO 1163-1 EN ISO 2898-1 EN ISO 2897-1 EN ISO 2580-1 EN ISO 16775-1 EN ISO 4612-1 EN ISO 1874-1 EN ISO 1873-1 EN ISO 7792-1
F	Extrusion von Folien	EN ISO 1622-1 EN ISO 7391-1 EN ISO 1163-1 EN ISO 2898-1 EN ISO 2897-1 EN ISO 2580-1 EN ISO 1872-1 EN ISO 6402-1 EN ISO 4612-1 EN ISO 1874-1 EN ISO 7792-1	F	Brand-schutzmittel	gilt für alle hier behandelten Normen außer EN ISO 1060-1	R	Rotationsformen	EN ISO 7391-1 EN ISO 1163-1 EN ISO 2898-1 EN ISO 1872-1 EN ISO 1874-1 EN ISO 1873-1 EN ISO 7792-1 EN ISO 8257-1	P	Schlagzäh modifiziert	EN ISO 7391-1 EN ISO 1163-1 EN ISO 2898-1 EN ISO 1872-1 EN ISO 4612-1 EN ISO 1873-1 EN ISO 7792-1
G	Allgemeine Anwendung	gilt für alle hier behandelten Normen außer EN ISO 1060-1	G	Granulat	EN ISO 7391-1 EN ISO 1163-1 EN ISO 2898-1 EN ISO 2897-1 EN ISO 2580-1 EN ISO 1872-1 EN ISO 6402-1 EN ISO 4612-1 EN ISO 1874-1 EN ISO 1873-1 EN ISO 7792-1	S	Pulver-sintern	EN ISO 7391-1 EN ISO 1163-1 EN ISO 2898-1 EN ISO 1872-1 EN ISO 4612-1 EN ISO 1874-1 EN ISO 1873-1 EN ISO 7792-1 EN ISO 8257-1	R	Entformungshilfsmittel	gilt für alle hier behandelten Normen außer EN ISO 1060-1

Fortsetzung und Fußnoten s. nächste Seite

Tabelle 274.1 Fortsetzung

Z	Position 1	gilt für:	Z	Position 2 bis 8	gilt für:	Z	Position 1	gilt für:	Z	Position 2 bis 8	gilt für:
T	Bandherstellung	EN ISO 7391-1 EN ISO 1163-1 EN ISO 2898-1 EN ISO 1872-1 EN ISO 4612-1 EN ISO 1874-1 EN ISO 1873-1	S	Gleit-, Schmiermittel	gilt für alle hier behandelten Normen außer EN ISO 1060-1 EN ISO 16775-1 <sup>2)</sup>	–	–	–	X	Vernetzbar	EN ISO 7391-1 EN ISO 1163-1 EN ISO 1872-1 EN ISO 1873-1 EN ISO 7792-1
V	Thermoformen	EN ISO 7391-1 EN ISO 1163-1	T	Erhöhte Transparenz	EN ISO 7391-1 EN ISO 1163-1 EN ISO 2898-1 EN ISO 2897-1 EN ISO 1872-1 EN ISO 4612-1 EN ISO 1874-1 EN ISO 1873-1 EN ISO 7792-1	–	–	–	Y	Erhöhte elektrische Leitfähigkeit	EN ISO 7391-1 EN ISO 2898-1 EN ISO 1872-1 EN ISO 4612-1 EN ISO 1163-1
X	Keine Angabe	gilt für alle hier behandelten Normen außer EN ISO 1060-1	W	Hydrolyse-Stabilisator	EN ISO 7391-1 EN ISO 4612-1	–	–	–	Z	Antistatikum	gilt für alle hier behandelten Normen außer EN ISO 1060-1

<sup>1)</sup> Extrusion von Rohren, Profilen und Platten.

<sup>2)</sup> In dieser Norm kennzeichnet S äußere Schmiermittel.

<sup>3)</sup> In DIN EN ISO 1874-1 werden Nukleierungsmittel mit N gekennzeichnet und dem Daten-Block 3 zugeordnet.

EN ISO 8257-1 zur Herstellung von Bildplatten (D)

**Anmerkung** Tab. 274.1 enthält alle für den Daten-Block 2 vorgesehenen Zeichen der in diesem Abschnitt behandelten Normen. Das Zeichen Z wurde vergeben, um die Tabelle vereinfacht darstellen zu können. Es ist nicht Bestandteil der Norm.

Tabelle 275.1 Kennzeichnende Eigenschaften  
DIN EN ISO 1622-1 im Daten-Block 3:  
Vicat-Erweichungstemperatur<sup>1)</sup>

Zeichen	Bereich der Vicat-Erweichungstemperatur °C
075	≤ 80
085	> 80, aber ≤ 90
095	> 90, aber ≤ 100
105	> 100

<sup>1)</sup> Die Vicat-Erweichungstemperatur wird nach ISO 306 bestimmt, s. Norm.

Tabelle 275.2 Kennzeichnende Eigenschaften  
DIN EN ISO 1622-1 im Daten-Block 3:  
Bereiche für die Schmelze-Massefließrate<sup>1)</sup>

Zeichen	Bereich für die Schmelze-Massefließrate (MFR) g/10 min
03	≤ 4
06	> 4, aber ≤ 8
12	> 8, aber ≤ 16
20	> 16

<sup>1)</sup> Die Schmelze-Massefließrate wird nach ISO 1133 bestimmt: Temperatur = 200 °C; Auflast = 5 g.

### DIN 7742-1 Kunststoff-Formmassen Celluloseester-(CA, CR CAB)-Formmassen – Einteilung und Bezeichnung (Jan 1988)

Celluloseester-Formmassen nach DIN 7742-1 sind thermoplastische Formmassen aus organischen Celluloseestern mit Weichmachern oder Polymermodifikatoren. Als Celluloseester kommen Celluloseacetate, Cellulosepropionate und Celluloseacetobutyrate mit festgelegten Mindestanteilen an den zugrundeliegenden Säuren in Frage (s. Tab. 272.1). Die Formmassen enthalten gegebenenfalls die für die Verarbeitung notwendige Ausrüstung. Einteilung und Bezeichnung entsprechend DIN EN ISO 1622-1. Kennzeichnende Eigenschaften im Daten-Block 3 sind Vicat-Erweichungstemperatur und Masseverlust bei 80 °C. Im Daten-Block 4 werden Art der Füll- oder Verstärkungstoffe sowie deren Massenanteil gekennzeichnet. Angaben in den Daten-Blöcken 1 und 2 analog zu den Formmassen nach DIN EN ISO 1622-1.

#### Bezeichnungsbeispiel für Celluloseester-Formmassen:

- Celluloseacetobutyrat-Formmasse
- für Extrusion von Profilen
- mit Licht- und/oder Witterungsstabilisator
- mit einer Vicat-Erweichungstemperatur VST/B/50 von 101 °C
- mit einem Masseverlust von 0,7%

- (CAB Daten-Block 1)
- (E Daten-Block 2, Position 1)
- (L Daten-Block 2, Position 2)
- (103 Daten-Block 3, Position 1)
- (08 Daten-Block 3, Position 2)

**Formmasse DIN 7742-CAB, E, L, 103-08**

### DIN EN ISO 7391-1 Kunststoffe – Polycarbonat (PC)-Formmassen – Bezeichnungssystem und Basis für Spezifikationen (Okt 1999)

Polycarbonat-Formmassen nach DIN EN ISO 7391-1 (ersetzt DIN 7744-1) sind thermoplastische Polyester der Kohlensäure und aromatischer Dihydroxyverbindungen. Die Polyester können Homo- oder Copolymere oder Mischungen daraus sein. Einteilung und Bezeichnung entsprechend DIN EN ISO 1622-1. Kennzeichnende Eigenschaften im Daten-Block 3 sind Viskositätszahl, Schmelze-Massefließrate und Schlagzähigkeit nach Charpy. Im Daten-Block 4 werden Art der Füll- oder Verstärkungstoffe gekennzeichnet. Angaben in den Daten-Blöcken 1 und 2 analog zu den Formmassen nach DIN EN ISO 1622-1.

#### Bezeichnungsbeispiel für PC-Formmassen:

– Polycarbonat-Formmasse	(PC Daten-Block 1)
– für allgemeine Anwendung	(G Daten-Block 2, 1. Position)
– mit Brandschutzmittel	(F Daten-Block 2, 2. Position)
– mit einer Viskositätszahl von 56 ml/g	(55 Daten-Block 3, 1. Position)
– mit einer Schmelze-Massefließrate (MFR) bei 300 °C/1,2 kg von 5,5 g/(10 min)	(05 Daten-Block 3, 2. Position)
– mit einer Schlagzähigkeit nach Charpy von 35 kJ/m <sup>2</sup>	(3 Daten-Block 3, 3. Position)
– verstärkt mit 30% Glasfaser	(GF Daten-Block 4, 1. und 2. Position) (30 Daten-Block 4, 3. Position)

#### Thermoplast ISO 7391-PC, GF 55-05-3, GF30

### DIN EN ISO 8257-1 Kunststoffe – Polymethylmethacrylat (PMMA)-Formmassen – Bezeichnungssystem und Basis für Spezifikationen (Jun 2006)

Polymethylmethacrylat-Formmassen nach DIN EN ISO 8257-1 (ersetzt DIN 7745-1) sind gebrauchsfertige thermoplastische Formmassen. Die Norm gilt für alle Homopolymere von Polymethylmethacrylaten und Copolymere von Methylmethacrylaten (MMA), mit einem Massenanteil an Methylmethacrylat von mindestens 80% (m/m) und einem Massenanteil an Acrylester oder anderen Monomeren bis 20% (m/m). Dieser Teil der Norm enthält keine technischen Daten, Leistungsangaben oder Verarbeitungsbedingungen. Prüfverfahren sind im Teil 2 der Norm festgelegt, s. Norm. Kennzeichnende Eigenschaften im Daten-Block 3 sind Vicat-Erweichungstemperatur in °C (VST), die Schmelz-Massenfließrate in g/10 min (MFR) und, freigestellt, die Viskositätszahl (VN). Code/VST: **076**/≤ 80, **084**/>80 bis ≤88, **092**/>88 bis ≤96, **100**/>96 bis ≤104, **108**/>104 bis ≤112, **116**/>112 bis ≤120, **124**/>120 bis ≤128, **132**/>128. Code/MFR: **005**/≤1, **015**/>1 bis ≤2, **030**/>2 bis ≤4, **060**/>4 bis ≤8, **120**/>8 bis ≤16, **240**/>16. Anhaltsangaben zur Viskositätszahl s. Norm. Angaben zu den Datenblöcken 1 und 2 analog zu den Formmassen nach DIN EN 1622-1. Daten-Block 4 (Füll- oder Verstärkungstoffe) ist nicht enthalten. Zur Erstellung von Spezifikationen kann ein fünfter Daten-Block mit zusätzlichen Informationen angehängt werden.

#### Bezeichnungsbeispiel für PMMA-Formmassen:

– Polymethylmethacrylat-Formmasse	(PMMA Daten-Block 1)
– für das Spritzgießen	(M Daten-Block 2, 1. Position)
– mit licht- und/oder witterungsstabilisiert	(L Daten-Block 2, 2. Position)
– Naturfarbe (ohne Farbzusatz)	(N Daten-Block 2, 3. Position)
– mit einer Vicat-Erweichungstemperatur VST 100: >96 °C bis ≤104 °C	(100 Daten-Block 3, 1. Position)
– mit Schmelz-Massenfließrate MFR 120: >8 bis ≤16 g/10 min	(120 Daten-Block 3, 2. Position)
– mit einer Viskositätszahl VN 53: >48 °C bis ≤58°	(53 Daten-Block 3, 3. Position)

#### Thermoplast ISO 8257-PMMA, MLN, 100-120-53

Berichtigung 1 vom September 2006 ist zu beachten.

### DIN EN ISO 1060-1 Kunststoffe – Homo- und Copolymere des Vinylchlorids – Bezeichnungssystem und Basis für Spezifikationen (Apr 2000)

DIN EN ISO 1060-1 (ersetzt DIN 7746-1) ist anwendbar auf Polymere in Pulverform, die aus Hochpolymeren des monomeren Vinylchlorid und Co- oder Terpolymeren des Vinylchlorids mit anderen Monomeren, in denen Vinylchlorid der Hauptbestandteil ist, bestehen. Die Polymere dürfen nur geringe Mengen nicht-polymerisierter Substanzen enthalten, z. B. Emulgatoren, Suspensionshilfsmittel, Katalysatorreste usw. Einteilung entsprechend DIN EN ISO 1622-1. Im Datenblock 1 werden das Kurzzeichen nach EN ISO 1043-1, Angaben über das Polymerisationsverfahren (S Suspensionspolymerisation, E Emulsionspolymerisation, M Massepolymerisation, X Mischprozess, einschließlich Mikrosuspension) und bei Copolymeren/Terpolymeren der Massenanteil an Vinylchlorid angegeben. Im Datenblock 2 wird die hauptsächliche Anwendung gekennzeichnet: P Pastentypen, F Pastenverschnitt-Typen, G allgemein verwendbare Polymere (außer P und F). Kennzeichnende Eigenschaften im Datenblock 3 sind Bereiche für die reduzierte Viskosität, für die Schüttdichte, für den Siebrückstand. Für allgemein anwendbare und Pastenverschnitt-Typen wird die Weichmacheraufnahme bei Raumtemperatur codiert. Für Pastentypen wird die Viskosität zusätzlich mit einem Zeichen für die Rheologische Charakteristik gekennzeichnet. Angaben im Datenblock 4 entfallen. Im Datenblock 5 können zusätzliche Informationen angehängt werden.



**Bezeichnungsbeispiel für VC-Hochpolymer:**

– Symbol	(PVC	Daten-Block 1, 1. Position)
– Massepolymerisation	(M	Daten-Block 2, 1. Position)
– Allgemeine Verwendung	(G	Daten-Block 2, 1. Position)
– reduzierte Viskosität	(120	Daten-Block 3, 1. Position)
– Schüttdichte	(55	Daten-Block 3, 2. Position)
– Rückstand auf 63- $\mu\text{m}$ Sieb	(88	Daten-Block 3, 3. Position)
– Weichmacheraufnahme	(15	Daten-Block 3, 4. Position)

Thermoplast ISO 1060-PVC-M, G, 120-55-88-15

### DIN EN ISO 1163-1 Kunststoffe – Weichmacherfreie Polyvinylchlorid (PVC-U)-Formmassen – Bezeichnungssystem und Basis für Spezifikationen (Okt 1999)

Weichmacherfreie Polyvinylchlorid-Formmassen nach DIN EN ISO 1163-1 (ersetzt DIN 7748-1) sind thermoplastische Formmassen auf Basis von Homo- und Copolymerisaten des Vinylchlorids oder chloriertem VC-Homopolymerisat (PVC-C) oder Gemischen daraus oder Gemischen dieser Polymerisate mit anderen Polymerisaten mit überwiegendem Massenanteil der VC-Polymerisate. Sie enthalten Zusätze, z. B. Stabilisatoren, Gleitmittel und Farbmittel, die für die Verarbeitung notwendig sind oder die Eigenschaften des Formstoffes betreffen. Einteilung und Bezeichnung entsprechend DIN EN ISO 1622-1. Kennzeichnende Eigenschaften im Daten-Block 3 sind Vicat-Erweichungstemperatur, Schlagzähigkeit und Elastizitätsmodul. Angaben in den Daten-Blöcken 1 und 2 analog zu den Formmassen nach DIN EN ISO 1622-1. Angaben im Daten-Block 4 entfallen.

**Bezeichnungsbeispiel für PVC-U-Formmassen:**

– Weichmacherfreie Polyvinylchlorid-Formmasse	(PVC-U	Daten-Block 1)
– für das Blasformen	(B	Daten-Block 2, 1. Position)
– geliefert als Pulver (Dryblend)	(D	Daten-Block 2, 2. Position)
– mit erhöhter Transparenz	(T	Daten-Block 2, 3. Position)
– mit einer Vicat-Erweichungstemperatur von 74 °C	(074	Daten-Block 3, 1. Position)
– mit einer Schlagzähigkeit (Charpy, gekerbt) von 25 kJ/m <sup>2</sup>	(25	Daten-Block 3, 2. Position)
– mit einem Elastizitätsmodul (auch Zugmodul $T$ ) von 2670 N/mm <sup>2</sup>	(T28	Daten-Block 3, 3. Position)

Thermoplast ISO 1163-PVC-U, BDT, 074-25-T28

### DIN EN ISO 2898-1 Kunststoffe – Weichmacherhaltige Polyvinylchlorid (PVC-P)-Formmassen – Bezeichnungssystem und Basis für Spezifikationen (Okt 1999)

PVC-P-Formmassen nach DIN EN ISO 2898-1 (ersetzt DIN 7749-1) sind thermoplastische Formmassen auf Basis von Homo- und Copolymerisaten des Vinylchlorids oder Gemischen daraus oder Gemischen dieser Polymerisate mit anderen Polymerisaten mit überwiegendem Massenanteil der VC-Polymerisate. Sie enthalten, neben Weichmachern, Zusätze, z. B. Stabilisatoren, Gleitmittel und Farbmittel, die für die Verarbeitung notwendig sind oder die Eigenschaften des Formstoffes betreffen. Einteilung und Bezeichnung entsprechend DIN EN ISO 1622-1. Kennzeichnende Eigenschaften im Daten-Block 3 sind Shore-A- oder Shore-D-Härte, Dichte und Torsionssteifigkeitstemperatur TST bei einer Torsionssteifheit von 309 N/mm<sup>2</sup>. Angaben in den Daten-Blöcken 1 und 2 analog zu den Formmassen nach DIN EN ISO 1622-1. Angaben im Daten-Block 4 entfallen.

**Bezeichnungsbeispiel für PVC-P-Formmassen:**

– Weichmacherhaltige Polyvinylchlorid-Formmasse	(PVC-P	Daten-Block 1)
– für die Kabel- und Drahtisolierung	(K	Daten-Block 2, 1. Position)
– geliefert als Granulat	(G	Daten-Block 2, 2. Position)
– naturfarben (ohne Farbstoffzusatz)	(N	Daten-Block 2, 3. Position)
– mit einer Shore-A-Härte von 82	(A82	Daten-Block 3, 1. Position)
– mit einer Dichte $\rho$ von 1,24 g/cm <sup>3</sup>	(25	Daten-Block 3, 2. Position)
– mit einer Torsionssteifigkeitstemperatur TST von –29 °C	(30	Daten-Block 3, 3. Position)

Thermoplast ISO 2898-PVC-P, KGN, A82-25-30

### DIN EN ISO 2897-1 Kunststoffe – Schlagzähe Polystyrol (PS-I)-Formmassen – Bezeichnungssystem und Basis für Spezifikationen (Okt 1999)

PS-I-Formmassen nach DIN EN ISO 2897-1 (ersetzt DIN 16771-1) sind zweiphasige thermoplastische Formmassen, bestehend aus einer kontinuierlichen Phase auf Basis von Polystyrol und/oder einem Copolymer aus Styrol und alkylsubstituiertem Styrol und einer dispersen, elastomeren Phase auf Basis von Butadien. Kennzeichnende Eigenschaften im Daten-Block 3 sind Vicat-Erweichungstemperatur, Schmelze-Massefließrate, Izod-Kerbschlagzähigkeit und der Biege-Modul. Angaben in den Daten-Blöcken 1 und 2 sind analog zu den Formmassen nach DIN EN ISO 1622-1. Angaben im Daten-Block 4 entfallen. Zur Sicherstellung einer reproduzierbaren Verarbeitung oder um eine thermoplastische Formmasse für eine bestimmte Anwendung festzulegen, dürfen zusätzliche Anforderungen im Daten-Block 5 festgelegt werden.

**Bezeichnungsbeispiel für PS-I-Formmassen:**

– Polystyrol-Formmasse	(PS-I Daten-Block 1)
– für das Spritzgießen	(M Daten-Block 2, 1. Position)
– Licht-/Witterungsstabilisator	(L Daten-Block 2, 2. Position)
– Naturfarben	(N Daten-Block 2, 3. Position)
– mit einer Vicat-Erweichungstemperatur VST/B50 von 84 °C (Code 083)	(083 Daten-Block 3, 1. Position)
– mit einer Schmelze-Massefließrate MFR von 14 g/10 min (Code 12)	(12 Daten-Block 3, 2. Position)
– mit einer Izod-Kerbschlagzähigkeit von 8 kJ/m <sup>2</sup> (Code 07)	(07 Daten-Block 3, 3. Position)
– mit einem Biege-Modul von 2200 MPa (Code 23)	(23 Daten-Block 3, 4. Position)

**Thermoplast ISO 2897-PS-I, MLN, 083-12-07-23****DIN EN ISO 2580-1 Kunststoffe – Acrylnitril-Butadien-Styrol (ABS)-Formmassen – Bezeichnungssystem und Basis für Spezifikationen (Feb 2003)**

ABS-Formmassen nach DIN EN ISO 2580-1 sind thermoplastische Formmassen, bestehend aus einer kontinuierlichen Phase auf Basis von Copolymeren des Styrols und/oder alkylsubstituiertem Styrol und Acrylnitril und einer dispersen elastomeren Phase auf Basis von Polybutadien, ohne oder mit Beimischungen anderer neuer Komponenten, s. Norm, Datenblock 1. Kennzeichnende Eigenschaften im Daten-Block 3 sind Vicat-Erweichungstemperatur (VST), Schmelze-Volumenfließrate (MVR), Charpy-Kerbschlagzähigkeit und der Zug-Modul. Angaben zum Daten-Block 2 sind analog zu den Formmassen nach DIN EN ISO 1622-1. Im Daten-Block 4 werden Art der Füll- und Verstärkungsstoffe gekennzeichnet. z. B. B Bor, C Kohlenstoff, G Glas, K Kreide, M Mineral, T Talkum. Zur Sicherstellung einer reproduzierbaren Verarbeitung oder um eine thermoplastische Formmasse für eine bestimmte Anwendung festzulegen, dürfen zusätzliche Anforderungen im Daten-Block 5 festgelegt werden.

**Bezeichnungsbeispiel für ABS Formmassen:**

– ABS-Formmasse mit 8% N-Phenyl-Maleinsäureamid (Zeichen f. Zusammensetzung/Monomer: 1-P)	(ABS 1P Daten-Block 1)
– für das Spritzgießen	(M Daten-Block 2, 1. Position)
– farbig	(C Daten-Block 2, 2. Position)
– mit Antistatikum	(Z Daten-Block 2, 3. Position)
– mit einer Vicat-Erweichungstemperatur VST von 121 °C (125)	(125 Daten-Block 3, 1. Position)
– mit einer Schmelze-Volumenfließrate (MVR) von 5 cm <sup>3</sup> /10 min	(04 Daten-Block 3, 2. Position)
– mit einer Charpy-Kerbschlagzähigkeit von 16 kJ/m <sup>2</sup>	(16 Daten-Block 3, 3. Position)
– mit einem Zug-Modul von 2500 MPa	(25 Daten-Block 3, 4. Position)

**Thermoplast ISO 2580-ABS 1P, MCZ,125-04-16-25****DIN EN ISO 1874-1 Kunststoffe – Polyamid-(PA)-Formmassen – Bezeichnung (Feb 2001)**

PA-Formmassen nach DIN EN ISO 1874-1 (ersetzt DIN 16773-1) sind anwendbar für alle Polyamid-Hochpolymere und Copolymere auf Basis von PA 6, PA 66, PA 69, PA 610, PA 612, PA 11, PA 12, PA MXD6, PA 46, PA 1212 (Daten-Block 1) und Copolymermassen unterschiedlicher Zusammensetzung. Das Einteilungssystem entspricht DIN EN ISO 1622-1. Zeichen für den Daten-Block 2 s. Tab. 274.1. Kennzeichnende Eigenschaft im Daten-Block 3 ist die 2-ziffrige Viskositätskennzahl (Lösungsmittel: Schwefelsäure oder *m*-Kresol) und das 3-ziffrige Zeichen für den Zug-Modul in MPa (s. Norm). Im Daten-Block 4 wird in Position 1 mit einem Buchstaben die Art des Füll- und/oder Verstärkungsstoffes, in Position 2 dessen physikalische Form mit einem weiteren Buchstaben gekennzeichnet (Position 1: B Bor, C Kohlenstoff, G Glas, K Kreide, M Mineral/Metall, T Talkum; Position 2: B Kugeln, D Pulver, F Faser, G Mahlgut, H Whisker). Nukleierte Polyamide können durch Anhängen des Buchstabens N gekennzeichnet werden (*Anmerkung*: Nukleieren führt zu höherer Kristallisationsgeschwindigkeit, Härte, Formbeständigkeit). In Position 3 und 4 kann der Massegehalt angegeben werden. Zur Sicherstellung einer reproduzierbaren Verarbeitung oder um eine thermoplastische Formmasse für eine bestimmte Anwendung festzulegen, dürfen zusätzliche Anforderungen im Daten-Block 5 festgelegt werden. Der Anhang umfasst Angaben zur Kennzeichnung und Definition aliphatischer Polyamide.

**Bezeichnungsbeispiel für PA-Formmassen:**

– Polyamid-Formmasse (hochpolymerisierend basierend auf $\epsilon$ -Caprolactam)	(PA 6 Daten-Block 1)
– für das Spritzgießen	(M Daten-Block 2, 1. Position)
– Entformungshilfsmittel	(R Daten-Block 2, 2. Position)
– Viskositätszahl (Lösungsmittel: Schwefelsäure: 96%-ig, >130 bis 160)	(14 Daten-Block 3, 1. Position)
– Zugmodul (>2500 bis 3500 MPa)	(030 Daten-Block 3, 2. Position)
– Nukleierungsmittel	(N Daten-Block 3, 3. Position)

**Thermoplast ISO 1874-PA 6, MR, 14-030N****DIN EN ISO 1873-1 Kunststoffe – Polypropylen (PP)-Formmassen – Bezeichnungssystem und Basis für Spezifikationen (Dez 1995)**

Die Norm DIN EN ISO 1873-1 (ersetzt DIN 16774-1) legt ein Bezeichnungssystem für Polypropylen (PP) Formmassen fest, das für Spezifikationen dienen kann. Einteilungs- und Bezeichnungssystem entsprechend DIN EN ISO 1622-1. Zeichen für zusätzliche Informationen im Daten-Block 1 z. B. H Hochpolymerisat des Propylens, B thermoplastisches schlagzähes Polypropylen. Zeichen für den Daten-Block 2 s. Tab. 274.1. Die kennzeichnenden Eigenschaften im Daten-

Bock 3 sind Zug-Modul T (tension) in MPa, die Kerbschlagzähigkeit in  $\text{kJ/m}^2$  und die Schmelze-Massefließrate in  $\text{g/10 min}$ . Im Daten-Block 4 wird in Position 1 mit einem Buchstaben die Art des Füll- und/oder Verstärkungsstoffes, in Position 2 dessen physikalische Form mit einem weiteren Buchstaben gekennzeichnet, s. auch DIN EN ISO 1874-1. Zur Sicherstellung einer reproduzierbaren Verarbeitung oder um eine thermoplastische Formmasse für eine bestimmte Anwendung festzulegen, dürfen zusätzliche Anforderungen im Daten-Block 5 festgelegt werden.

#### Bezeichnungsbeispiel für PP-Formmassen:

- |   |                                  |
|---|----------------------------------|
| – Polypropylen-Formmasse, B = schlagzäh                             | (PP-B Daten-Block 1)             |
| – für die Extrusion von Platten                                     | (E Daten-Block 2, 1. Position)   |
| – mit Farbmittel  | (C Daten-Block 2, 2. Position)   |
| – Zugmodul ( $>800$ aber $<1200$ MPa)                               | (10 Daten-Block 3, 1. Position)  |
| – Kerbschlagzähigkeit ( $>8$ aber $<12$ $\text{kJ/m}^2$ )           | (09 Daten-Block 3, 2. Position)  |
| – Schmelze-Massefließrate ( $>0,80$ aber $<1,5$ $\text{g/10 min}$ ) | (012 Daten-Block 3, 3. Position) |

Thermoplast ISO 1873-PP-B, EC, 10-09-012

### DIN EN ISO 4894-1 Kunststoffe – Styrol/Acrylnitril (SAN)-Formmassen – Bezeichnungssystem und Basis für Spezifikationen (Okt 1999)

SAN-Formmassen nach DIN EN ISO 4894-1 (ersetzt DIN 16775-1) sind Copolymere des Styrols und/oder substituierten Styrols mit einem Massenanteil an Acrylnitril zwischen 10% und 50%. Einteilung und Bezeichnung entsprechend DIN EN ISO 1622-1. Kennzeichnende Eigenschaften im Daten-Block 3 sind Vicat-Erweichungstemperatur und die Schmelze-Massefließrate. Im Daten-Block 4 werden Art der Füll- und Verstärkungsstoffe sowie deren Massenanteil, der auf maximal 42,5% begrenzt ist, gekennzeichnet. Angaben in den Daten-Blöcken 1 und 2 analog zu den Formmassen nach DIN EN ISO 1622-1, wobei im Daten-Block 1 zusätzlich der Acrylnitril-Massenanteil angegeben ist. Zur Sicherstellung einer reproduzierbaren Verarbeitung oder um eine thermoplastische Formmasse für eine bestimmte Anwendung festzulegen, dürfen zusätzliche Anforderungen im Daten-Block 5 festgelegt werden.

#### Bezeichnungsbeispiel für die SAN-Formmassen:

- |   |                                    |
|---|------------------------------------|
| – Styrol/Acrylnitril-Formmasse mit Acrylnitril-Massenanteil 25%   | (SAN 2 Daten-Block 1, 1. Position) |
| – für das Spritzgießen  | (M Daten-Block 2, 1. Position)     |
| – Licht-/Witterungsstabilisator                                   | (L Daten-Block 2, 2. Position)     |
| – naturfarben (ohne Farbstoff)                                    | (N Daten-Block 2, 3. Position)     |
| – mit Vicat-Erweichungstemperatur VST/B50 von $101^\circ\text{C}$ | (105 Daten-Block 3, 1. Position)   |
| – mit Schmelze-Massefließrate MFR von $6$ $\text{g/10 min}$       | (08 Daten-Block 3, 2. Position)    |

Thermoplast ISO 4894-SAN 2, MLN, 105-08

### DIN EN ISO 1872-1 Kunststoffe – Polyethylen (PE)-Formmassen – Bezeichnungssystem und Basis für Spezifikationen (Okt 1999)

Polyethylen-Formmassen nach DIN EN ISO 1872-1 (ersetzt DIN 16776-1) sind thermoplastische PE-Homopolymere und Copolymere des Ethylens mit einem Massenanteil anderer Olefine von weniger als 50% und einem Massenanteil an nicht olefinischen Monomeren mit funktionellen Gruppen von maximal 3%. Einteilung und Bezeichnung entsprechend DIN EN ISO 1622-1. Kennzeichnende Eigenschaften im Daten-Block 3 sind Dichte und die Schmelze-Massefließrate (Bedingungen und Bereich). Im Daten-Block 4 werden Art der Füll- und Verstärkungsstoffe gekennzeichnet, wobei Asbest gestrichen wurde. Massenanteile für Füll- und Verstärkungsstoffe sind in dieser Europäischen Norm nicht mehr berücksichtigt. Angaben in den Daten-Blöcken 1 und 2 analog zu den Formmassen nach DIN EN ISO 1622-1. Zur Erstellung von Spezifikationen kann ein fünfter Daten-Block mit zusätzlichen Informationen angehängt werden.

#### Bezeichnungsbeispiel für PE-Formmassen:

- |   |                                  |
|---|----------------------------------|
| – Polyethylen-Formmasse   | (PE Daten-Block 1, 1. Position)  |
| – für Folienextrusion   | (F Daten-Block 2, 1. Position)   |
| – mit Antiblockmittel   | (B Daten-Block 2, 2. Position)   |
| – naturfarben (ohne Farbstoff)  | (N Daten-Block 2, 3. Position)   |
| – mit einer Dichte von $918$ $\text{kg/m}^3$  | (18 Daten-Block 3, 1. Position)  |
| – mit Schmelze-Massefließrate MVR 190/2,16 (Bedingung: $190^\circ\text{C}/2,16$ $\text{kg Auflast}$ ) | (D Daten-Block 3, 2. Position)   |
| – mit MVR von $3,5$ $\text{g/10 min}$ (Bereich: $>3,0$ aber $\leq 6,0$ )                              | (045 Daten-Block 3, 2. Position) |

Thermoplast ISO 1872-PE,FBN,18-D045

### DIN EN ISO 6402-1 Kunststoffe – Acrylnitril-Styrol-Acrylester (ASA), Acrylnitril-(Ethylen-Propylen-Dien)-Styrol (AEPDS) und Acrylnitril-(chloriertes Polyethylen)-Styrol (ACS)-Formmassen – Bezeichnungssysteme und Basis für Spezifikationen (Feb 2003)

Formmassen nach DIN EN ISO 6402-1 sind Formmassen, mit einer im Wesentlichen auf Styrol-Acrylnitril (SAN) basierenden kontinuierlichen Phase und einer dispersen elastomeren Phase, basierend auf Acrylester (ASA-Material), Ethylen-Propylen-Dien (EPDM; AEPDS-Material), chlorhaltigem Polyethylen (ACS-Material). Einteilung und Bezeichnung entsprechend DIN EN ISO 1622-1. Kennzeichnende Eigenschaften im Daten-Block 3 sind Vicat-Erweichungstemperatur, die Schmelze-Volumenfließrate, die Charpy-Kerbschlagzähigkeit und der Biege-Modul. Im Daten-Block 4 wird die Art

der Füll- und Verstärkungsstoffe mit einem Buchstaben gekennzeichnet. Angaben im Daten-Block 1 enthalten zusätzlich zum Symbol der Formmasse ein 1-ziffriges Zeichen zur Kennzeichnung der Zusammensetzung der Formmasse (0,1 oder 2, Näheres s. Norm) und ein Zeichen des zusätzlichen Monomers (A Acrylester, B Butadien, M z. B. Maleinsäureanhydrid, P z. B. N-Phenyl-Maleinsäureester, X Andere). Die Zeichen im Daten-Block 2 erfolgen zu den Formmassen nach DIN EN ISO 1622-1. Zur Erstellung von Spezifikationen kann ein fünfter Daten-Block mit zusätzlichen Informationen angehängt werden.

#### Bezeichnungsbeispiel für die Formmassen:

– Acrylnitril-Styrol-Acrylester-Formmasse	(ASA 1P Daten-Block 1)
– mit einem Anteil von 8% N-Phenyl-Maleinsäureamid	
– für das Spritzgießen	(M Daten-Block 2, 1. Position)
– farbig	(C Daten-Block 2, 2. Position)
– Antistatikum	(Z Daten-Block 2, 3. Position)
– mit Vicat-Erweichungstemperatur VST von 125 °C	(125 Daten-Block 3, 1. Position)
– mit Schmelze-Volumenfließrate MVR von 5 cm <sup>3</sup> /10 min	(04 Daten-Block 3, 2. Position)
– mit einer Charpy-Kerbschlagzähigkeit von 16 kJ/cm <sup>2</sup>	(16 Daten-Block 3, 3. Position)
– mit einem Zug-Modul von 2600 MPa	(25 Daten-Block 3, 4. Position)

#### Thermoplast ISO 6402-ASA 1P, MCZ,125-04-16-25

### DIN EN ISO 4613-1 Kunststoffe – Ethylen-Vinylacetat (E/VAC)-Formmassen – Bezeichnungssystem und Basis für Spezifikationen (Okt 1999)

Ethylen-Vinylacetat-Formmassen nach DIN EN ISO 4613-1 (ersetzt DIN 16778-1) sind alle thermoplastischen E/VAC-Copolymere mit einem Vinylacetat-Massenanteil von 3% bis 50%. Einteilung und Bezeichnung entsprechend DIN EN ISO 1622-1. Kennzeichnende Eigenschaft im Daten-Block 3 ist die Schmelze-Massefließrate (Bedingungen und Bereich). Im Daten-Block 4 werden Art der Füll- und Verstärkungsstoffe gekennzeichnet, wobei Asbest gestrichen wurde. Massenanteile für Füll- und Verstärkungsstoffe sind in dieser Europäischen Norm nicht mehr berücksichtigt. Angaben in den Daten-Blöcken 1 und 2 analog zu den Formmassen nach DIN EN ISO 1622-1. Zur Erstellung von Spezifikationen kann ein fünfter Daten-Block mit zusätzlichen Informationen angehängt werden.

#### Bezeichnungsbeispiel für PE-Formmassen:

– Ethylen-Vinylacetat-Formmasse	(E/VCA Daten-Block 1, 1. Position)
– mit einem Vinylacetat-Massenanteil von 4%	(03 Daten-Block 1, 1. Position)
– für Folienextrusion	(F Daten-Block 2, 1. Position)
– mit Gleitmittel	(G Daten-Block 2, 2. Position)
– mit Schmelze-Massefließrate MFR 190/2,16 (Bedingung)	(D Daten-Block 3, 2. Position)
– mit MFR von 2 g/10 min (Bereich)	(022 Daten-Block 3, 2. Position)

#### Thermoplast ISO 4613-E/VAC 03, FS, 18-D022

### DIN EN ISO 7792-1 Kunststoffe – Thermoplastische Polyester (TP) – Formmassen – Bezeichnungssystem und Basis für Spezifikationen (Okt 2004)

Berücksichtigt werden Polyester-Homopolymere (Reinpolymerisate) für Formmassen auf Basis von Polyethylenterephthalat (PET), Polybutylenterephthalat (PBT), Polycyclohexyldimethylenterephthalat (PCT), Polyethylnaphthalat (PEN) und andere TP-Arten sowie Polyester-Copolymere verschiedener Zusammensetzung für Formmassen. Die Arten thermoplastischer Polyester werden mit Hilfe von Angaben über Zusammensetzung, vorgesehene Verwendung und/oder Verarbeitungsverfahren, wichtige Eigenschaften, Additive, Farbstoffe, Füll- und Verstärkungsstoffe und der kennzeichnenden Eigenschaften Viskositätszahl oder Zugelastizitätsmodul (Datenblock 3) voneinander unterschieden. Einteilung und Bezeichnungssystem entsprechend DIN EN ISO 1622-1. Im Datenblock 4 werden Art der Füll- und Verstärkungsstoffe sowie deren Massenanteil gekennzeichnet, z. B. B Bor, C Kohlenstoff, G Glas, K Kreide, M Mineral/Metall, S organisches Syntheseprodukt, T Talkum. Angaben zu den Datenblöcken 1 und 2 analog zu den Formmassen nach DIN EN ISO 1622-1. DIN EN ISO 7792-1 ersetzt DIN 16779-1.

#### Bezeichnungsbeispiel für Polyethylenterephthalat-Formmassen:

– Polyethylenterephthalat-Formmassen	(PET Daten-Block 1)
– keine Angabe	(X Daten-Block 2, Position 1)
– spezielle Brenneigenschaften	(F Daten-Block 2, Position 2)
– wärmealterungsstabilisiert	(H Daten-Block 2, Position 3)
– nukleiert	(M Daten-Block 2, Position 4)
– Viskositätszahl von 85 ml/g (09)	(09 Daten-Block 3, Position 1)
– Zugelastizitätsmodul von 10 300 MPa (100)	(100 Daten-Block 3, Position 1)
– Glasfaser-Nenngehalt von 30% (m/m)	(GF30 Daten-Block 4)

#### ISO 7792-PET, XFHM, 09-100, GF30

### DIN 16780-1 Kunststoff-Formmassen – Thermoplastische Formmassen aus Polymerge mischen – Einteilung und Bezeichnung (Jan 1988)

Thermoplastische Formmassen aus Polymerge mischen nach DIN 16780-1 sind in der Schmelze homogenisierte verarbeitungsfertige Mischungssysteme, deren Eigenschaften sich von den Eigenschaften der Einzelkomponenten deutlich unterscheiden. Sie enthalten gegebenenfalls die für die Verarbeitung notwendigen Zusätze. Einteilung und Bezeichnung entsprechend DIN EN ISO 1622-1. Im Daten-Block 1 werden die Kurzzeichen (nach DIN EN ISO 1043-1) der Formmassen, aus denen das Polymerge misch besteht, mit einem Pluszeichen verbunden. Kennzeichnende Eigenschaften im Daten-Block 3 sind Volumen-Fließindex nach DIN 53735 (s. Norm), Izod-Schlagzähigkeit, Elastizitätsmodul und Formbeständigkeit in der Wärme. Im Daten-Block 4 werden Art der Füll- und Verstärkungsstoffe sowie deren Massenanteil gekennzeichnet. Angaben im Daten-Block 2 analog zu den Formmassen nach DIN EN ISO 1622-1.

#### Bezeichnungsbeispiel für Formmassen aus Polymerge mischen:

– Gemisch aus Polypropylen und Ethylen-Propylen-Dien (-Polymer)	((PP + EPDM) Daten-Block 1)
– für Spritzgießen	(M Daten-Block 2, Position 1)
– mit Farbmittel	(C Daten-Block 2, Position 2)
– mit Licht und/oder Witterungsstabilisator	(L Daten-Block 2, Position 3)
– mit einem Volumen-Fließindex von $6 \text{ cm}^3/(10 \text{ min})$ , Bedingung RC	(RC 06 Daten-Block 3, Position 1)
– mit einer Izod-Schlagzähigkeit von $20 \text{ kg/m}^2$ , Bedingung N	(N 20 Daten-Block 3, Position 2)
– mit einem E-Modul unter 1 GPa	(00 Daten-Block 3, Position 3)
– mit einer Formbeständigkeit in der Wärme $80 \text{ }^\circ\text{C}$ (Verfahren A) und $105 \text{ }^\circ\text{C}$ (Verfahren B)	(02 Daten-Block 3, Position 4)

#### Formmasse DIN 16780-(PP + EPDM), MCL, RC 06-IM 20-00-02

### DIN EN ISO 9988-1 Kunststoffe – Polyoxymethylen (POM)-Formmassen – Bezeichnungssystem und Basis für Spezifikationen (Jun 2006)

POM-Formmassen nach DIN EN ISO 9988-1 (ersetzt DIN 16781-1) sind gebrauchsfertige thermoplastische Formmassen in Form von Pulver, Granulat oder Pellets. Polyoxymethylen-Materialien bestehen hauptsächlich aus langkettigen synthetischen Homopolymeren (Code H) und Copolymeren (Code K) von Formaldehyd. Dieser Teil der Norm enthält keine technischen Daten, Leistungsangaben oder Verarbeitungsbedingungen. Prüfverfahren sind im Teil 2 der Norm festgelegt, s. Norm. Kennzeichnende Eigenschaften im Daten-Block 3 sind die Schmelz-Massenfließrate in  $\text{g}/10 \text{ min}$  (MFR) oder die Schmelz-Volumenfließrate (MVR) in  $\text{cm}^3/10 \text{ min}$ . und der Zug-Modul in MPa ( $1 \text{ N/mm}^2 = 1 \text{ MPa}$ ). Code/MFR:  $1/\leq 4$ ,  $2/>> 4 \text{ bis } \leq 7$ ,  $3/>> 7 \text{ bis } \leq 11$ ,  $4/>> 11 \text{ bis } \leq 16$ ,  $5/>> 16 \text{ bis } \leq 35$ ,  $6/>> 35 \text{ bis } \leq 60$ ,  $7/>> 60$ . Inhaltsangaben zur MVR s. Norm. Code/Zug-Modul:  $1/\leq 2250$ ,  $2/>> 2250 \text{ bis } \leq 4000$ ,  $3/>> 4000$ . Im Daten-Block 4 werden Art der Füllstoffe (Code: C, G, K, M, S, X, Z, s. Tab. 282.1 und R = Aramid) oder Verstärkungsstoffe (Code B, D, F, G, X, Z, s. Tab. 282.1 und H = Haarkristalle) sowie deren Massenanteil gekennzeichnet, z. B. 25% Glasfasern (GF) und 10% Mineralpulver (MD): (GF25 + MD10). Angaben in den Daten-Blöcken 1 und 2 analog zu den Formmassen nach DIN EN ISO 1622-1. Zur Erstellung von Spezifikationen kann ein fünfter Daten-Block mit zusätzlichen Informationen angehängt werden.

#### Bezeichnungsbeispiel für POM-Formmassen:

– Polyoxymethylen-Formmasse, Copolymer	(POM-K	Daten-Block 1, Position 1)
– Extrusion	(E	Daten-Block 2, Position 1)
– lichtbeständig	(L	Daten-Block 2, Position 2)
– naturfarben (nicht gefärbt)	(N	Daten-Block 2, Position 3)
– Schmelz-Fließrate (MFR) in $\text{g}/10 \text{ min}$ , Code 2: $> 4 \text{ bis } \leq 7$	(2	Daten-Block 3, Position 1)
– Zug-Modul in MPa, Code 2: $> 2250 \text{ bis } \leq 4000$	(2	Daten-Block 3, Position 2)
– mit einem E-Modul von 3 GPa	(03	Daten-Block 3, Position 3)
– "	(nicht anwendbar	Daten-Block 4)
– ASTM D 6778 POM222	(Spezifikationsnorm	Daten-Block 5)

#### Spezifikation: ISO 9988-POM-K,ELN,2-2,,ASTM D 6778 POM222

#### 8.3.2.2 Duroplast-Formmassen und -Formstoffe, Reaktionsharze

**Allgemeine Hinweise zur Normung von rieselfähigen Formmassen für Duroplaste:** Rieselfähige Formmassen sind geeignet zum Spritzgießen und Formpressen. Sie werden entweder als Pulver, als Granulat oder als Mahlgut bereitgestellt, das drucklos durch Beschickungssysteme befördert werden kann. Zur Einteilung und Bezeichnung dient das nachstehend beschriebene Daten-Blocksystem, das eine einheitliche Kennzeichnung der Formmassen ermöglicht, deren Eigenschaften in den folgenden Normen DIN EN ISO 14526 bis DIN EN ISO 14530 und DIN EN ISO 15252 festgelegt sind. Es beruht auf dem Muster, das in Tab. 273.1 wiedergegeben ist. Für Duroplaste enthalten die unter dem Oberbegriff „Merkmale-Block“ zusammengefassten fünf Daten-Blöcke folgende Informationen: Daten-Block 1, Kennzeichnungsblock: Merkmal 1 = Identifizierung des Basispolymers, Merkmal 2 = Art der kennzeichnenden Füll- oder Verstärkungsstoffe, Merkmal 3 = Form der kennzeichnenden Füll- oder Verstärkungsstoffe, Merkmal 4 = Nenn-Massenanteil der kennzeichnenden Füll- oder Verstärkungsstoffe, s. Tab. 282.1. Daten-Block 2, Verarbeitung/Herstellung. Daten-Block 3, Eigenschaften: Merkmal 1 = besondere Eigenschaften, Merkmal 2 = Schlagzähigkeit, Merkmal 3 = Formbeständigkeitstemperatur. Daten-Block 4, weitere Angaben (aus Firmenangaben oder internationalen Normen). Daten-Block 5, zusätzliche Anforderungen.

Tabelle 282.1 DIN EN 14562-1: Codebuchstaben und -nummern im Merkmale-Block, Datenblock 1

Art des Füll-/Verstärkungsstoffes <sup>1)</sup>		Form des Füll-/Verstärkungsstoffes <sup>1)</sup>		Code des prozentualen Masseanteils <i>w</i> in %	
A	Aramid	B	Kugeln, Perlen	05	$w < 7,5$
B	Bor	C	Schnitzel, Späne	10	$7,5 \leq w < 12,5$
C	Kohlenstoff	D	Feingut/Pulver	15	$12,5 \leq w < 17,5$
D	Aluminiumtrihydroxid	F	Fasern	20	$17,5 \leq w < 22,5$
E	Ton	G	Mahlgut	25	$22,5 \leq w < 27,5$
G	Glas	S	Schuppen, Flocken	30	$27,5 \leq w < 32,5$
K	Calciumcarbonat	X	Nicht festgelegt	35	$32,5 \leq w < 37,5$
L1	Zellulose	Z	Sonstiges	40	$37,5 \leq w < 42,5$
L2	Baumwolle			45	$42,5 \leq w < 47,5$
M	Mineral <sup>2)</sup>			50	$47,5 \leq w < 52,5$
P	Glimmer			55	$52,5 \leq w < 57,5$
Q	Quarz			60	$57,5 \leq w < 62,5$
R	Recycling-Material			65	$62,5 \leq w < 67,5$
S	Organisches Syntheseprodukt			70	$67,5 \leq w < 72,5$
T	Talkum			75	$72,5 \leq w < 77,5$
W	Holz			80	$77,5 \leq w < 82,5$
X	Nicht festgelegt			85	$82,5 \leq w < 87,5$
Z	Sonstiges			90	$87,5 \leq w < 92,5$
				95	$92,5 \leq w < 97,5$

<sup>1)</sup> nach DIN EN ISO 1043-2, s. Norm

<sup>2)</sup> auch Gestein

**Anmerkung:** Mischungen können durch Kombination der betreffenden Codes mit dem Zeichen „+“ angegeben werden, wobei das Ganze in Klammern gesetzt wird, z. B. (WD30 + MD20).

Codebuchstaben im Daten-Block 2 für das Verarbeitungssystem: **G** allgemeine Verwendung, **M** Spritzgießen, **Q** Formpressen, **T** Spritzpressen, **X** nicht festgelegt, **Z** Sonstiges.

Codebuchstaben im Daten-Block 3 für besondere Eigenschaften: **A** ammoniakfrei, **E** elektrische Eigenschaften, **FR** Flammbeständigkeit, **M** mechanische Eigenschaften, **N** Lebensmittelechtheit (Berührung mit Nahrungsmitteln), **R** enthält Recycling-Material, **T** Wärmebeständigkeit, **X** nicht festgelegt, **Z** Sonstiges.

Das erste Zeichen des Merkmale-Blocks ist ein Bindestrich, die Daten-Blöcke werden durch Kommata getrennt. Wird ein Daten-Block nicht genutzt, muss eine Kennzeichnung durch „X“ erfolgen, jedoch nur, wenn ein weiterer Block folgt. Die Abkürzung für rieselfähige Formmasse ist **PMC** (powder moulding compounds).

Teil 2 der Normen enthält jeweils Hinweise zur Herstellung von Probekörpern und zur Bestimmung von Eigenschaften, die zur Kennzeichnung der Formmassen dienen, s. Normen.

Im Teil 3 der Normen werden die Anforderungen an die mechanischen, elektrischen und thermischen Eigenschaften von rieselfähigen Formmassen und daraus durch Formpressen oder Spritzgießen hergestellte Probekörper festgelegt. Eine Auswahl der Eigenschaftskennwerte ist in Tab. 284.1 zusammengestellt. Rheologische und verarbeitungstechnische Eigenschaften sind zu vereinbaren. Mit den hier behandelten Teilen der Normen DIN EN ISO 14526 bis DIN EN ISO 14529 wurde die frühere nationale Norm DIN 7708 mit den Teilen 2 und 3 ersetzt.

### DIN EN ISO 14526-1 Kunststoffe – Rieselfähige Phenol-Formmassen (PF-PMC) – Bezeichnungssystem und Basis für Spezifikationen (Aug 2000)

DIN EN ISO 14526 mit den Teilen 1, 2 und 3 ersetzt die frühere nationale Norm DIN 7708-2. Teil 1 der Norm gilt für sämtliche gebrauchsfähige, rieselfähige Formmassen auf Basis von Phenolharzen zum Spritzgießen und Formpressen (PF-PMC). Einteilung und Bezeichnung entsprechend Tab. 282.1.

**Bezeichnungsbeispiel für Phenol-Formmassen:**

- |                               |  |
|-------------------------------|--|
| – Phenolharz                  | (PF Daten-Block 1, Merkmal 1)          |
| – Holzmehl 27,5% bis 32,5%    | (WD30 Daten-Block 1, Merkmale 2 bis 4) |
| – Mineralmehl 17,5% bis 22,5% | (MD20 Daten-Block 1, Merkmale 2 bis 4) |
| – Formpressen                 | (Q Daten-Block 2)                      |

**PMC ISO 14526-PF (WD30 + MD20), Q**

**DIN EN ISO 14526-3 Kunststoffe – Rieselfähige Phenol-Formmassen (PF-PMC) – Anforderungen an ausgewählte Formmassen (Aug 2000)**

In diesem Teil der Norm werden die Anforderungen an die mechanischen, elektrischen und thermischen Eigenschaften von rieselfähigen Phenol-Formmassen (PF-PMC) und daraus durch Formpressen oder Spritzgießen hergestellte Probekörper festgelegt, s. Tab. 284.1. Anhaltsangaben für thermische Eigenschaften (Formbeständigkeitstemperatur und Brennbarkeit) und sonstige Eigenschaften (Wasseraufnahme und freies Ammoniak) s. Norm.

**DIN EN ISO 14527-1 Kunststoffe – Rieselfähige Harnstoff-Formaldehyd- und Harnstoff-Melamin-Formaldehyd-Formmassen (UF- und UF/MF) – Bezeichnungssystem und Basis für Spezifikationen (Aug 2000)**

DIN EN ISO 14527 mit den Teilen 1, 2 und 3 ersetzt die frühere nationale Norm DIN 7708-3. Teil 1 der Norm gilt für sämtliche gebrauchsfähige, rieselfähige Formmassen auf Basis von Harnstoff-Formaldehyd-Harzen (UF-PMC) und Harnstoff/Melamin-Formaldehyd-Harzen (UF/MF-PMC). Einteilung und Bezeichnung entsprechend Tab. 282.1. Bezeichnungsbeispiel s. Norm.

**DIN EN ISO 14527-3 Kunststoffe – Rieselfähige Harnstoff-Formaldehyd- und Harnstoff/Melamin-Formaldehyd-Formmassen (UF- und UF/MF) – Anforderungen an ausgewählte Formmassen (Aug 2000)**

In diesem Teil der Norm werden die Anforderungen an die mechanischen, elektrischen und thermischen Eigenschaften von rieselfähigen Harnstoff-Formaldehyd- und Harnstoff/Melamin-Formaldehyd-Formmassen (UF- und UF/MF-PMC) und daraus durch Formpressen oder Spritzgießen hergestellte Probekörper festgelegt. Anhaltsangaben für mechanische und elektrische Eigenschaften s. Tab. 284.1.

Anhaltsangaben für thermische Eigenschaften (Formbeständigkeitstemperatur und Brennbarkeit) und sonstige Eigenschaften (Wasseraufnahme und freies Ammoniak) s. Norm.

**DIN EN ISO 14528-1 Kunststoffe – Rieselfähige Melamin-Formaldehyd-Formmassen (MF-PMC) – Bezeichnungssystem und Basis für Spezifikationen (Aug 2000)**

DIN EN ISO 14528 mit den Teilen 1, 2 und 3 ersetzt die frühere nationale Norm DIN 7708-3. Teil 1 der Norm gilt für sämtliche gebrauchsfähige, rieselfähige Formmassen auf Basis von Melamin-Formaldehyd zum Spritzgießen und Formpressen (MF-PMC). Einteilung und Bezeichnung entsprechend Tab. 282.1.

**Bezeichnungsbeispiel für Melamin-Formaldehyd-Formmassen:**

- |  |  |
|--|--|
| – Melamin-Formaldehyd-Harz                           | (MF Daten-Block 1, Merkmal 1)          |
| – Glasfaser 17,5% bis 22,5%                          | (GF20 Daten-Block 1, Merkmale 2 bis 4) |
| – Mineralmehl 22,5% bis 27,5%                        | (MD20 Daten-Block 1, Merkmale 2 bis 4) |
| – Kein empfohlenes Verarbeitungsverfahren festgelegt |  |
| – Keine kennzeichnenden Eigenschaften festgelegt     |  |

**PMC ISO 14528-MF (GF20 + MD25)**

**DIN EN ISO 14528-3 Kunststoffe – Rieselfähige Melamin-Formaldehyd-Formmassen (MF-PMC) – Anforderungen an ausgewählte Formmassen (Aug 2000)**

In diesem Teil der Norm werden die Anforderungen an die mechanischen, elektrischen und thermischen Eigenschaften von rieselfähigen Melamin-Formaldehyd-Formmassen (MF-PMC) und daraus durch Formpressen oder Spritzgießen hergestellte Probekörper festgelegt, s. Tab. 284.1. Anhaltsangaben für thermische Eigenschaften (Formbeständigkeitstemperatur und Brennbarkeit) und sonstige Eigenschaften (Wasseraufnahme, extrahierbarer Formaldehyd) s. Norm.

**DIN EN ISO 14529-1 Kunststoffe – Rieselfähige Melamin/Phenol-Formmassen (MP-PMC) – Bezeichnungssystem und Basis für Spezifikationen (Aug 2000)**

DIN EN ISO 14529 mit den Teilen 1, 2 und 3 ersetzt die frühere nationale Norm DIN 7708-3. Der Teil 1 der Norm gilt für sämtliche gebrauchsfähige, rieselfähige Formmassen auf Basis von Melamin/Phenol zum Spritzgießen und Formpressen (MP-PMC). Melamin/Phenolharz ist ein synthetisches Harz, das durch Reaktion von Melamin und Phenol mit Formaldehyd (i. Allg.) gewonnen wird. Einteilung s. Tab. 282.1.

**Bezeichnungsbeispiel für Melamin/Phenol-Formmassen:**

- Melamin/Phenolharz (MP Daten-Block 1, Merkmal 1)
  - Holzmehl 27,5% bis 32,5% (WD30 Daten-Block 1, Merkmale 2 bis 4)
  - Mineralmehl 12,5% bis 17,5% (MD15 Daten-Block 1, Merkmale 2 bis 4)
  - Kein empfohlenes Verarbeitungsverfahren festgelegt
  - Keine kennzeichnenden Eigenschaften festgelegt
- PMC ISO 14529-MP(WD30 + MD15)**

**DIN EN ISO 14529-3 Kunststoffe – Rieselfähige Melamin/Phenol-Formmassen (MP-PMC) – Anforderungen an ausgewählte Formmassen (Aug 2000)**

In diesem Teil der Norm werden die Anforderungen an die mechanischen, elektrischen und thermischen Eigenschaften von rieselfähigen Melamin/Phenol-Formmassen (MP-PMC) und daraus durch Formpressen oder Spritzgießen hergestellte Probekörper festgelegt, s. Tab. 283.1.

Anhaltsangaben für thermische Eigenschaften (Formbeständigkeitstemperatur und Brennbarkeit) und sonstige Eigenschaften (Wasseraufnahme) s. Norm.

**DIN EN ISO 14530-1 Kunststoffe – Rieselfähige ungesättigte Polyester-Formmassen (UP-PMC) – Bezeichnungssystem und Basis für Spezifikationen (Aug 2000)**

DIN EN ISO 14530 mit den Teilen 1, 2 und 3 ersetzt die frühere nationale Norm DIN 16911 teilweise. Der Teil 1 der Norm gilt für sämtliche gebrauchsfähige, rieselfähige Formmassen auf Basis von ungesättigten Polyesterharzen zum Spritzgießen und Formpressen (MP-PMC). Einteilung und Bezeichnung entsprechend DIN EN ISO 14526-1, s. Tab. 284.1.

**Bezeichnungsbeispiel für Polyester-Formmassen:**

- Ungesättigtes Polyesterharz (UP Daten-Block 1, Merkmal 1)
  - Glasfasern 7,5% bis 12,5% (GF10 Daten-Block 1, Merkmale 2 bis 4)
  - Mineralmehl 62,5% bis 67,5% (MD65 Daten-Block 1, Merkmale 2 bis 4)
  - Kein empfohlenes Verarbeitungsverfahren (X Daten-Block 2)
  - Flammbeständigkeit (FR Daten-Block 3)
- PMC ISO 14530-UP(GF10 + MD65), X, FR**

**DIN EN ISO 14530-3 Kunststoffe – Rieselfähige ungesättigte Polyester-Formmassen (UP-PMC) – Anforderungen an ausgewählte Formmassen (Aug 2000)**

In diesem Teil der Norm werden die Anforderungen an die mechanischen, elektrischen und thermischen Eigenschaften von rieselfähigen Polyester-Formmassen (UP-PMC) und daraus durch Formpressen oder Spritzgießen hergestellte Probekörper festgelegt, s. Tab. 284.1. Anhaltsangaben für thermische Eigenschaften (Formbeständigkeitstemperatur und Brennbarkeit) und sonstige Eigenschaften (Wasseraufnahme) s. Norm.

Tabelle 284.1 Mechanische und elektrische Eigenschaften von rieselfähigen Formmassen (PMC)

Formmasstyp <sup>1)</sup>		Verarbeitung <sup>2)</sup>	mechanische Eigenschaften <sup>3)</sup>				elektrische Eigenschaften <sup>4)</sup>			
DIN EN ISO ... (Merkmale-Block)	DIN 7708-2		1. ≥	2. ≥	3. ≥	4. ≥	5. ≤	6. ≥	7. ≥	8. ≥
DIN EN ISO 14526-3 Mechanische und elektrische Eigenschaften von PF-PMC										
(WD30 + MD20) bis (WD40 + MD10)	Typ 31	Q	40	70	4,5	1,3	–	–	10 <sup>9</sup>	125
		M	50	80	5,0	1,3				
(WD30 + MD20), X, E bis (WD40 + MD10), X, E	Typ 31.5	Q	40	70	4,5	1,3	0,1	10 <sup>11</sup>	10 <sup>10</sup>	125
		M	50	80	5,0	1,3				
(WD30 + MD20), X, A bis (WD40 + MD10), X, A	Typ 31.9	Q	40	70	4,5	1,3	–	–	10 <sup>9</sup>	125
		M	50	80	5,0	1,3				
(LF20 + MD25) bis (LF30 + MD15)	Typ 51	Q	40	70	4,5	2,5	–	–	10 <sup>8</sup>	125
		M	50	80	5,0	2,5				

Fortsetzung s. nächste Seite



Tabelle 284.1 Fortsetzung

Formmasse <sup>1)</sup>		Verarbeitung <sup>2)</sup>	mechanische Eigenschaften <sup>3)</sup>				elektrische Eigenschaften <sup>4)</sup>			
DIN EN ISO ...	DIN 7708-2		1. ≥	2. ≥	3. ≥	4. ≥	5. ≤	6. ≥	7. ≥	8. ≥
DIN EN ISO 14526-3 Mechanische und elektrische Eigenschaften von PF-PMC										
(SC20 + LF15) bis (SC30 + LF05)	Typ 84	Q	35	70	5,5	4,0	–	–	10 <sup>8</sup>	125
		M	45	80	6,5	4,0				
SS40 bis SS50	Typ 74	Q	30	60	7,0	7,0	–	10 <sup>12</sup>	10 <sup>8</sup>	125
		M	45	70	9,0	7,0				
PF40 bis PF60	Typ 13	Q	30	70	2,5	1,5	0,1	–	10 <sup>11</sup>	175
		M	40	80	3,5	1,5				
(LF20 + MD25) bis (LF40 + MD05)	Typ 83	Q	35	70	5,5	2,8	–	–	10 <sup>8</sup>	125
		M	45	80	6,0	2,8				
(GF20 + GG30) bis (GF30 + GG20)	Typ 12	Q	50	80	6,0	1,5	0,25	10 <sup>11</sup>	10 <sup>10</sup>	175
		M	60	90	7,0	1,5				
(GF30 + MD20) bis (GF40 + MD10)	–	Q	80	140	13,0	3,0	0,25	10 <sup>12</sup>	10 <sup>11</sup>	150
		M	90	150	15,0	3,5				
DIN EN ISO 14527-3 Mechanische und elektrische Eigenschaften von UF- und UF/MF-PMC										
UF(LD10 + MD30), X, E bis (LD20 + MD20)	Typ 131.5	Q	40	80	5,5	1,1	0,1	10 <sup>12</sup>	10 <sup>11</sup>	600
		M	50	100	7,0	1,3				
UF(LD10 + MD30) bis (LD20 + MD20)	Typ 131	Q	40	80	5,5	1,1	–	–	10 <sup>11</sup>	600
		M	50	100	7,0	1,3				
UF (WD30 + MD20) bis (WD40 + MD10)	(Typ 130) <sup>6)</sup>	Q	40	70	4,5	1,0	–	–	10 <sup>11</sup>	600
		M	50	80	5,0	1,0				
UF/MF(LF20 + S10) bis (LF30 + S20)	–	Q	5 <sup>)</sup>	80	6,5	1,5	–	–	10 <sup>10</sup>	500
		M	–	–	–	–				
DIN EN ISO 14528-3 Mechanische und elektrische Eigenschaften von MF-PMC										
(LD25 + MD20) bis (LD35 + MD10)	Typ 152	Q	40	80	5,0	1,2	–	–	10 <sup>10</sup>	600
		M	50	90	6,0	1,4				
(LD20 + MD25), X, N bis (LD30 + MD15), X, N	Typ 152.7	Q	40	90	5,0	1,2	–	–	10 <sup>10</sup>	600
		M	50	100	6,0	1,4				
(LD20 + MD25), X, N, M bis (LD30 + MD15), X, N, M	Typ 152.7	Q	40	90	6,0	1,4	–	–	10 <sup>10</sup>	600
		M	50	100	8,0	1,5				
(WD30 + MD15) bis (WD40 + MD05)	Typ 150	Q	40	70	5,0	1,2	–	–	10 <sup>10</sup>	600
		M	50	90	6,0	1,3				
(SS30 + MD15) bis (SS40 + MD05)	Typ 154	Q	35	60	9,0	6,5	–	–	10 <sup>8</sup>	600
		M	45	80	15,0	6,5				
(GF20 + MD25) bis (GF30 + MD15)	–	Q	60	90	5,0	2,0	–	–	10 <sup>10</sup>	600

Fortsetzung und Fußnoten s. nächste Seite

Tabelle 284.1 Fortsetzung

Formmasstyp <sup>1)</sup>		Verarbeitung <sup>2)</sup>	mechanische Eigenschaften <sup>3)</sup>				elektrische Eigenschaften <sup>4)</sup>			
DIN EN ISO ...	DIN 7708-2		1. ≥	2. ≥	3. ≥	4. ≥	5. ≤	6. ≥	7. ≥	8. ≥
DIN EN ISO 14529-3 Mechanische und elektrische Eigenschaften von MP-PMC										
(LD30 + MD15), X, E bis (LD40 + MD04), X, E	Typ 181.5	Q	45	80	6,0	1,2	–	10 <sup>12</sup>	10 <sup>11</sup>	600
		M	60	100	7,0	1,4				
LD35 bis LD45	Typ 181	Q	45	80	5,0	1,2	–	10 <sup>11</sup>	10 <sup>10</sup>	250
		M	60	100	7,0	1,4				
(WD20 + MD15) bis (WD30 + MD05)	Typ 180	Q	45	90	4,5	1,2	–	10 <sup>11</sup>	10 <sup>10</sup>	175
		M	50	100	6,0	1,4				
(LF20 + MD25) bis (LF30 + MD15)	Typ 183	Q	40	70	5,0	1,2	–	–	10 <sup>10</sup>	600
		M	50	90	7,0	1,3				
(WD35 + MD15) bis (WD45 + MD05)	Typ 182	Q	40	80	5,0	1,2	–	–	10 <sup>10</sup>	600
		M	55	100	6,5	1,3				
(GF20 + GG20) bis (GF20 + GG30)	–	Q	45	80	5,0	2,5	–	10 <sup>12</sup>	10 <sup>11</sup>	300
		M	60	100	7,0	2,5				
DIN EN ISO 14530-3 Mechanische und elektrische Eigenschaften von UP-PMC										
(GF10 + MD60) bis (GF20 + MD50)	Typ 802	Q	35	80	5,0	1,1	0,03	10 <sup>13</sup>	10 <sup>12</sup>	600
		M	40	100	7,5	1,3				
(GF10 + MD65), X, FR bis (GF20 + MD55), X, FR	Typ 804	Q	35	80	5,0	1,1	0,03	10 <sup>13</sup>	10 <sup>12</sup>	600
		M	40	100	7,5	1,3				
(LD20 + MD50) bis (LD30 + MD40)	–	Q	25	70	4,5	1,0	–	10 <sup>11</sup>	10 <sup>10</sup>	600
		M	35	80	5,0	1,0				

<sup>1)</sup> Vergleich der Bezeichnungen rieselfähiger Formmassen zu den Bezeichnungen der zurückgezogenen DIN-Norm.

<sup>2)</sup> Q = Formpressen; M = Spritzgießen.

<sup>3)</sup> Mechanische Eigenschaften mit Zeichen und Einheit: 1. Zugmodul,  $\sigma_B$  in MPa, 2. Biegefestigkeit,  $\sigma_{fM}$  in MPa, 3. Charpy-Schlagzähigkeit,  $\alpha_{cU}$  in kJ/m<sup>2</sup>, 4. Charpy-Kerbschlagzähigkeit,  $\alpha_{cA}$  in kJ/m<sup>2</sup> (Anmerkung: 1 MPa entspricht 1 N/mm<sup>2</sup>).

<sup>4)</sup> Elektrische Eigenschaften mit Zeichen und Einheit: 5. Dielektrischer Verlustfaktor,  $\tan \delta$  100, 6. Spezifischer Durchgangswiderstand,  $\rho_e$  in  $\Omega \times \text{cm}$ , 7. Spezifischer Oberflächenwiderstand,  $\sigma_e$  in  $\Omega$ , 8. Kennziffer für die Kriechstromfestigkeit, PTI.

<sup>5)</sup> Grenzwert ist noch nicht festgelegt.

<sup>6)</sup> Früherer DIN-Typ (nicht in DIN 7708-3 enthalten).

## DIN 7708-1 Kunststoff-Formmassen – Kunststoffserzeugnisse – Begriffe (Dez 1980)

Formmassen sind flüssige, pastöse oder feste Stoffe in verarbeitungsfertigem Zustand, die spanlos zu Halbzeugen oder Formteilen geformt werden können.

Begriffe für die Formtechnik von Formmassen (Fertigungsverfahren und Fertigungsmittel) s. DIN 16700, s. Norm.

Halbzeuge sind ebene oder profilierte Kunststoffserzeugnisse vorzugsweise größerer Länge, die aus Formmassen hergestellt worden sind und bei denen in Bezug auf das daraus herzustellende Formteil mindestens ein Maß noch unbestimmt ist.

Formteile sind gestaltete Kunststoffserzeugnisse, die aus Formmassen oder Halbzeugen hergestellt worden sind.

Formstoffe sind die Werkstoffe der Halbzeuge und Formteile.

**DIN EN 14598-1 Verstärkte härtbare Formmassen – Spezifikation für Harzmatten (SMC) und faser- verstärkte Pressmassen (BMC) – Bezeichnung (Jul 2005)**

Bei Formmassen nach DIN EN 14598-1 handelt es sich entweder um Harzmatte (Sheet Moulding Compound, kurz: **SMC**) oder um faserverstärkte Pressmasse (Bulk Moulding Compound, kurz: **BMC**) im gebrauchsfertigen Zustand. Zur Bezeichnung der Formmassen ist ein Daten-Blocksystem festgelegt, s. allgemeine Hinweise zu Abschn. 16.6.2.2. und Tab. 236.1 sowie Tab. 282.1. Technische Daten dafür sind im Teil 3 der Norm festgelegt, s. Norm. Auf der Basis von ungesättigten Polyester-Harzen hergestellte verstärkte härtbare Formmasse wird **UP-SMC** oder **UP-BMC** genannt, verstärkte härtbare Formmasse auf der Basis von Vinylester-Harzen mit **VE-SMC** oder **VE-BMC** bezeichnet.

**Bezeichnungsbeispiel:**

- Basispolymer: Ungesättigter Polyesterharz (UP Datenblock 1, Merkmal 1)
- Füll-/Verstärkungsstoff: Glasfaser 27,5% bis 32,5% (GF30 Datenblock 1, Merkmale 2 bis 4)
- Füll-/Verstärkungsstoff: Gesteinsmehl 42,5% bis 47,5% (MD45 Datenblock 1, + Merkmale 2 bis 4)
- Kein empfohlenes Verarbeitungsverfahren (X Datenblock 2)
- Flammbeständig (FR Datenblock 3)

**SMC EN 14598-1 – UP(GF30 + MD45)X,FR** Abkürzung für Beschriftungszwecke: **UP(GF30 + MD45)**

Prüfverfahren s. Teil 2 der Norm. DIN EN 14598-1 ist Ersatz für DIN 16913-1 und mit DIN EN ISO 14530-1 bis -3 Ersatz für DIN 16911.

**DIN EN ISO 15252-1 Kunststoffe – Rieselfähige Epoxidharz-Formmassen (EP-PMC) – Bezeichnungssystem und Basis für Spezifikationen (Aug 2000)**

Dieser Teil der Norm gilt für sämtliche gebrauchsfertige, rieselfähige Epoxidharz-Formmassen (EP-PMC) in Form von Pulver, Granulat oder Mahlgut. Die Einteilung und Bezeichnung erfolgt nach dem zuvor beschriebenen Datenblock-System (s. Tab. 282.1).

**Bezeichnungsbeispiel für Epoxidharz-Formmassen:**

- Epoxidharz (EP Daten-Block 1, Merkmal 1)
- Glasfasern 22,5% (m/m) bis 27,5% (m/m) (GF25 Daten-Block 1, Merkmal 2 bis 4)
- Glasmahlgut 22,5% (m/m) bis 27,5% (m/m) (GG65 Daten-Block 1, Merkmal 2 bis 4)

**PMC ISO 15252-EP (GF25 + GG25)** Abkürzung für Beschriftungen: **EP (GF25 + GG25)**

Bemerkung zu Daten-Block 2: Bestimmte Merkmale und Formmassen können auf verschiedene Weise bearbeitet werden, z. B. entweder durch Formpressen oder durch Spritzgießen. Derartige Marken müssen mit dem Symbol G für „Allgemeine Verwendung“ bezeichnet werden. Bemerkung zum Daten-Block 3: Der Codebuchstabe A für „Ammoniakfrei“ gilt für DIN EN ISO 15252-1 nicht.

**DIN EN ISO 15252-3 Kunststoffe – Rieselfähige Epoxidharz-Formmassen (EP-PMC) – Anforderungen an ausgewählte Formmassen (Aug 2000)**

In diesem Teil der Norm werden die mechanischen, elektrischen und thermischen Eigenschaften von rieselfähigen Epoxidharz-Formmassen (EP-PMC) und daraus durch Formpressen oder Spritzgießen hergestellte Probekörper festgelegt, s. Tab. 287.1. Anhaltsangaben zu thermischen Eigenschaften (Formbeständigkeitstemperatur bei Belastung, Brennbarkeit) und sonstige Eigenschaften (Wasseraufnahme) s. Norm.

Tabelle 287.1 Mechanische und elektrische Eigenschaften von EP-PMC

Formmasstyp <sup>1)</sup> DIN EN ISO 15252-3	Verarbeitung <sup>2)</sup>	mechanische Eigenschaften <sup>3)</sup>				elektrische Eigenschaften <sup>4)</sup>			
		1. ≥	2. ≥	3. ≥	4. ≥	5. ≤	6. ≥	7. ≥	8. ≥
MD65, X, E bis MD75, X, E	Q	–	80	5,0	1,5	0,03	10 <sup>14</sup>	10 <sup>15</sup>	600
	M	40	80	5,0	1,5				
MD65, X, T bis MD75, X, T	Q	–	90	5,0	1,5	–	10 <sup>13</sup>	10 <sup>12</sup>	300
	M	40	90	5,0	1,5				
(GF10 + MD60), bis (GF20 + MD50)	Q	–	120	7,0	2,0	–	10 <sup>13</sup>	10 <sup>12</sup>	200
	M	70	130	9,0	3,0				
(GF10 + MD60), X, E bis (GF20 + MD50), X, E	Q	–	120	7,0	2,0	0,03	10 <sup>14</sup>	10 <sup>13</sup>	600
	M	70	130	9,0	3,0				

<sup>1)</sup> Bedeutung der Kurzzeichen s. Tab. 282.1.

<sup>2)</sup> Q = Formpressen; M = Spritzgießen.

<sup>3)</sup> Mechanische Eigenschaften mit Zeichen und Einheit: 1. Zugmodul,  $\sigma_B$  in MPa, 2. Biegefestigkeit,  $\sigma_{fM}$  in MPa, 3. Charpy-Schlagzähigkeit,  $\alpha_{cU}$  in kJ/m<sup>2</sup>, 4. Charpy-Kerbschlagzähigkeit,  $\alpha_{cA}$  in kJ/m<sup>2</sup> (Anmerkung: 1 MPa entspricht 1 N/mm<sup>2</sup>).

<sup>4)</sup> Elektrische Eigenschaften mit Zeichen und Einheit: 5. Dielektrischer Verlustfaktor,  $\tan \delta$  100, 6. Spezifischer Durchgangswiderstand,  $\rho_e$  in  $\Omega \times \text{cm}$ , 7. Spezifischer Oberflächenwiderstand,  $\sigma_e$  in  $\Omega$ , 8. Kennziffer für die Kriechstromfestigkeit, PTI.



## DIN 16945 Reaktionsharze, Reaktionsmittel und Reaktionsharzmassen – Prüfverfahren (Mrz 1989)

Die Norm legt Prüfverfahren für Reaktionsharze (Epoxidharze, Methacrylatharze, ungesättigte Polyesterharze, Isocyanatharze, Phenacrylharze), Reaktionsmittel (Härter, Beschleuniger) und Reaktionsharzmassen (das sind verarbeitungsfähige Mischungen eines Reaktionsharzes mit den erforderlichen Reaktionsmitteln, mit oder ohne Füllstoffe, gegebenenfalls mit Lösemitteln) fest.

## DIN 16946-2 Reaktionsharzformstoffe – Gießharzformstoffe – Typen (Mrz 1989)

Gießharzformstoffe nach DIN 16946-2 sind gehärtete Stoffe (Werkstoffe) aus Reaktionsharzmassen (s. DIN 16945), die durch Gießen in Formen und nach dem Härten zu Formteilen werden. Die Norm legt für diejenigen Gießharzformstoffe, die sich in der Praxis über längere Zeit bewährt haben, Typen durch stoffliche Angaben und Eigenschaftangaben für Norm-Probekörper fest. Es werden Typen auf Basis von Epoxidharzen (Nr 1000-0 bis 1042-5), Methacrylatharzen (Nr 1200-0 bis 1220-0), ungesättigten Polyesterharzen (Nr 1100 bis 1140), Isocyanatharzen (Nr 1410-0 bis 1430-5) und Phenacrylatharzen (Nr 1310 und 1330) unterschieden.

Einteilung, Bezeichnung und Eigenschaften von glasfaserverstärkten Reaktionsharzformstoffen s. DIN 16948-1 und DIN 16948-2.

### 8.3.2.3 Toleranzen für Kunststoffteile

## DIN 16901 Kunststoff-Formteile – Toleranzen und Abnahmebedingungen für Längenmaße (Nov 1982)

Bei der Fertigung von Kunststoff-Formteilen sind Abweichungen von Maßen nicht zu vermeiden. Gegenstand von DIN 16901 sind nur die fertigungsbedingten Maßabweichungen, die durch die Verarbeitungsstreuung und den Zustand des Werkzeuges verursacht sind. Bei der Festlegung von Gesamt toleranzen für Kunststoff-Formteile sind neben den fertigungsbedingten Maßabweichungen (Fertigungstoleranzen) auch betriebs- und umweltbedingte Maßänderungen zu berücksichtigen. Die Toleranzen für Kunststoff-Formteile können nicht den ISO-Grundtoleranzen entnommen werden, da ihre Zuordnung zu den Nennmaßen anderen Gesetzmäßigkeiten unterliegt.

Die Norm gilt für Kunststoff-Formteile, die aus härtbaren und nichthärtbaren Formmassen durch Pressen, Spritzpressen, Spritzprägen oder Spritzgießen hergestellt sind. Den verschiedenen Kunststoff-Formmassen werden Toleranzgruppen zugeordnet (s. Tab. 288.1), denen wiederum bestimmte Toleranzen und zulässige Abweichungen entsprechen (s. Tab. 289.1).

Für einzelne Maße können feinere, durch Sondermaßnahmen erreichbare Toleranzen mit dem Lieferer vereinbart werden. Einzelheiten über das Verhalten der Formstoffe s. Norm.

Tabelle 288.1 DIN 16901: Zuordnung der Toleranzgruppen zu den Formmassen (Auswahl)

Kurzzeichen	Formteile hergestellt aus	Toleranzgruppen	
		für Allgemeintoleranzen	für Maße mit direkt eingetragenen Abmaßen Reihe 1   Reihe 2
EP	Epoxidharz-Formmassen	130	120   110
UP	Polyester-Formmassen	130	120   110
ASA	Formmassen auf Basis Acrylnitril-Styrol-Acrylester-Copolymeren	130	120   110
ABS	Formmassen auf Basis Acrylnitril-Butadien-Styrol-Copolymeren (gefüllt und ungefüllt)		
CA	Celluloseacetat-Formmassen	140	130   120
CAB	Celluloseacetobutyrat-Formmassen		
CAP	Celluloseacetopropionat-Formmassen		
CP	Cellulosepropionat-Formmassen		
PA	Polyamid-Formmassen (amorph, ungefüllt, gefüllt)	130	120   110
PA 6	6-Polyamid-Formmassen <sup>1)</sup> (ungefüllt)	140	130   120
PA 66	66-Polyamid-Formmassen <sup>1)</sup> (ungefüllt)		
PA 610	610-Polyamid-Formmassen <sup>1)</sup> (ungefüllt)		
PA 11	11-Polyamid-Formmassen <sup>1)</sup> (ungefüllt)		
PB	Polybuten-Formmassen	160	150   140
PDAP	Polydiallylphthalat-Formmassen (mit anorganischem Füllstoff)	130	120   110
PE	Polyethylen-Formmassen <sup>1)</sup> (ungefüllt)	150	140   130
PSU	Polysulfon-Formmassen (gefüllt, ungefüllt)	130	120   110
PMMA	Polymethylmethacrylat-Formmassen	130	120   110
PP	Polypropylen-Formmassen <sup>1)</sup> (ungefüllt)	150	140   130
	Polypropylen-Formmassen <sup>1)</sup> (glasfasergefüllt, mit Talkum oder Asbestfaser gefüllt)	140	130   120
PPS	Polyphenylsulfid-Formmassen (gefüllt)	130	120   110
PS	Polystyrol-Formmassen		
PVC-U	weichmacherfreie Polyvinylchlorid-Formmassen		
SAN	Styrol-Acrylnitril-Formmassen (ungefüllt, gefüllt)	130	120   110

<sup>1)</sup> Bei ungefüllten, teilkristallinen, nichthärtbaren Formmassen (Thermoplasten) gilt bei Wanddicken über 4 mm die nächsthöhere Toleranzgruppe

Tabelle 291.1 Allgemeintoleranzen und Toleranzen für Maße mit direkt eingetragenen Abmaßen

Toleranzgruppe aus Tab. 290.1	Kennbuchstabe <sup>1)</sup>	Nennmaßbereich																							
		über 0	1	3	6	10	15	22	30	40	53	70	90	120	160	200	250	315	400	500	630	800	1000		
Allgemeintoleranzen	A	±0,28	±0,30	±0,33	±0,37	±0,42	±0,49	±0,57	±0,66	±0,78	±0,94	±1,15	±1,40	±1,80	±2,20	±2,70	±3,30	±4,10	±5,10	±6,30	±7,90	±10,00			
	B	±0,18	±0,20	±0,23	±0,27	±0,32	±0,39	±0,47	±0,56	±0,68	±0,84	±1,05	±1,30	±1,70	±2,10	±2,60	±3,20	±4,00	±5,00	±6,20	±7,80	±9,90			
150	A	±0,23	±0,25	±0,27	±0,30	±0,34	±0,38	±0,43	±0,49	±0,57	±0,68	±0,81	±0,97	±1,20	±1,50	±1,80	±2,20	±2,80	±3,40	±4,30	±5,30	±6,60			
	B	±0,13	±0,15	±0,17	±0,20	±0,24	±0,28	±0,33	±0,39	±0,47	±0,58	±0,71	±0,87	±1,10	±1,40	±1,70	±2,10	±2,70	±3,30	±4,20	±5,20	±6,50			
140	A	±0,20	±0,21	±0,22	±0,24	±0,27	±0,30	±0,34	±0,38	±0,43	±0,50	±0,60	±0,70	±0,85	±1,05	±1,25	±1,55	±1,90	±2,30	±2,90	±3,60	±4,50			
	B	±0,10	±0,11	±0,12	±0,14	±0,17	±0,20	±0,24	±0,28	±0,33	±0,40	±0,50	±0,60	±0,75	±0,95	±1,15	±1,45	±1,80	±2,20	±2,80	±3,50	±4,40			
130	A	±0,18	±0,19	±0,20	±0,21	±0,23	±0,25	±0,27	±0,30	±0,34	±0,38	±0,44	±0,51	±0,60	±0,70	±0,90	±1,10	±1,30	±1,60	±2,00	±2,50	±3,00			
	B	±0,08	±0,09	±0,10	±0,11	±0,13	±0,15	±0,17	±0,20	±0,24	±0,28	±0,34	±0,41	±0,50	±0,60	±0,80	±1,00	±1,20	±1,50	±1,90	±2,40	±2,90			

Toleranzen für Maße mit direkt eingetragenen Abmaßen

160	A	0,56	0,60	0,66	0,74	0,84	0,98	1,14	1,32	1,56	1,88	2,30	2,80	3,60	4,40	5,40	6,60	8,20	10,20	12,50	15,80	20,00			
	B	0,36	0,40	0,46	0,54	0,64	0,78	0,94	1,12	1,36	1,68	2,10	2,60	3,40	4,20	5,20	6,40	8,00	10,00	12,30	15,60	19,80			
150	A	0,46	0,50	0,54	0,60	0,68	0,76	0,86	0,98	1,14	1,36	1,62	1,94	2,40	3,00	3,60	4,40	5,60	6,80	8,60	10,60	13,20			
	B	0,26	0,30	0,34	0,40	0,48	0,56	0,66	0,78	0,94	1,16	1,42	1,74	2,20	2,80	3,40	4,20	5,40	6,60	8,40	10,40	13,00			
140	A	0,40	0,42	0,44	0,48	0,54	0,60	0,68	0,76	0,86	1,00	1,20	1,40	1,70	2,10	2,50	3,10	3,80	4,60	5,80	7,20	9,00			
	B	0,20	0,22	0,24	0,28	0,34	0,40	0,48	0,56	0,66	0,80	1,00	1,20	1,50	1,90	2,30	2,90	3,60	4,40	5,60	7,00	8,80			
130	A	0,36	0,38	0,40	0,42	0,46	0,50	0,54	0,60	0,68	0,76	0,88	1,02	1,20	1,50	1,80	2,20	2,60	3,20	3,90	4,90	6,00			
	B	0,16	0,18	0,20	0,22	0,26	0,30	0,34	0,40	0,48	0,56	0,68	0,82	1,00	1,30	1,60	2,00	2,40	3,00	3,70	4,70	5,80			
120	A	0,32	0,34	0,36	0,38	0,40	0,42	0,46	0,50	0,54	0,60	0,68	0,78	0,90	1,06	1,24	1,50	1,80	2,20	2,60	3,20	4,00			
	B	0,12	0,14	0,16	0,18	0,20	0,22	0,26	0,30	0,34	0,40	0,48	0,58	0,70	0,86	1,04	1,30	1,60	2,00	2,40	3,00	3,80			
110	A	0,18	0,20	0,22	0,24	0,26	0,28	0,30	0,32	0,36	0,40	0,44	0,50	0,58	0,68	0,80	0,96	1,16	1,40	1,70	2,10	2,60			
	B	0,08	0,10	0,12	0,14	0,16	0,18	0,20	0,22	0,26	0,30	0,34	0,40	0,48	0,58	0,70	0,86	1,06	1,30	1,60	2,00	2,50			
Feinwerktechnik	A	0,10	0,12	0,14	0,16	0,20	0,22	0,24	0,26	0,28	0,31	0,35	0,40	0,50											
	B	0,05	0,06	0,07	0,08	0,10	0,12	0,14	0,16	0,18	0,21	0,25	0,30	0,40											

1) A für nicht werkzeuggebundene Maße, B für werkzeuggebundene Maße.



### 8.3.2.4 Halbzeug aus Kunststoff

Tab. 290.1 gibt einen Überblick über die wichtigsten Normen für Kunststoffrohre. Die Normen DIN 16961-1 und 16961-2 betreffen Rohre aus PVC-U, PE-HD und PP mit profilierter Wandung und glatter Rohrinnenfläche.

Tabelle 290.1 DIN-Normen für Kunststoffrohre, Rohrverbindungen und Rohrleitungsteile (Auswahl)

Kunststoff	Rohre			Rohrverbindungen/Rohrleitungsteile	
	Maße DIN	Anforderungen, Prüfung, Technische Lieferbedingungen DIN	Verarbeitungs- richtlinien DIN	Maße DIN	Anforderungen, Prüfung, Technische Lieferbedingungen DIN
Weichmacherfreies Polyvinylchlorid (PVC-U)	1187 <sup>1)</sup> 6660 <sup>2)</sup> 8062 EN 1329-1 <sup>5)</sup> EN 1452-2 <sup>5)</sup> EN 1404-1 <sup>7)</sup> 86012 <sup>4)</sup> 86013 <sup>4)</sup>	1187 <sup>1)</sup> 8061 <sup>3)</sup> EN 1329-1 <sup>6)</sup> EN 1452-2 <sup>6)</sup> EN 1404-1 <sup>7)</sup> 19534-3 <sup>7)</sup> 86012 <sup>4)</sup> 86013 <sup>4)</sup>	6663 <sup>2)</sup> 16928 86015 <sup>4)</sup> 19534-3 <sup>7)</sup>	6660 8063-1 bis 8063-4 <sup>8)</sup> 8063-6 bis 8063-12 <sup>8)</sup> EN 1329-1 <sup>5)</sup> EN 1452-2 <sup>5)</sup> EN 1404-1 <sup>7)</sup>	6662 <sup>2)</sup> 8063-5 <sup>8)</sup> EN 1329-1 <sup>5)</sup> EN 1452-2 <sup>5)</sup> EN 1404-1 <sup>7)</sup>
Chloriertes Polyvinylchlorid (PVC-C)	EN 1566-1 <sup>5)</sup>	8080 EN 1566-1 <sup>5)</sup>	16928	EN 1566-1 <sup>5)</sup>	EN 1566-1 <sup>5)</sup>
Polyethylen niederer Dichte (PE-LD)	8072	8073	16928	–	8076-1
Polyethylen hoher Dichte (PE-HD)	8074 19533 <sup>6)</sup> EN 1519-1 19537-1 und -3 <sup>7)</sup>	8075 19533 <sup>6)</sup> EN 1519-1 19 537-1 und -3 <sup>7)</sup>	16928	19533 <sup>6)</sup> EN 1519-1 19537-1 <sup>7)</sup> 16963-1 bis 16963-3 <sup>8)</sup> 16936-1 bis 16936-5 <sup>8)</sup>	8076-1 16963-5 <sup>8)</sup> 19533 <sup>6)</sup> EN 1519-1 19537-2 <sup>7)</sup>
Polypropylen (PP)	8077	8078 19560-10 <sup>5)</sup> 4726 <sup>12)</sup> 4728 <sup>12)</sup>	16928 19560-10 <sup>5)</sup>	19560-10 <sup>5)</sup> 16962-1 bis 16962-3 <sup>8)</sup> 16962-6 bis 16962-13 <sup>8)</sup>	16962-5 <sup>8)</sup> 19560-10 <sup>5)</sup>
Polybuten (PB)	16969	16968 4726 <sup>12)</sup> 4727 <sup>12)</sup>	16928	–	–
Acrylnitril-Butadien- Styrol (ABS) oder Acrylester-Styrol- Acrylnitril (ASA)	EN 1565-1 <sup>5)</sup> EN 1455-1 <sup>5)</sup>	16890 EN 1565-1 <sup>5)</sup> EN 1455-1 <sup>5)</sup>	16928	EN 1565-1 <sup>5)</sup> EN 1455-1 <sup>5)</sup>	EN 1565-1 <sup>5)</sup> EN 1455-1 <sup>5)</sup>
Vernetztes Polyethylen (PE-X)	16893	16892 4726 <sup>12)</sup> 4729 <sup>12)</sup>	–	–	–
Polyamid (PA)	73378 <sup>11)</sup> 16982	73378 <sup>9)</sup> 74324 <sup>11)</sup>	74324-2	–	–
Glasfaserverstärkter Kunststoff auf Basis – ungesättigtes Polyesterharz (UP-GF)	16868-1 16869-1 16965-1 <sup>7)</sup> 16963-2, 16963-4 und 16963-5	16868-2 16869-2 16867 <sup>10)</sup> 19565-1 <sup>7)</sup>	–	16966-2 16966-4 bis 16966-6 16966-8 19565 <sup>7)</sup>	16867 <sup>10)</sup> 16966-1 und 16966-7 19565-1
– Epoxidharz (EP-GF)	16870-1 16871	–	–	16967-2	–

<sup>1)</sup> Drainrohre.

<sup>2)</sup> Fahrrohre für Rohrpost.

<sup>3)</sup> Einschließlich erhöht schlagzäher Rohre.

<sup>4)</sup> Schiffsrohrleitungen.

<sup>5)</sup> Für Abwasserleitungen innerhalb von Gebäuden.

<sup>6)</sup> Für Trinkwasserversorgung.

<sup>7)</sup> Für Abwasserkanäle und -leitungen.

<sup>8)</sup> Für Druckrohrleitungen.

<sup>9)</sup> Für Kraftfahrzeuge.

<sup>10)</sup> Für Chemierohrleitungen.

<sup>11)</sup> Für Druckluftbremsanlagen.

<sup>12)</sup> Für Fußbodenheizung.

Tabelle 291.1 Thermoplastische Kunststoffe, Normen-Übersicht

Kunststoff	Halbzeug	Technische Lieferbedingungen DIN	Maßnorm DIN	Formmasse DIN
PA <sup>1)</sup>	Tafeln	16985	16984	EN ISO 1874-1
	Hohlstäbe		16983	
	Rundstäbe		16980	
	Flachstäbe		16986	
PC	Tafeln	16985	–	EN ISO 7391-1
	Rundstäbe		16980	
	Flachstäbe		16986	
PETP PBTB PET PBT	Tafeln	16985	–	EN ISO 7792-1
	Hohlstäbe		16809	
	Rundstäbe		16980	
	Flachstäbe		16986	
POM	Tafeln	16985	–	EN ISO 7792-1
	Hohlstäbe		16978	
	Rundstäbe		16980	
	Flachstäbe		16986	
PVC, weich (PVC-P)	Tafeln	16959	–	EN ISO 2898-1
PVC-U PVC-RI	Tafeln	16927	–	EN ISO 1163-1
PVC-U PVC-HI PVC-C	Rundstäbe	16985	16980	EN ISO 1163-1
PE-HD	Tafeln, extrudiert	EN ISO 14632	–	EN ISO 1872-1
PE-HD PE-HMW PE-UHMW	Rundstäbe	16985	16980	EN ISO 1872-1
PMMA	Tafeln, gegossen	16957	–	–
	Tafeln, extrudiert	EN ISO 7823-2	–	EN ISO 8257-1
PP-H PP-B PP-R	Rundstäbe	16985	16980	EN ISO 1873-1
PVDF	Rundstäbe	–	16980	–
	Flachstäbe	–	16986	–
PPO	Rundstäbe	–	16980	–
	Flachstäbe	–	16986	–
PS-I (SB nach DIN 16771-1)	Tafeln	EN ISO 14631	–	EN ISO 2897-1
ABS <sup>1)</sup>	Tafeln	16956	–	EN ISO 2580-1
ASA <sup>1)</sup>				EN ISO 6402-1

<sup>1)</sup> Zusätzliche Kennzeichen der Formmassen, s. entsprechende Norm.

## 8.3.3 Beschichtungsstoffe

### 8.3.3.1 Beschichtungsstoffe – Allgemeines, Begriffe

Die Normen auf diesem Gebiet betreffen Rohstoffe (Öle, Harze, Lösemittel, Trockenstoffe), verarbeitungsfertige Beschichtungsstoffe und aus diesen hergestellte Schichten. Sie enthalten terminologische Festlegungen, Prüfverfahren, Technische Lieferbedingungen und Richtlinien. Von allgemeiner Bedeutung ist die Grundnorm über den Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungen und Überzüge (DIN EN ISO 12944-1 bis DIN EN ISO 12944-8). Für Beschichtungsstoffe und Beschichtungssysteme für Holz im Außenbereich gilt DIN EN 927 (s. Norm).

Die Normen sind in den DIN-Taschenbüchern 30, 195 und 232 (Lacke, Anstrichstoffe und ähnliche Beschichtungsstoffe), 117 und 201 (Rohstoffe für Lacke und Anstrichstoffe – Bindemittel, Lösemittel, Weichmacher) sowie 143 und 168 (Korrosionsschutz von Stahl durch Beschichtungen und Überzüge)<sup>1)</sup> enthalten.

#### DIN EN 971-1 Lacke und Anstrichstoffe – Fachausdrücke und Definitionen für Beschichtungsstoffe – Allgemeine Begriffe (Sep 1996)

In dieser Europäischen Norm werden allgemeine Fachausdrücke, die auf dem Gebiet der Beschichtungsstoffe verwendet werden, definiert. Aus den über 70 beschriebenen Begriffen folgt eine Auswahl.

**Anstrichstoff** ist ein flüssiger, pastenförmiger oder pulverförmiger pigmentierter Beschichtungsstoff, der auf einen Untergrund aufgebracht, eine deckende Beschichtung mit schützenden, dekorativen oder spezifischen technischen Eigenschaften ergibt.

**Additiv** (Zusatzstoff) ist eine Substanz, die einem Beschichtungsstoff in kleinen Mengen zugesetzt wird, um eine oder mehrere Eigenschaften zu verbessern oder zu modifizieren.

**Beschichtungsstoff** ist ein flüssiges, pastenförmiges oder pulverförmiges Produkt, das, auf einen Untergrund aufgetragen, eine Beschichtung mit schützenden, dekorativen und/oder anderen spezifischen Eigenschaften ergibt.

**Beschichtungsaufbau; Beschichtungssystem; Beschichtung:** Gesamtheit der Schichten aus Beschichtungsstoffen, die auf einen Untergrund aufzutragen sind oder aufgetragen wurden.

**Bindemittel** ist ein nichtflüchtiger Bestandteil der Bindemittellösung oder -dispersion eines Beschichtungsstoffes, der die Beschichtung bildet.

**Farbe** ist der Sinneseindruck, der durch visuelle Wahrnehmung von Strahlen einer gegebenen spektralen Zusammensetzung entsteht.

**Glanz** ist die optische Eigenschaft einer Oberfläche, die durch das Vermögen, Licht gerichtet zu reflektieren, gekennzeichnet ist.

**Härte** ist die Eigenschaft einer getrockneten Beschichtung, dem Eindringen oder Durchdringen eines festen Körpers zu widerstehen.

**Lösemittel** ist eine Flüssigkeit aus einer oder mehreren Komponenten, die unter festgelegten Trocknungsbedingungen flüchtig ist und in der das Bindemittel vollständig löslich ist.

**Substrat** (auch Untergrund) ist die Oberfläche, auf die ein Beschichtungsstoff aufgebracht werden soll oder aufgebracht wurde.

Beiblatt 1 zur Norm enthält Erläuterungen zu DIN EN 971-1 sowie eine Übersicht zu den Fachausdrücken Beschichtung und Beschichtungsstoff. Spezielle Begriffe für Merkmale und Eigenschaften sind im Teil 2 der Norm enthalten, Begriffe zur Oberflächenvorbereitung und Beschichtungsverfahren im Teil 3, s. jeweils Norm.

#### DIN 55945 Beschichtungsstoff und Beschichtungen – Ergänzende Begriffe zu DIN EN ISO 4618 (Mrz 2007)

Die Norm enthält eine Anzahl einschlägiger Begriffe, welche in der Lackindustrie üblich sind. Ihr Gebrauch soll Grundlage für den Behördenverkehr, für Gutachten und Ähnliches sein. In einem Beiblatt zu dieser Norm ist ein Verzeichnis enthalten, in dem auf weitere Normen hingewiesen wird, die Begriffsdefinitionen enthalten, insbesondere DIN EN 971-1. Weiter wird auf Fachausdrücke verwiesen, die in DIN EN ISO 4618-2 und -3 enthalten sind. Im Folgenden werden die Definitionen einiger Grundbegriffe aus DIN 55945 wiedergegeben.

**Anstrich** ist eine aus Anstrichstoffen hergestellte Beschichtung. Bei mehrschichtigen Anstrichen spricht man auch von einem Anstrichaufbau (Anstrichsystemen). Eine nähere Kennzeichnung des Anstriches ist möglich, z. B. Dispersionsfarbenanstrich, Holzanstrich, Grundanstrich, Deckanstrich, Fensteranstrich, Korrosionsschutzanstrich. Noch gebräuchliche Benennung für *Beschichtung*.

**Elektrotauchbeschichten, anodisches (ATL):** Tauchverfahren, bei dem der Beschichtungsstoff aus wässriger Phase durch Einwirken eines elektrischen Feldes auf dem als Anode geschalteten metallischen Substrat abgeschieden wird (auch: Elektrotauchlackieren).

**Elektrotauchbeschichten, kathodisch (KTL):** Tauchverfahren, bei dem der Beschichtungsstoff aus wässriger Phase durch Einwirken eines elektrischen Feldes auf dem als Kathode geschalteten metallischen Substrat abgeschieden wird (auch: Elektrotauchlackieren).

**Fertigungsbeschichtung** ist eine Beschichtung, welche die Aufgabe hat, Metallteile während Transport, Lagerung und Bearbeitung im Fertigungsbetrieb nach entsprechender Oberflächenvorbereitung zeitlich begrenzt vor Korrosion zu schützen.

<sup>1)</sup> Beuth Verlag GmbH Berlin, Wien, Zürich



**Korrosionsschutz** ist die Summe der Maßnahmen, um Metalle, Kunststoffe, Beton und andere Werkstoffe vor der Zerstörung durch chemische und/oder physikalische Angriffe zu schützen (z. B. aggressive Medien, Wetter).

**Lackierung** ist eine Beschichtung, die aus Lack hergestellt ist. Hat der Lack eine zusammenhängende Schicht gebildet spricht man von Lackfilm. Noch gebräuchliche Benennung für bestimmte Beschichtungen oder Beschichtungssysteme.

**Lackfarbe** ist eine noch gebräuchliche Bezeichnung für einen pigmentierten Lack. Ein nicht pigmentierter Lack sollte als Klarlack bezeichnet werden. In DIN 55945 wird Alkydharzlack, Biolack, Dispersionslackfarbe, Kunstharzlack, Naturharzlack, Naturlack, Nitrokombinationslack, Öllack, Reaktionslack, Transparentlack, Vorlack, Wasserlack, Zaponlack beschrieben, Näheres s. Norm.

### DIN EN ISO 4618-2 Lacke und Anstrichstoffe – Fachausdrücke und Definitionen für Beschichtungsstoffe – Spezielle Fachausdrücke für Merkmale und Eigenschaften (Jul 1999)

Die Norm nennt 51 Fachausdrücke und Definitionen dafür, für Merkmale und Eigenschaften, die auf dem Gebiet der Beschichtungstechnik verwendet werden. Verschiedene Formen der Rissbildung, d. h. Reißen der trockenen Beschichtung, wie Haarrissbildung, Krokodilhautbildung, Krähenfuß-Rissbildung sowie Rissbildung, bei der feine Risse mehr oder weniger regelmäßig über die Oberfläche der Beschichtung verteilt sind (Krakelieren), sind mit Abbildungen belegt (s. Norm). Die Norm enthält ein Verzeichnis der Begriffe, die in DIN 55945 genormt sind. Fachausdrücke und Definitionen zur Oberflächenvorbereitung und zu Beschichtungsverfahren s. Teil 3 der Norm.

### DIN 55950 Bindemittel für Beschichtungsstoffe – Kurzzeichen (Aug 2001)

In der Norm wird eine Reihe von Kurzzeichen für Bindemittel für Beschichtungsstoffe und nicht für Kunststoffe festgelegt. In vielen Fällen stimmt das Kurzzeichen mit dem in DIN EN ISO 1043-1 für den entsprechenden Kunststoff festgelegten Kurzzeichen überein. Abweichungen sind in Einzelfällen unvermeidlich, das Kurzzeichen einiger Stoffe wurde geändert. Kurzzeichen, in Klammern altes Kurzzeichen, Erklärung: **AK** Alkydharz, **AC**; **AY** Acrylatharz **ASI** Alkalisilikat **BIT** (B) Bitumen **CPE** (PEC) Chloriertes Polyethylen **CPVC** (PVCEC) Chloriertes Polyvinylchlorid **CR** (RUK) Chlorkautschuk **CSPE** (CSM) Chlorsulfoniertes Polyethylen **EPE** Epoxidharzester **ESI** Ethylsilikat **EVA** Ethen-Vinylacetat-Copolymer **SAC**; **SAY** Styrol-Acrylat-Copolymer **SP** Gesättigter Polyester.

#### 8.3.3.2 Rohstoffe für Beschichtungsstoffe

Bei den Rohstoffen für Anstrichstoffe bestehen für die meisten der in Frage kommenden Öle, Fettsäuren und Lösemittel sowie für Trockenstoffe Normen mit Technischen Lieferbedingungen und mit allgemeinen Prüfverfahren. Für synthetische Bindemittel und Weichmacher sind ebenfalls allgemein anwendbare Prüfverfahren genormt. Des Weiteren liegen Normen mit Prüfverfahren für bestimmte Gruppen von Harzen vor. In Tab. 293.1 ist für eine Auswahl von Rohstoffen angegeben, welche Normen vorliegen (s. Normen). Angaben über Normen für Farbstoffe (Pigmente, Farbstoffe, Füllstoffe) s. Abschn. 8.3.4. Eine Zusammenfassung der wichtigsten Normen zum Thema „Rohstoffe für Beschichtungsstoffe“ ist im DIN-Taschenbuch 201 enthalten.

Tabelle 293.1 Normen über Rohstoffe für Anstrichstoffe/Beschichtungsstoffe (Auswahl)

Rohstoff	DIN	<sup>1)</sup>	Rohstoff	DIN	<sup>1)</sup>
<b>Öle</b>			<b>Lösemittel</b>		
Lackleinöl	55933	TL, P	Alkohole	53245	TL, P
Leinöl und verwandte Erzeugnisse	55934	P	Ester der Essigsäure	53246	
Leinöl, rohes	55930	TL, P	Ketone	53247	
Leinöl-Standöl	ISO 276		Terpentinöl und Kienöl	53248	
<b>Harz</b>			Dipenten	53249	
Alkydharze	EN ISO 6744	P	Propylenglykolether	55998	
Aminharze	EN ISO 11908		Ethylenglykolether	55999	
Chlorhaltige Polymerisationsharze	EN ISO 11668		<b>Trockenstoffe</b>		
Epoxidharze	EN ISO 7142		Trockenstoffe für Beschichtungsstoffe	55901	TL, P
Polyisocyanate	EN ISO 11909				
Ungesättigte Polyesterharze	53184				

<sup>1)</sup> P = Prüfverfahren TL = Technische Lieferbedingungen

### 8.3.3.3 Verarbeitungsfertige Beschichtungsstoffe

Für verarbeitungsfertige Anstrichstoffe sind bisher im Wesentlichen Normen mit Prüfverfahren erschienen. Technische Lieferbedingungen liegen für Lacke (DIN 55690), Heizkörper-Beschichtungsstoffe (DIN 55900-1 und DIN 55900-2) und Beschichtungsstoffe für kerntechnische Anlagen (DIN 55991-1, s. Norm) vor. Ausführliche Angaben über die Eigenschaften von Beschichtungsstoffen und Schutzsystemen für den Korrosionsschutz von Stahlbauten, insbesondere auch über erreichbare Schichtdicken, enthält die Norm DIN 55928-5. S. auch DIN 18363 (VOB Teil C; Anstricharbeiten), s. Norm.

#### DIN EN 13300 Beschichtungsstoffe – Wasserhaltige Beschichtungsstoffe und Beschichtungssysteme für Wände und Decken im Innenbereich – Einteilung (Nov 2002)

In der Norm werden wasserhaltige Beschichtungsstoffe und -systeme für die **Gestaltung** und den **Schutz** von neuen und alten, beschichteten und unbeschichteten Wänden und Decken im Innenbereich eingeteilt: Allgemein nach vorgesehener Anwendung und nach dem Bindemitteltyp sowie zusätzlich nach Glanz (glänzend, mittlerer Glanz, matt, stumpfmatt), Korngröße (fein, mittel, grob, sehr grob), Nassabriebbeständigkeit (Scheuerzyklen in Klassen 1 bis 5) und Kontrastverhältnis (Deckvermögen) für weiße oder helle Beschichtungssysteme (Kontrastverhältnis in Klassen 1 bis 4). Damit liegen Eignungskriterien zur Beurteilung eines Beschichtungssystems für bestimmte Anwendungen vor. Die in der durch DIN EN 13300 ersetzten Norm DIN 53778-1 „Kunststoffdispersionsfarben“ definierten Güten „Waschbeständigkeit“ und „Scheuerbeständigkeit“ können näherungsweise der Klasse 2 „scheuerbeständig“ und der Klasse 3 „waschbeständig“ der Kategorie Nassabriebbeständigkeit dieser Norm zugeordnet werden. Eine exakte Zuordnung kann wegen unterschiedlicher Prüfverfahren nicht vorgenommen werden.

Anforderungen an Verarbeitbarkeit, Verdünnbarkeit, Verträglichkeit mit Abtönfarben, Mindest-Verarbeitungstemperatur, Herstellung und Aussehen, Überstreichbarkeit nach festgelegter Trocknungszeit und Entfernbarekeit des Anstriches wurden gegenüber der DIN 53778-1 gestrichen.

#### DIN 55900-1 Beschichtungen für Raumheizkörper – Begriffe, Anforderungen und Prüfung für Grundbeschichtungsstoffe und industriell hergestellte Grundbeschichtungen (Mai 2002)

Die Normen enthalten Angaben über Beschichtungsstoffe für Heizkörper sowie über industriell hergestellte Beschichtungen von Raumheizkörpern für Warmwasser- und Niederdruck-Dampfheizungen (Heißwasser bis 120 °C). Eine Grundbeschichtung ist die erste Schicht eines Beschichtungssystems, die auf den Untergrund aufgetragen wird (Grundierung). Bezeichnung G oder GW für eine werkseitig hergestellte Grundbeschichtung: **Beschichtungsstoff DIN 55900 – G – 120**. Die Norm gilt auch für Reparaturlackierungen.

#### DIN 55900-2 Beschichtungen für Raumheizkörper – Begriffe, Anforderungen und Prüfung für Deckbeschichtungsstoffe und industriell hergestellte Fertiglackierungen (Mai 2002)

Deckbeschichtungsstoff ist zum Herstellen von Fertiglackierungen auf Raumheizkörper vorgesehen. Bezeichnung F oder FWA für eine werkseitig hergestellte Fertiglackierung, die allseitig aufgebracht wird, bzw. FWT, wenn diese nur frontseitig aufgebracht wird: **Beschichtungsstoff DIN 55900 – F – 120**. Unter die Beschichtungsstoffe nach Teil 2 fallen auch die im Maler- und Lackierhandwerk üblicherweise verarbeiteten Heizkörper-Lackfarben (Bautenlacke). Die Norm gilt nicht für Raumheizkörper, die für Räume mit aggressiver, feuchter Atmosphäre bestimmt sind, z. B. Bäder und Toiletten in Sportanlagen. Plätze außerhalb des Sprühbereiches (0,60 m bis 1,20 m) von Duschen und Toiletten in Wohnbereichen gehören nicht dazu.

Weitere Bezeichnung der Stoffe und Beschichtungen sowie Anforderungen s. Normen. Prüfung von Beschichtungsstoffen s. Abschn. 18.2.3.

#### DIN EN 923 Klebstoffe – Benennungen und Definitionen (Jan 2006)

Es werden Begriffe definiert, die in der Klebstoffindustrie verwendet werden sowie Begriffe, die sich in der klebstoffverarbeitenden Industrie auf Klebstoffe beziehen. Dazu gehören auch z. B. Klebstoffeigenschaften. Ein **Klebstoff** ist ein nichtmetallischer Stoff, der Werkstoffe durch Oberflächenhaftung (Adhäsion) so verbinden kann, dass die Verbindung eine ausreichende innere Festigkeit (Kohäsion) besitzt. Klebstoffarten wie z. B. Leime, Kleister, Reaktionsklebstoffe und ihre Grundstoffe s. Norm. Weiter enthält die Norm informative Hinweise zur Gestaltung von Klebeverbindungen.

DIN EN 923 ersetzt die frühere nationale Norm DIN 55958 „Harze – Begriffe“. Die Begriffe Harz, Aminoharz, Epoxidharz, Kohlenwasserstoffharz, Phenolharz, Terpenharz sind mit angepasstem Inhalt in der Europäischen Norm berücksichtigt worden.

## 8.3.4 Pigmente und Füllstoffe

Die einschlägigen Normen dieses Gebietes sind in den DIN-Taschenbüchern 49 und 157<sup>1)</sup> zusammengefasst. Ein Auswahl an Normen ist in Tab. 295.1 aufgeführt.

Im Zusammenhang mit Pigmenten und Füllstoffen erforderliche Begriffe der Rheologie (der Lehre von Deformations- und Fließverhalten der Stoffe) sind in DIN 1342 „Viskosität“ genormt (s. Norm).

<sup>1)</sup> Zu beziehen durch Beuth Verlag GmbH Berlin, Wien, Zürich.

Tabelle 295.1 Normen über Pigmente für Beschichtungsstoffe

Pigment	DIN	1)	Pigment	Norm	1)
Strontiumchromat	55903	AP	Aluminiumpigmente	55923	TL
Ultramarin	55907	AP	Titandioxid	EN ISO 591-1	AP
Lithophone	55910	AP	Chromoxid	ISO 4621	AP
Bleimennige	55916	TL	Zinkphosphat	ISO 6745	AP

1) AP = Anforderungen und Prüfverfahren TL = Technische Lieferbedingungen

### DIN 55943 Farbmittel – Begriffe (Okt 2001)

Die Norm enthält etwa 150 Begriffe des Farbmittelgebietes und zwar Grundbegriffe, Eigenschaftsbegriffe und Begriffe für bestimmte Farbmittel. Für eine Reihe spezieller Begriffe wird auf andere Normen verwiesen. Nachstehend werden die Definitionen einiger wichtiger Grundbegriffe wiedergegeben. Bei Verwendung in Beschichtungsstoffen sind für einige Begriffe auch DIN EN 971-1 und DIN EN ISO 4618-1 zu beachten.

**Farbe** ist ein durch visuelle Wahrnehmung von Strahlen einer gegebenen spektralen Zusammensetzung entstehender Sinneseindruck. Die Verwendung des Wortes Farbe soll für Beschichtungsstoffe nur in Kombination mit anderen Begriffen verwendet werden.

**Farbmittel** ist der Oberbegriff für alle farbgebenden Substanzen. Einteilung der Farbmittel s. DIN 55944.

**Farbstoff** ist ein aus Teilchen bestehendes im Anwendungsmedium lösliches Farbmittel.

**Füllstoff** ist eine im Anwendungsmedium praktisch unlösliche Substanz, die zur Vergrößerung des Volumens, zur Erzielung oder Verbesserung technischer Eigenschaften und/oder zur Beeinflussung optischer Eigenschaften verwendet wird.

Ob eine Substanz als Pigment oder Füllstoff zu betrachten ist, hängt von ihrer Anwendung ab. Pigmente für keramische Erzeugnisse, Glas und Email werden auch **Farbkörper** genannt.

**Pigment** ist eine aus Teilchen bestehende im Anwendungsmedium praktisch unlösliche Substanz, die z. B. als Farbmittel oder wegen ihrer korrosionshemmenden Eigenschaften verwendet wird. Beispiele für Pigmente: Aluminium-, Cadmium-, Chromoxid-Pigment, Effektpigment, Glanzpigment, Leuchtpigment, Tribopigment, s. jeweils Norm.

Unter **Compound** wird ein verarbeitungsfertiges Gemisch von Pigmenten und/oder Füllstoffen verstanden. Übergänge eines Farbmittels aus einem damit gefärbten Medium an die Oberfläche oder in ein anderes Medium wird **Migration** (Wanderung) genannt.

Zwischen den verschiedenen Arten von Farbmitteln bestehen Überschneidungen. Ein und dasselbe Farbmittel kann z. B. in einem Lackbindemittel unlöslich (= Pigment) und in einem Kunststoff löslich (= Farbstoff) sein.

Füllstoffe haben im Allgemeinen nur geringe farbgebende Eigenschaften, in bestimmten Medien (z. B. Dispersionsfarben, Papier) sind sie aber farbgebend (= Pigmente). Eine besondere Stellung nimmt Ruß ein. Er wird als Pigment („Farbruß“) und, insbesondere in Gummi, als Füllstoff verwendet.

### DIN 55944 Farbmittel – Einteilung nach koloristischen und chemischen Gesichtspunkten (Nov 2003)

In dieser Norm werden die in der Praxis anzutreffenden Farbmittel nach verschiedenen Kriterien eingeteilt. Dabei werden auch spezielle Farbmittel wie Effektpigmente, Aufdampfschichten, Leuchtpigmente und optische Aufheller, nicht jedoch Textilfarbstoffe und keramische Farbmittel, erfasst. Für die praktische Anwendung sind die Benennungen Weißpigment, Buntpigment, Buntfarbstoff und Schwarzfarbmittel besonders wichtig. Farbmittel mit zugehörigem Colour-Index, s. Norm. Beispiel: Anorganisches Weißpigment *Zinkoxid* mit Colour Index *Pigment White 4 77947*. Es hängt von der jeweiligen Anwendung ab, ob eine Substanz als Pigment oder als Füllstoff zu betrachten ist. Begriffe für Farbmittel nach technologischen Gesichtspunkten s. DIN 55943. Für Lebensmittelfarbstoffe gelten die Reinheitskriterien nach EG-Richtlinie 95/45/EG.

## 8.3.5 Holz und Holzwerkstoffe

Von den zahlreichen Normen auf dem Gebiet der Holzwirtschaft kann hier nur eine kleine Auswahl wiedergegeben werden. Im Übrigen wird verwiesen auf: DIN-Taschenbuch 31; Normen über Holz sowie auf DIN-Taschenbuch 60; Holz-faserplatten, Spanplatten, Sperrholz, Massivholzplatten, Paneele. Im DIN-Taschenbuch 365 sind u. a. Normen über Verklebung und Holzschutz wiedergegeben. Zur Sortierung von Holz und Holzwerkstoffen wurden Normen im DIN-Taschenbuch 389 zusammengestellt (Berlin, Wien, Zürich: Beuth Verlag GmbH).

Nicht berücksichtigt werden in diesem Abschnitt Spanplatten. Für dieses Produkt, das zu 90 bis 97% aus Holzspänen und Bindemitteln besteht, wird auf folgende Normen verwiesen: DIN EN 312 (Anforderungen), DIN 68762 (Sonderzwe-

cke Bauwesen), DIN 68763 (Flachpressplatten), DIN 68764 (Strangpressplatten) und DIN 68765 (kunststoffbeschichtete Flachpressplatten).

### 8.3.5.1 Holzarten und Begriffe

Die Norm DIN EN 844 ist eine Terminologienorm über Forstprodukte und ihre Eigenschaften in zwölf Teilen. Es sind Begriffe über Rund- und Schnittholz, zu Maßen und Merkmalen von Rund- und Schnittholz, zur Feuchte, zum biologischen Aufbau von Holz, zu Verfärbung und Pilzbefall und zum Insektenbefall enthalten. Nach Teil 1 der Norm ist **Holz** eine lignin- und zellulosehaltige Substanz zwischen Markröhre und Rinde eines Baumes oder Strauches, **Laubholz** ist Holz von Bäumen der botanischen Gruppe der Dicotyledonen und **Nadelholz** der von Bäumen der botanischen Gruppe der Gymnospermen.

#### DIN EN 844-4 Rund- und Schnittholz – Terminologie – Begriffe zum Feuchtegehalt (Aug 1997)

Teil 4 der Norm definiert Benennungen zum **Feuchtegehalt**, der Masse des im Holz enthaltenen Wassers, ausgedrückt als Prozentsatz der Masse des darrtrockenen Holzes. Der Feuchtegehalt, bei dem das Holz weder Feuchtigkeit aus der Umgebung aufnimmt, noch an diese abgibt, wird **Gleichgewichtsfeuchte** genannt. **Darrtrockenes Holz** (das keine Feuchtigkeit enthält) wird durch Trocknung bis zur Massekonstanz bei  $(103 \pm 2) ^\circ\text{C}$  in einem belüfteten Trockenschrank erhalten. Das **Schwindmaß** ergibt sich durch Schwindung in einer bestimmten anatomischen Richtung (Radialschwindung, Tangentialschwindung) bei Verminderung des Feuchtegehaltes um einen Prozentpunkt. Die Vergrößerung der Maße eines Holzstückes bei Zunahme des Feuchtegehaltes wird **Quellung** genannt. Demnach ergibt sich das Quellmaß durch Quellung in einer bestimmten anatomischen Richtung (Radialquellung, Tangentialquellung) bei Erhöhung des Feuchtegehaltes um einen Prozentpunkt (weitere Begriffe s. Norm).

#### DIN EN 13556 Rund- und Schnittholz – Nomenklatur der in Europa verwendeten Handelshölzer (Okt 2003)

Diese Norm enthält eine Liste der in Europa gehandelten Laubhölzer (Dicotyledonen) und Nadelhölzer (Gymnospermen). Geschützte Arten, mit denen kein Handel getrieben werden darf, sind gekennzeichnet (CITES). Das Kurzzeichen (Code) besteht aus vier Buchstaben. Die ersten zwei Buchstaben beziehen sich auf die Gattung mit einer kennzeichnenden Buchstabenkombination für jede Gattung, der dritte und vierte Buchstabe kennzeichnen die Art(en), Näheres s. Norm.

Die Bezeichnungen EU für Europa, AF für Afrika, AM(N) für Nordamerika, AM(C) für Mittelamerika, AM(S) für Südamerika, AS für Asien und AP für Australien und die Pazifischen Inseln verwendet, kennzeichnen das Herkunftsgebiet.

Tabelle 296.1 Benennungsliste der Handelshölzer DIN EN 13556 (Auswahl)

##### Laubhölzer

Deutscher Standardname	Buche	Eiche	Robinie	Teak
Botanische Art	Fagus sylvatica L	Quercus Petraia (Matt.) Liebl.	Robinia pseudoacacia L	Tectona grandis L.f.
Englischer Standardname	European beech	European oak	robinia	teak
Französischer Standardname	hêtre	chêne blanc Européen	robinier	teck
Code	FASY	QCXE	ROPS	TEGR
Herkunft	EU	EU	EU	AS

##### Nadelhölzer

Deutscher Standardname	Douglasie	Kiefer	Fichte	Pinie
Botanische Bezeichnung	Pseudotsuga menziesii (Mirb.)	Pinus sylvestris L.	Picea abies (L.) Karst.	Pinus sylvestris L.
Englischer Standardname	„Douglas fir“	Scots pine	Norway spruce	Stone Pine
Französischer Standardname	Douglas	pin sylvestre	épicéa	Pin parasol
Code	PSMN	PNSY	PCAB	PNPI
Herkunft	AM(N)	EU	EU	EU

Schutzstatus nach CITES (Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora): für die gewählten Beispiele nicht aufgeführt.

Benennungen für gebräuchliche Nadel- und Laubhölzer sind ebenfalls in der häufig zitierten Norm DIN 4076-1 enthalten. Die Kurzzeichen der hier gewählten Beispiele lauten dort: Buche (BU), Eiche (EI), Robinie (ROB), Teak (TEK), Douglasie (DG), Fichte (FI), Kiefer (KI), Näheres s. Norm.

### DIN 68364 Kennwerte von Holzarten – Rohdichte, Elastizitätsmodul und Festigkeiten (Mai 2003)

Diese Norm enthält Kennwerte für 11 Nadelhölzer und 49 Laubhölzer, die im normalklimatisierten Zustand zum Vergleich von Holzarten untereinander bestimmt wurden. In diesem Zustand erreichen die meisten Holzarten einen Holzfeuchtegehalt von  $(12 \pm 1,5)\%$ . Festigkeiten und Elastizitätsmoduln können nicht unmittelbar auf Bauholz übertragen werden. Zug-, Druck- und Scherfestigkeit gelten parallel zur Faserrichtung, Biege-Elastizitätsmodul und Biegefestigkeit gelten quer dazu. Schwind- und Quellmaße sind in DIN 68100 „Toleranzsysteme für Holzbe- und -verarbeitung“ genormt, s. Norm, natürliche Dauerhaftigkeit (vormals Resitenzklasse) und Tränkbarkeit in DIN EN 350-2, Kurzzeichen in DIN EN 13556.

Tabelle 297.1 Kennwerte von Holzarten DIN 68364 und Dauerhaftigkeit DIN EN 350-2 (Auswahl)

Holzart	Festigkeiten in N/mm <sup>2</sup>				Elastizitätsmodul $E_m$ in N/mm <sup>2</sup>	Rohdichte $\rho_N$ in g/cm <sup>3</sup>	Natürliche Dauerhaftigkeit			
	Zug	Biegung	Druck	Scher			Pilze	Hausbockkäfer	Anobium (Holzwurm)	Termiten
Nadelhölzer										
Douglasie	105	100	54	10	13 000	0,58	3 bis 4	S	S	S
Fichte	95	80	45	10	11 000	0,46	4	S	S	S
Kiefer	100	85	47	10	11 000	0,52	3 bis 4	S	S	S
Laubhölzer										
Birke	137	120	60	13	14 000	0,66	5	–	S	S
Buche	135	120	60	10	14 000	0,71	5	–	S	S
Eiche	110	95	52	11,5	13 000	0,71	2	–	S	M
Robinie	148	150	73	16	13 600	0,74	1 bis 2	–	S	D
Teak	115	100	58	10	13 000	0,68	1 bis 3	–	n/a <sup>1)</sup>	M bis S

<sup>1)</sup> Unzureichende Daten verfügbar.

### DIN EN 350-2 Dauerhaftigkeit von Holz und Holzprodukten – Natürliche Dauerhaftigkeit von Vollholz – Leitfaden für die natürliche Dauerhaftigkeit und Tränkbarkeit von ausgewählten Holzarten von besonderer Bedeutung in Europa (Okt 1994)

Der Teil der Norm enthält einen Leitfaden für die natürliche Dauerhaftigkeit von Kern- und Splintholz gegen eine Zerstörung durch eine Reihe von Organismen und für die Tränkbarkeit von ausgewählten Holzarten. Die natürliche Dauerhaftigkeit gegen verschiedene Formen eines biologischen Angriffs, die im Allgemeinen im Splint- und Kernholz unterschiedlich sind, wird durch viele Faktoren beeinflusst: holzerstörende Pilze, Trockenholz zerstörende Käfer, Termiten und Holzschädlinge im Meerwasser. Splintholz ist die äußere Zone des Holzes, die im stehenden Baum lebende Zellen enthält und Saft führt, die innere Zone hat dagegen aufgehört lebende Zellen zu enthalten und Saft zu führen. Die innere Zone wird Kernholz genannt. Dauerhaftigkeit und Tränkbarkeit von Splint- und Kernholz unterscheiden sich in den meisten Fällen derart, dass im Kernholz eine höhere Dauerhaftigkeit, im Splintholz eine bessere Tränkbarkeit vorliegt. Können beide Zonen nicht voneinander unterschieden werden, sollte das Bauteil so eingestuft werden, als bestünde es vollständig aus Splintholz, wenn dessen Dauerhaftigkeit im Vordergrund steht. Ist eher die Tränkbarkeit zu berücksichtigen, sollte angenommen werden, das Bauteil bestünde ausschließlich aus Kernholz.

**Klassifikation gegen holzerstörende Pilze:** (1) sehr dauerhaft, (2) dauerhaft, (3) mäßig dauerhaft, (4) wenig dauerhaft, (5) nicht dauerhaft. Die Klassifikation gibt einen Hinweis auf Haltbarkeit von Holz in Erdkontakt. **Klassifikation gegen Holzschädlinge** (Hylotrupes bajulus, Anobium punctatum, Lyctus brunneus, Hesperophanes cinnereus): (D) dauerhaft, (S) anfällig, (SH) auch Kernholz ist als anfällig bekannt. Laubhölzer werden von Hylotrupes (Hausbockkäfer) nicht angegriffen. **Klassifikation gegen Termiten und Holzschädlinge im Meerwasser:** (D) dauerhaft, (M) mäßig dauerhaft, (S) anfällig. Die Dauerhaftigkeit bezieht sich im Allgemeinen nur auf Kernholz. Klassifizierung der Tränkbarkeit und Angaben zur Breite von Splintholz s. Norm. Anhaltsangaben s. Tab. 297.1 und Norm.

Eine Auswahl von mehr als 500 bevorzugten Begriffen und deren Definitionen über die natürliche oder erzielte Dauerhaftigkeit von Holz und Holzprodukten ist in den beiden Teilen der Norm DIN EN 1001 enthalten. So wird **Dauerhaftigkeit** als Widerstand von Holz gegen eine Zerstörung durch holzerstörende Organismen beschrieben. Näheres s. Normen.

### DIN 4074-1 Sortierung von Holz nach der Tragfähigkeit – Nadelschnittholz (Jun 2003)

Diese Norm gilt für Nadelschnitthölzer für Bauteile, die nach der Tragfähigkeit zu bemessen sind. Sie legt Sortiermerkmale und -klassen als Voraussetzung für die Festlegung und Anwendung von Rechenwerten für die Nachweise der Grenzzustände der Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit nach z. B. DIN 1052 „Holzbauwerke“ oder DIN 1074 „Holzbrücken“ fest. Nach zwei Verfahren kann sortiert werden: visuell in Sortierklassen oder maschinell in Festigkeitsklassen. Für bestimmte Verwendungszwecke des Holzes gelten spezielle Normen bezüglich der Sortierung nach der Tragfähigkeit: DIN 68362 und DIN EN 131-2 für Holzleitern, DIN 15147 für Flachpaletten. Schnittholz ist ein Holzzeugnis von mindestens 6 mm Dicke, das durch Sägen oder Spanen von Rundholz parallel zur Stammachse hergestellt wird.

**Schnittholzeinteilung** (Schnittholzart/Dicke  $d$  bzw. Höhe  $h$ /Breite  $b$ ): Latte/ $d \leq 40$  mm/ $b < 80$  mm; Brett/ $d \leq 40$  mm/ $b \geq 80$  mm; Bohle/ $d > 40$  mm/ $b > 3 d$ ; Kantholz/ $b \leq h \leq 3 b$ / $b > 40$  mm (vorwiegend hochkant biegebeanspruchte Bretter und Bohlen sind wie Kantholz zu sortieren und entsprechend zu kennzeichnen). Die Angaben für Brett, Bohle und Kantholz gelten auch für Laubschnittholz, s. Teil 5 der Norm. Zur Bezeichnung sind folgende Angaben notwendig: Schnittholzart – DIN 4074 – Sortierklasse – trockensortiert (soweit zutreffend: TS) – Holzart (Kurzzeichen nach DIN 4076). Die Sortierklasse von Brettern und Bohlen, die wie Kantholz sortiert sind, ist zusätzlich mit K zu bezeichnen.

**Beispiel: Bohle DIN 4074 – S13K – KI**, visuell sortierte Bohle, als Kantholz sortiert (K) Sortierklasse S 13, aus Kiefer (KI).

Schnittholz nach DIN 4074 darf nur von einer dafür geschulten Fachkraft visuell sortiert werden. Die Schulung ist auf Nachfrage gegenüber den Bauaufsichtsbehörden nachzuweisen. Nach visuell feststellbaren Merkmalen werden drei **Sortierklassen (S)** unterschieden: Schnittholz der Klasse S7, Schnittholz der Klasse S10, Schnittholz der Klasse S13.

**Sortierkriterien:** Äste, Faserneigung, Markröhre, Jahrringbreite, Risse, Baumkante, Krümmung, Verfärbung und Fäule, Druckholz, Insektenfraß, Näheres s. Norm. Die Sortierkriterien sind auf eine mittlere Holzfeuchte von 20% bezogen. Die Sortiermerkmale sind an der für das Sortiermerkmal ungünstigsten Stelle im Schnittholz zu ermitteln. Für verschiedene Sortiermerkmale können dies unterschiedliche Stellen im Schnittholz sein. Nadelrundholz s. Teil 2 der Norm, Laubschnittholz s. Teil 5 der Norm.

Tabelle 298.1 DIN 4074-1: Sortierkriterien für Kanthölzer, und vorwiegend hochkant (K) biegebeanspruchte Bohlen, Bretter bei der visuellen Sortierung (Beispiele)<sup>1)</sup>

Sortiermerkmal	Sortierklassen		
	S7, S7K	S10, S10K	S13, S13K
Faserneigung <sup>2)</sup>	bis 16%	bis 12%	bis 7%
Längskrümmung <sup>3)</sup>	bis 12 mm	bis 8 mm	bis 8 mm
Verdrehung <sup>3)</sup>	2 mm/25 mm Breite	1 mm/25 mm Breite	1 mm/25 mm Breite
Insektenfraß	Fraßgänge bis 2 mm Durchmesser: zulässig		
Verfärbung (Bläue)	nicht zulässig		
Verfärbung (Braunfäule)	zulässig		
Markröhre	zulässig	zulässig	nicht zulässig

<sup>1)</sup> Bei maschineller Sortierung (M) wird in die Festigkeitsklassen C24, C24 bis C35 und C35, z. B. nach DIN EN 338 „Bauholz für tragende Zwecke – Festigkeitsklassen“ unterschieden, s. Normen. Sortierkriterien für Bohlen, Bretter und Latten s. Norm. Die Sortierklassen für Laubschnittholz nach DIN 4074-5 sind LS7, LS7K, LS10, LS10K, LS13, LS13K, für maschinelle Sortierung D30, D35 bis D40, über D40.

<sup>2)</sup> Die Faserneigung  $F$  wird berechnet als Abweichung  $x$  der Fasern bezogen auf eine Messlänge  $y$  und als Prozentsatz angegeben. Die Werte gelten auch für Laubschnittholz.

<sup>3)</sup> Bei Kantholz mit einer Breite  $> 120$  mm zulässig. Die Werte gelten auch für Laubschnittholz.

### DIN EN 336 Bauholz für tragende Zwecke – Maße, zulässige Abweichungen (Sep 2003)

Es werden zwei Klassen zulässiger Abweichungen von Bauholz aus Nadel- und Laubhölzern für Schnittdicken bzw. -breiten von 22 mm bis 300 mm festgelegt.

Maßtoleranzklasse 1a) für Dicken und Breiten  $\leq 100$  mm: (+3/–1) mm

Maßtoleranzklasse 1b) für Dicken und Breiten  $> 100$  mm: (+4/–2) mm

Maßtoleranzklasse 2a) für Dicken und Breiten  $\leq 100$  mm: (+1/–1) mm

Maßtoleranzklasse 2a) für Dicken und Breiten  $> 100$  mm: (+1,5/–1,5) mm

Es wird davon ausgegangen, dass sich Dicke und Breite eines Bauholzstückes bei Holzfeuchten von 20% bis 30% um 0,25% je 1% Feuchtezunahme vergrößern und bei einer Holzfeuchte von weniger als 20% um 0,25% je 1% Feuchteabnahme verringern. Maße nach DIN EN 1309-1, Holzfeuchte nach DIN EN 13183-2 ermitteln, s. jeweils Norm.

### DIN EN 338 Bauholz für tragende Zwecke – Festigkeitsklassen (Sep 2003)

Diese Norm enthält eine Anzahl von Festigkeitsklassen. Sie werden jeweils durch eine Nummer bezeichnet, mit der der Wert der Biegefestigkeit in  $N/mm^2$  angegeben wird. Beispiele: C24, C27, C30, C35 für Pappel und Nadelholz, D30, D35, D40 für Laubholz. Es bedeutet C24: Biegefestigkeit  $f_{m,k} = 24 N/mm^2$ . Diese Norm gilt für alle Nadel- und Laubhölzer für tragende Zwecke.

**Festigkeits- und Steifigkeitseigenschaften:**  $E_{0,mean}$  = Elastizitätsmodul parallel zur Faserrichtung (in  $N/mm^2$ );  $E_{0,05}$  = 5%-Quantile des Elastizitätsmoduls parallel zur Faserrichtung (in  $N/mm^2$ );  $E_{90,mean}$  = Elastizitätsmodul rechtwinklig zur Faserrichtung (in  $N/mm^2$ );  $f_{c,0,k}$  = Druckfestigkeit parallel zur Faserrichtung (in  $N/mm^2$ );  $f_{c,90,k}$  = Druckfestigkeit rechtwinklig zur Faserrichtung (in  $N/mm^2$ );  $f_{m,k}$  = Biegefestigkeit (in  $N/mm^2$ );  $f_{t,0,k}$  = Zugfestigkeit parallel zur Faserrichtung (in  $N/mm^2$ );  $f_{t,90,k}$  = Zugfestigkeit rechtwinklig zur Faserrichtung (in  $N/mm^2$ );  $f_{v,k}$  = Schubfestigkeit (in  $N/mm^2$ ),  $G_{mean}$  = Schubmodul (in  $N/mm^2$ ). Inhaltsangaben s. Norm.

Die Zuordnung von visuellen Sortierklassen (s. DIN 4074-1), Holzarten und deren Herkunft nach den Festigkeitsklassen der DIN EN 338 ist in DIN EN 1912 enthalten, s. Norm.

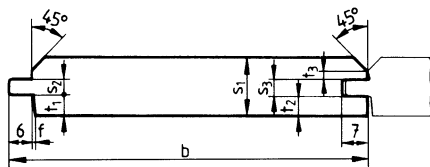
### DIN 68122 Fasetbretter aus Nadelholz (Aug 1977)

Diese Norm gilt für gehobelte und gespundete Fasetbretter aus Nadelholz. Gspundete Bretter haben Nut und angehobelte Feder. Die Maße gelten bei 14 bis 20% Feuchtigkeitsgehalt, bezogen auf das Darrgewicht (DIN 52182 und DIN 52183, s. Normen).

Tabelle 299.1 Fasetbretter aus Nadelholz (außer nordisch), DIN 68122

Brettdicke und Profile							Brettbreiten	Brettlängen		
$s_1$	$s_2$	$s_3$	$t_1$	$t_2$	$t_3$	$f$	$b$	Länge	Stufung	Grenzabmaße
16,5 ± 0,5	4	4,5	5,5	5	2	0,5	95 ± 1,5	von 1500 bis 4500	250	+50
19,5 ± 0,5	6	6,5	6	5,5	4		115 ± 1,5	über 4500 bis 6000	500	25

Maße in mm



**Bezeichnungsbeispiel** eines Fasetbrettes mit Dicke  $s_1 = 15,5$  mm, Breite  $b = 95$  mm, Länge = 3000 mm aus Fichte (FI)

**Fasetbrett DIN 68122-15,5 × 95 × 3000-FI**

Bild 299.2 Fasetbrett aus Nadelholz, DIN 68122

### DIN 68126-1 Profilbretter mit Schattennut – Maße (Jul 1983)

Diese Norm gilt für Profilbretter (gehobelte gespundete Bretter) mit Schattennut (Fase und breitem Grund) aus Nadel- und Laubholz. Die Profilbretter werden vorwiegend zum Bekleiden von Decken und Wänden verwendet.

Brettdicken und Profile, Brettbreiten, Brettlängen s. Norm. Maßbezugsfeuchte s. vorherige Norm.

**Bezeichnungsbeispiel:** Profilbrett mit Nennmaßen, Dicke  $s_1 = 12,5$  mm, Breite  $b_1 = 96$  mm und 3000 mm Länge aus Fichte (FI), Sortierung A: **Profilbrett DIN 68126-12,5 × 96 × 3000-FI-A**

### DIN EN 14519 Innen- und Außenbekleidungen aus massivem Nadelholz – Profilholz mit Nut und Feder (Mrz 2006)

Die Norm enthält für die Holzarten Fichte/Tanne, Kiefer, Lärche, Europäische Douglasie die Sortierklassen A und B und Merkmale zur Klassifizierung. Die Sortierklassen für Seekiefer sind 0 (SN), A (PN) und B (NO). (SN), (PN) und (NO) sind Handelsbezeichnungen für Seekiefer. Eine freie Klasse kann für alle Holzarten mit entsprechenden Grenzwerten vereinbart werden (freie Sortierung). Merkmale sind: Äste, ausgeschlagene Stellen, Druckholz, Verformung, Harzgallen, Risse, Markröhren, Farbe, Pilzbefall, Insektenbefall, Baumkante, Rindeneinwuchs, Stapelmarkierungen. Grenzwerte zur Klassifizierung im Einzelnen s. Norm. Sofern nichts anderes vereinbart wurde, gilt die Sortierung nur für die Oberseite, d. h. der sichtbaren Oberfläche eines Elements. Ist eine Oberflächenbeschichtung vorgesehen, muss die Sortierung vor der Beschichtung erfolgen. Maße und Toleranzen für Dicke  $t$  und Profilhöhe  $p$  sowie allgemeine Bearbeitungstoleranzen s. Norm. Zielmaße, auch für Nut und Feder, bei einem Feuchtegehalt von 17% und von 12%, s. ebenfalls Norm. Die gebräuchlichsten Längenabstufungen sind 300 mm und 500 mm (Grenzmaße: +50/0 mm).

### DIN EN 13353 Massivholzplatten (SWP) – Anforderungen (Sep 2003)

DIN EN 13353 legt die Anforderungen an Massivholzplatten zur Verwendung im Trocken-, Feucht-, und Außenbereich fest. Massivholzplatten bestehen gemäß DIN 12775 „Massivholzplatten – Klassifizierung und Terminologie“ aus Holzstücken, die an ihren Schmalseiten und, falls mehrlagig, an den Breitseiten miteinander verklebt sind. Im Gegensatz zu Vollholz sind Massivholzplatten verklebt.

Kurzzeichen zur Angabe der beabsichtigten Verwendung/Feuchtegehalt bei Auslieferung in %: Massivholzplatte (engl. solid wood panels) **SWP**; Massivholzplatte zur Verwendung im Trockenbereich **SWP/1/(8 ± 2)**; im Feuchtbereich **SWP/2/(10 ± 3)**; im Außenbereich **SWP/3/(12 ± 3)**. Maßtoleranzen für Großformat- und Mittelformatplatten sowie Inhaltsangaben zu Anforderungen an Rohdichte, Biegefestigkeit und Biege-Elastizitätsmodul s. Norm.

#### 8.3.5.2 Sperrholz

**Sperrholz** ist ein Holzwerkstoff aus einem Verbund miteinander verklebter Lagen, wobei die Faserrichtungen aufeinander folgender Lagen meistens rechtwinklig zueinander verlaufen, s. DIN EN 313-2.

### DIN EN 636 Sperrholz – Anforderungen (Nov 2003)

Die Anforderungen an Sperrholz für allgemeine oder tragende Zwecke zur Verwendung im Trocken-, Feucht- oder Außenbereich sind in DIN EN 636 festgelegt.

Tabelle 300.1 Sperrholz DIN EN 636

Nutzungsklasse	Verwendung im ...	bei einer Temperatur von ...	relative Luftfeuchte	Eignung für biologische Gefährdungsklasse nach DIN EN 335-3 <sup>2)</sup>
1	Trockenbereich	20 °C	65 % <sup>1)</sup>	1
2	Feuchtbereich	20 °C	85 % <sup>1)</sup>	1 und 2
3	Außenbereich	keine Angabe	höhere Feuchtegehalte als in Nutzungsklasse 2	1, 2 und 3

<sup>1)</sup> Darf nur wenige Wochen pro Jahr überschritten werden.

<sup>2)</sup> S. Norm DIN EN 335-3 „Dauerhaftigkeit von Holz und Holzprodukten – Definition der Gefährdungsklassen für einen biologischen Befall“. Allgemein: 1 ohne Erdkontakt, abgedeckt, 2 wie 1 mit Risiko einer Befeuchtung, 3 ohne Erdkontakt, nicht abgedeckt

Die Norm enthält ein Klassifizierungssystem auf der Grundlage der Biegeeigenschaften. Beispiel: Für Sperrholz mit Festigkeit in Plattenlänge = 22,4 N/mm<sup>2</sup>, Festigkeit in Plattenbreite = 36,9 N/mm<sup>2</sup>, Elastizitätsmodul in Plattenlänge = 3850 N/mm<sup>2</sup>, Elastizitätsmodul in Plattenbreite = 4200 N/mm<sup>2</sup> sind die Klassen als F10/20 E30/40 anzugeben (bei Mindestwerten für die Biegefestigkeit von 15 N/mm<sup>2</sup> für Klasse F10 und 30 N/mm<sup>2</sup> für Klasse F20 sowie bei Mindestwerten für den Biege-Elastizitätsmodul von 3000 N/mm<sup>2</sup> für Klasse E30 und 4000 N/mm<sup>2</sup> für Klasse E40). Näheres s. Norm. Auf DIN EN 636 wird in DIN EN 13986 für Anwendungen im Bauwesen Bezug genommen, s. Norm.

### DIN EN 313-1 Sperrholz – Klassifizierung und Terminologie – Klassifizierung (Mai 1996)

Diese Europäische Norm gibt eine Klassifizierung für Sperrholzplatten vor: Nach dem allgemeinen Aufbau (Plattenaufbau: Furnier-, Mittellagen-, Verbundsperrholz), Form (eben oder geformt), nach der Dauerhaftigkeit (Verwendung im Trocken-, Feucht-, Außenbereich), nach den mechanischen Eigenschaften, dem Aussehen der Oberfläche, dem Oberflächenzustand (nicht geschliffen, geschliffen, grundiert, beschichtet), nach den Anforderungen des Verbrauchers.

### DIN EN 313-2 Sperrholz – Klassifizierung und Terminologie – Terminologie (Nov 1999)

Diese Europäische Norm enthält die wichtigsten Begriffe für Sperrholz. Sie löst die Norm DIN 68708 ab.

**Stabsperrholz.** Mittellagen-Sperrholz, dessen Mittellage aus verklebten oder nicht verklebten 7 mm bis 30 mm breiten Vollholzstäben besteht.

**Stäbchensperrholz.** Mittellagen-Sperrholz, dessen Mittellage aus maximal 7 mm breiten und hochkant angeordneten Schäl furnierstäben besteht, wobei alle oder die meisten verklebt sind.

**Lage.** Entweder eine Schicht oder zwei oder mehr Schichten, die mit parallelem Faserverlauf miteinander verklebt sind.

**Querlage.** Innere Lage, deren Faserrichtung im rechten Winkel zur Faserrichtung der Decklage verläuft.

**Mittellage.** Zentrale Lage, an den Schmalfächern der fertigen Platte sichtbar und meist dicker als die anderen Lagen, bestehend entweder aus Leisten oder Streifen, einem anderen Holzwerkstoff, einem anderen plattenförmigen Material oder einer Hohlraumkonstruktion.

**Furnier.** Dünnes Blatt aus Holz, Dicke nicht über 7 mm. Messerfurnier und Schäl furnier, s. Norm.

### DIN 68705-2 Sperrholz – Stab- und Stäbchensperrholz für allgemeine Zwecke (Okt 2003)

Anwendung für Stabsperrholz **ST** und Stäbchensperrholz **STAE**: Gehäuse- und Möbelbau, Behälter- und Fahrzeugbau, Maschinen- und Anlagenbau, Werkzeug- und Vorrichtungsbau. Es werden an diese Platten in der Regel keine elastomechanischen Anforderungen gestellt, können aber bei Bestellung vereinbart werden. Referenzwerte: E-Modul = 1500 N/mm<sup>2</sup> längs zur Faserrichtung der Deckfurniere; 5000 N/mm<sup>2</sup> quer zur Faserrichtung der Deckfurniere; Biegefestigkeit = 10 N/mm<sup>2</sup> längs zur Faserrichtung der Deckfurniere; 35 N/mm<sup>2</sup> quer zur Faserrichtung der Deckfurniere. Plattentypen werden nach der Art ihrer Verklebung unterschieden: IF (nicht wetterbeständig), AW (wetterbeständig). Die Oberflächen werden nach Erscheinungsklassen (Vorderseite – Rückseite) unterschieden: E-I, I-I, I-II.

**Bezeichnungsbeispiel: Sperrholz DIN 68707 – ST IF E-I – 19**, für Dicke 19 mm. Maße und Grenzabweichungen s. Norm.

Für Furniersperrholz gelten die Normen DIN EN 635 und DIN EN 636, s. jeweils Norm. Erscheinungsklassen s. auch DIN EN 635. Definitionen, Klassifizierung und Anforderungen von Furnierschichtholz LVL (Laminated Veneer Lumber) sind in DIN EN 14279 enthalten, s. Norm.

### DIN 68705-4 Sperrholz – Bau-Stabsperrholz, Bau-Stäbchensperrholz (Dez 1981)

Platten mit definierten elastomechanischen Eigenschaften in den Ausführungen Bau-Stabsperrholz **BST** und Bau-Stäbchensperrholz **BSTAE**: Plattentypen mit zunehmender Wetterbeständigkeit und steigender Holzwerkstoffklasse: BST20 BSTAE20 BST100 BSTAE100 BST100G BSTAE100G.

**Bezeichnungsbeispiel: Sperrholz DIN 68705 – BST 20 – 18** (Plattendicke 18 mm).



Tabelle 301.1 Mindestbiegefestigkeiten längs und quer zur Faserrichtung der Deckfurniere für Sperrholz, DIN 68705

Plattentyp	Norm		Biegefestigkeit in N/mm <sup>2</sup>	
			längs	quer
Bau-Furniersperrholz BFU	DIN 68705-3, s. Norm	–	40	15
Bau-Stabsperrholz BST	DIN 68705-4	–	20	20
Bau-Stäbchensperrholz BSTAE	DIN 68704-4	–	20	20
Bau-Furniersperrholz aus Buche BFU-BU	DIN 68705-5 <sup>1)</sup>	Klasse 1	54	51
		Klasse 2	60	44
		Klasse 3	68	37
		Klasse 4	79	24
		Klasse 5	88	15

<sup>1)</sup> Nur zur Information, DIN 68705-5 ist zurückgezogen (s. DIN EN 13986). BFU-BU: Bau-Furniersperrholz aus Buche in den Ausführungen BFU-BU100 (wetterbeständig) und BFU-BU100G (wetterbeständig, gegen holzerstörende Pilze behandelt).

### 8.3.5.3 Holzfaserplatten

#### DIN EN 316 Holzfaserplatten – Definition – Klassifizierung und Kurzzeichen (Dez 1999)

Diese Norm ersetzt DIN 68753. Sie gilt für Holzfaserplatten, die nach dem Naß- oder dem Trockenverfahren hergestellt werden.

**Holzfaserplatte** (Faserplatte): Plattenförmiger Werkstoff mit einer Nenndicke von 1,5 mm, hergestellt aus Lignozellulosefasern unter Anwendung von Druck und/oder Hitze. Die Bindung beruht auf der Verfilzung der Fasern oder auf der Zugabe eines synthetischen Bindemittels. Gegenüber der Ausgabe 1993-08 dieser Norm wurde für Platten nach dem Trockenverfahren die Mindest-Rohdichte von 600 kg/m<sup>3</sup> auf 450 kg/m<sup>3</sup> gesenkt. Poröse Platten haben thermische und akustische Dämmeigenschaften. Auf DIN EN 316 wird in DIN EN 13986 für Anwendungen im Bauwesen Bezug genommen, s. Norm.

Tabelle 301.2 Holzfaserplatten nach DIN EN 316: Klassifizierung nach dem Herstellverfahren

Faserplattentyp	Kurzzeichen	Dichte kg/m <sup>3</sup>
Nassverfahren		
Harte Platte	HB	≥ 900
Mittelharte Faserplatte geringer Dichte	MBL	400 bis < 560
Mittelharte Faserplatte hoher Dichte	MBH	560 bis < 900
Poröse Faserplatte	SB	≥ 230 bis < 400
Trockenverfahren		
Platten nach dem Trockenverfahren	MDF	≥ 450
	HDF <sup>1)</sup>	≥ 800
	Leicht-MDF <sup>1)</sup>	≤ 650
	Ultraleicht -MDF <sup>1)</sup>	≤ 550

<sup>1)</sup> Zuordnung verschiedener Rohdichtebereiche, informativ (aus Gründen der Vermarktung).

Tabelle 301.3 Holzfaserplatten: Verwendung und Anwendung

Anwendungsbedingungen/ Verwendungszwecke	Kurzzeichen
Anwendungsbedingungen	
Trockenbereich	kein
Feuchtbereich	H
Außenbereich	E
Verwendungszwecke	
allgemeine Verwendung	kein
tragende Verwendung	L
a) alle Kategorien <sup>1)</sup> der Lasteinwirkungsdauer	A
b) nur für Momentan- und Kurzzeitbelastung	S

<sup>1)</sup> Kategorien werden durch Hinzufügen der Ziffer 1 (für tragende Platten) oder 2 (für hochbelastbare Platten für tragende Verwendung) gekennzeichnet.

Die Kurzzeichen der Tab. 301.3 werden dem Kurzzeichen des Faserplattentyps (Tab. 301.2) nach einem Punkt angehängt.

#### Bezeichnungsbeispiel: MDF.HLS

Platte nach dem Trockenverfahren hergestellt, zur tragenden Verwendung im Feuchtbereich, nur für Momentan- und Kurzzeitbelastung.

Allen Plattentypen können durch Zusätze besondere Eigenschaften verliehen werden (z. B. Feuerschutz, Feuchteresistenz).

Tabelle 302.1 Anforderungen Plattentypen DIN EN 622

Anforderungen <sup>1)</sup>	Plattentyp nach DIN ... <sup>2)</sup>			
	EN 622-2	EN 622-3	EN 622-4	EN 622-5
allgemeine Zwecke, trocken	HB	MBL MBH	SB	MDF
allgemeine Zwecke feucht	HB.H	MBL.H MBH.H	SB.H	MDF.H
allgemeine Zwecke, außen	HB.E	MBL.E MBH.E	SB.E	
tragende Zwecke, trocken	HB.LA	MBH.LA1	SB.LS	MDF.LA
tragende Zwecke trocken, hoch belastet	–	MBH.LA2	–	–
tragende Zwecke, feucht	HB.HLA1	MBH.HLS1	SB.HLS	MDF.HLS
tragende Zwecke, feucht, hoch belastet	HB.HLA2	MBH.HLS2	–	–

1) Anhaltsangaben für Eigenschaftswerte s. Norm.

2) Klassifizierung der Holzfaserverplatten s. DIN EN 316.

Tabelle 302.2 Lasteinwirkungsdauer für Faserplatten DIN EN 622

Kategorie	Dauer der Lasteinwirkung	Beispiele für Lasten
Ständig	Länger als 10 Jahre	Eigenlast
Lang	6 Monate bis 10 Jahre	Nutzlasten für Lagerhallen
Mittel	1 Woche bis 6 Monate	Verkehrslasten
Kurz	Kürzer als eine Woche	Schnee und Wind
Sehr kurz	–	Außergewöhnliche Einwirkungen

### DIN EN 622-1 Faserplatten – Anforderungen – Allgemeine Anforderungen (Sep 2003)

Faserplatten müssen bei Auslieferung die allgemeinen Anforderungen der Tab. 302.3 erfüllen. Spezielle Grenzabmaße und Toleranzen können vereinbart werden.

Tabelle 302.3 Allgemeine Anforderungen für Faserplatten nach DIN EN 622 bei Auslieferung

Eigenschaft	Prüfung <sup>1)</sup>	Plattentypen <sup>2)</sup>		Grenzabmaße für die Dicke			
		HB MBL/MBH	SB	MDF			
Grenzabmaße: Dicke Länge und Breite	EN 324-1 EN 324-1	s. Tab 304.3, rechte Seite ± 2 mm/m, höchstens ± 5 mm					
Toleranzen: Rechtwinkligkeit Kantengeradheit, Länge und Breite	EN 324-2 EN 324-2	2 mm/m 1,5 mm/m					
Plattenfeuchte	EN 322	4% bis 9%		4% bis 11%			
Grenzabweichung Rohdichte	EN 323	–		± 7%			
Formaldehydpotential	EN 120	s. Norm					

Plattentypen	Grenzabmaße für die Dicke		
	Neendicke (mm)	> 3,5 bis 5,5	> 5,5
HB	≤ 3,5	± 0,3 mm	± 0,7 mm
	> 3,5 bis 5,5	± 0,5 mm	± 0,7 mm
MBL/MBH	≤ 10	± 0,7 mm	± 0,8 mm
	> 10	± 0,8 mm	
SB	≤ 10	± 0,7 mm	± 1,8
	> 10 bis 19	± 1,2 mm	± 1,8
MDF	≤ 6,0	± 0,2 mm	± 0,3 mm
	> 6,0 bis 19	± 0,2 mm	± 0,3 mm

1) s. jeweils Norm

2) Klassifizierung der Holzfaserverplatten s. DIN EN 316

Für Faserplatten nach DIN EN 622-2 bis -3 kann freiwillig eine Farbkennzeichnung nach folgendem System erfolgen. Erste Farbe (ein oder zwei Streifen): weiß = allgemeine Zwecke, gelb = tragende Zwecke; zweite Farbe: blau = Trockenbereich, grün = Feuchtebereich, braun = Außenbereich. Beispiel (tragende Zwecke, trocken): MDF.LA = gelb, gelb, blau.

Die Norm ersetzt DIN 68754. Auf DIN EN 622 wird in DIN EN 13986 für Anwendungen im Bauwesen Bezug genommen, s. Norm.

In der Normenreihe DIN EN 622, die aus fünf Teilen besteht, werden die Anforderungen an Faserplatten festgelegt. Im Teil 1 der Norm sind die Anforderungen aufgeführt, die für alle Typen unbeschichteter Faserplatten gleich sind. Die Teile 2 bis 5 beziehen sich für Faserplatten, wie sie in DIN EN 316 definiert sind, auf Anforderungen bei Verwendung im Trocken-, Feucht- oder Außenbereich, s. Tab. 302.1. Die dort aufgeführten Werte beziehen sich auf Produkteigenschaften. Es sind keine charakteristischen Werte, die zur konstruktiven Berechnung verwendet werden können. Solche Werte sind z. B. in DIN EN 12369-1 „Charakteristische Werte für die Berechnung und Bemessung von Holzbauwerken – Span- und Faserplatten“ angegeben, s. Norm. Ebenfalls für die Faserplatten der Teile 2 bis 5 gelten die Kategorien der Lasteinwirkungsdauer, s. Tab. 302.2. In Regionen, in denen über längere Zeiträume höhere Schneelasten auftreten, sollte ein Teil der Schneelast als zur Lasteinwirkungskategorie mittel gehörend angesehen werden. Der Anhang mit Hinweis auf die Chemikalienverordnung für die Formaldehydabgabe wurde in der aktuellen Ausgabe der Norm gestrichen. **Kennzeichnung:** Herstellername, Handelsmarke – Nummer der Norm – Kurzzeichen für den Plattentyp – Nenndicke – für Plattentypen MDF: Formaldehydklasse E1 oder E2 nach DIN EN 622-1 – Chargennummer oder Herstellungswoche/-jahr.

## 8.4 Werkstoffe der Elektrotechnik

### 8.4.1 Metallische Werkstoffe für die Elektrotechnik

Nicht behandelt werden Leiter aus konzentrisch verseilten runden Drähten für Freileitungen nach DIN EN 50182, die aus folgenden Werkstoffen, auch Werkstoffkombinationen, hergestellt werden: Al–Mg–Si-Legierungen (DIN EN 60889), Al-Legierungen (DIN EN 50183), verzinkte Stahldrähte (DIN EN 10189) und Al-ummantelte Stahldrähte (DIN EN 61232). Für Drähte aus Kupfer und Kupfer-Knetlegierungen gelten DIN 48200 und DIN 48203 (s. jeweils Norm).

#### 8.4.1.1 Leiterwerkstoffe

Für Kupfer und Kupferlegierungen wurde eine Reihe von Europäischen Normen für Kupfer und Kupferlegierungen für die Anwendung in der Elektrotechnik geschaffen, mit denen viele geläufige nationale Normen teilweise oder vollständig ersetzt werden, s. Tab. 303.1. Die Anforderungen an Kupferwerkstoffe für die Elektrotechnik sind in den Normen DIN EN 13599, DIN EN 13600, DIN EN 13601, DIN EN 13202 und DIN EN 13605 festgehalten. Inhaltsangabe zur chem. Zusammensetzung s. jeweils Norm (für Cu-ETP, Cu-OF und Cu-HCP s. auch Tab. 225.1). Inhaltsangaben zu den mechanischen Eigenschaften s. Tab. 305.1, zu den elektrischen Eigenschaften s. Tab. 307.1. Grenzabmaße und Formtoleranzen s. jeweils Norm. Kupfer- und Kupferlegierungen für Produkte aus hochleitfähigem Kupfer Cu-OFE und Cu-PHCE für Elektronenröhren, Halbleiterbauelementen und für die Anwendung in der Vakuumtechnik sind in DIN EN 13604 genormt, s. Norm. Der Ablauf der Probenentnahme, die Prüfverfahren zur Feststellung der Übereinstimmung mit den Anforderungen der Norm und die Lieferbedingungen s. Normen. 1 MPa = 1 N/mm<sup>2</sup>.

Tabelle 303.1 Europäische Normen für Kupfer und Kupferlegierungen für die Anwendung in der Elektrotechnik

Europäische Norm	Ersatz für	mit DIN EN	Ersatz für
DIN EN 13599 „Platten, Bleche und Bänder aus Kupfer“	DIN 40500-1 und DIN 46415	DIN EN 1652	DIN 1751 DIN 1791
DIN EN 13600 „Nahtlose Kupferrohre“	DIN 40500-2	DIN EN 12449 DIN EN 12451	DIN 1754-1
		DIN EN 12449	DIN 1754-2
DIN EN 13601 „Stangen und Drähte“	DIN 46433	DIN EN 12163 DIN EN 12164	DIN 1756 DIN 1761 DIN 1763
		DIN EN 12167	DIN 1759
		DIN EN 13605	DIN 40500-2
DIN EN 13602 „Gezogener Runddraht aus Kupfer“	DIN 40500-4 und DIN 40500-5	–	–
		–	–
DIN EN 13605 „Profile und profilierte Drähte aus Kupfer“	DIN 17674-3	DIN EN 12167 DIN EN 12168	DIN 17674-4 DIN 17674-5
		DIN 13601	DIN 40500-3
DIN-Normen „Kupfer für die Elektrotechnik“, zurückgezogen		ersetzt durch	
DIN 40500-1 „– Blech und Bänder aus Kupfer und silberlegiertem Kupfer – Technische Lieferbedingungen“		DIN EN 13599	
DIN 40500-2 „– Rohre aus Kupfer und silberlegiertem Kupfer“		DIN EN 13600	
DIN 40500-3 „– Rohre aus Kupfer und silberlegiertem Kupfer – Technische Lieferbedingungen“		DIN EN 13601 und DIN EN 13605	
DIN 40500-4 „– Drähte aus Kupfer und silberlegiertem Kupfer – Technische Lieferbedingungen“		DIN EN 13602	
DIN 40500-5 „– Verzinnete Drähte aus Kupfer und silberlegiertem Kupfer – Technische Lieferbedingungen“		DIN EN 13602	
DIN 46415 „Bleche aus Kupfer- und Kupferlegierungen, kalt gewalzt, mit gerundeten (angerollten) Kanten – Maße“		DIN EN 13599	
DIN 46433 „Flachdrähte und Flachstangen, gezogen mit gerundeten Kanten – Maße“		DIN EN 13601	

### DIN EN 13599 Kupfer und Kupferlegierungen – Platten, Bleche und Bänder aus Kupfer für die Anwendung in der Elektrotechnik (Jul 2002)

Die Festlegungen dieser Norm gelten für Erzeugnisse aus Kupfer mit Dicken von 0,05 mm bis 25 mm und Breiten von 10 mm bis 1250 mm für die Elektrotechnik. Als **Platte** wird ein flaches Walzprodukt mit rechteckigem Querschnitt und gleichmäßiger Dicke über 10 mm bezeichnet. **Blech** ist ein flaches Walzprodukt mit rechteckigem Querschnitt und gleichmäßiger Dicke von 0,2 mm bis 10 mm, geliefert in gerader Länge, üblicherweise mit abgescherten oder gesägten Kanten. Die Dicke liegt nicht über einem Zehntel der Breite. **Band** verfügt über einen rechteckigen Querschnitt, mit gleichmäßiger Dicke von 0,05 mm bis 5,0 mm, hergestellt in Ringen und geliefert als längsgeteilte Ringe, gespult oder als Streifen, üblicherweise mit geschnittenen Kanten. Blech, Platten und Streifen werden für Längen bis 5000 mm in Herstelllänge (M) für Dicken bis 25 mm ( $\pm 50$ ) oder Festlänge (F) in Dicken bis 5 mm ( $+10/0$ ), über 5 mm bis 10 mm ( $+15/0$ ) oder über 10 mm bis 25 mm ( $+20/0$ ) geliefert. In Klammern die Angabe der Grenzabmaße für die Länge in mm. Eigenschaftswerte s. Tab. 305.1 und 307.1

**Bezeichnungsbeispiel:** Blech EN 13599 – Cu-ETP – H040 – 6,0 × 600 × 2000M (Werkstoff entweder bezeichnet mit Cu-ETP oder CW004A, im Zustand H040, Dicke 6,0 mm, Breite 600 mm, Herstelllänge 2000 mm). Zustandsbezeichnung s. DIN EN 1173. Berichtigung 1 vom Januar 2004 ist zu beachten.

### DIN EN 13600 Kupfer und Kupferlegierungen – Nahtlose Kupferrohre für die Anwendung in der Elektrotechnik (Jul 2002)

Die Festlegungen dieser Norm gelten für Rundrohre aus Kupfer mit Außendurchmessern von 5 mm bis 150 mm und Wanddicken von 0,5 mm bis 20 mm und für quadratische und rechteckige Rohre aus Kupfer mit den größten Außenmaßen von 5 mm bis 150 mm und Wanddicken von 0,5 mm bis 10 mm. Begriffsbestimmung **nahtloses Rohr** s. DIN EN 12449 (Abschn. 8.2.5.1.4). Rohre mit quadratischem oder rechteckigem Querschnitt können über die gesamte Länge gerundete Kanten haben. Bei der Produktbezeichnung muss für die Querschnittsform eine der folgenden Bezeichnungen verwendet werden: RND für rund, SQR für quadratisch, RCT für rechteckig. Rohre werden in Herstelllänge (M) 3000, 3500, 4000, 4500, 5000, 5500, und 6000 ( $\pm 200$ ) oder Festlänge (F) bis 3 m ( $+5/0$ ), über 3 m bis 6 m ( $+8/0$ ), über 6 m bis 10 m ( $+10/0$ ), geliefert. In Klammern die Angabe der Grenzabmaße für die Länge. Maße in mm. Eigenschaftswerte s. Tab. 305.1 und 307.1

**Bezeichnungsbeispiel:** Rohr EN 13600 – Cu-ETP – R250 – RND100 × 5 × 3000M (Werkstoff s. DIN EN 13599, im Zustand R250, rund, Außendurchmesser 100 mm, Wanddicke 5 mm, in Herstelllängen von 3000 mm). Zustandsbezeichnung s. DIN EN 1173.

### DIN EN 13601 Kupfer und Kupferlegierungen – Stangen und Drähte aus Kupfer für die Anwendung in der Elektrotechnik (Okt 2002)

Die Festlegungen dieser Norm gelten für runde, quadratische und sechseckige Stangen mit Durchmessern oder Schlüsselweiten von 2 mm bis 80 mm; rechteckige Stangen mit Dicken von 2 mm bis 40 mm und Breiten von 3 mm bis 200 mm; runde, quadratische, sechseckige und rechteckige Drähte mit Durchmessern oder Schlüsselweiten von 2 mm bis 25 mm und für Dicken von 0,5 mm bis 12 mm bei Breiten von 1 mm bis 200 mm. Eine **Stange** ist ein massives, plastisch geformtes, in geraden Längen geliefertes Produkt mit über die ganze Länge einheitlichem Querschnitt. Die Querschnitte haben die Form von Kreisen, Quadraten, Sechsecken oder Rechtecken. Stangen mit quadratischen, sechseckigen oder rechteckigen Querschnitten können über ihre ganze Länge gerundete Kanten haben. Begriffsbestimmung **Draht** s. DIN EN 12166. Die Drahtquerschnitte haben die Form von Kreisen, Quadraten, Sechsecken oder Rechtecken. Die Drähte mit quadratischen, sechseckigen oder rechteckigen Querschnitten können über ihre ganze Länge gerundete Kanten haben. Bei der Produktbezeichnung sind für die Querschnittsform folgende Bezeichnungen zu verwenden: RND für rund, SQR für quadratisch, HEX für sechseckig) und für die Kantenausführung für quadratische oder rechteckige Stangen oder Drähte die Bezeichnungen SH für scharf, RD für gerundet, CE für halbkreisförmige Ränder. Eigenschaftswerte s. Tab. 305.1 und 307.1

**Bezeichnungsbeispiel:** Stange EN 13601 – Cu-ETP – H085 – RND15A (Werkstoff s. DIN EN 13599, im Zustand H085, rund, Durchmesser 15 mm, Toleranzklasse A). Anhaltsangaben zu den Toleranzklassen A (nur Minustoleranz) und B (Plus-/Minustoleranz) für Durchmesser und Schlüsselweiten s. Norm. Zustandsbezeichnung s. DIN EN 1173.

### DIN EN 13602 Kupfer und Kupferlegierungen – Gezogener Runddraht aus Kupfer für die Anwendung in der Elektrotechnik (Jul 2002)

Die Festlegungen dieser Norm gelten für gezogenen Runddraht aus Kupfer mit Dicken von 0,04 mm bis 5 mm zur Anfertigung elektrischer Leiter, die für die Herstellung von Stangen, isolierten Kabeln und Schnüren bestimmt sind. Verzinnete Drähte und verzinnete oder hart gezogene Drähte, Drähte zum Emailieren (Spulendraht, Magnetdrähte), zur Verwendung in der Elektronik und Kontaktdraht für den elektrischen Fahrbetrieb fallen nicht unter diese Norm. Begriffsbestimmung **Draht** s. DIN EN 12166. Die Drahtquerschnitte haben die Form von Kreisen, Quadraten, Sechsecken oder Rechtecken. Bei der Produktbezeichnung ist die Oberflächenausführung entweder als nicht verzinkt (P) oder verzinkt mit den Sorten (in Klammern Mindestzinn dicke in  $\mu\text{m}$ ) A (0,3), B (0,6) oder C (nicht festgelegt, bleibt dem Lieferer überlassen) anzugeben. Anrisse sind nicht zulässig. Bei einadrigem Draht (S) wird der Durchmesser genannt, bei Mehradrigem Draht (M) die Anzahl der Drähte und der Durchmesser. **Mehradriger Draht:** eine Anzahl von Drähten mit gleichem Durchmesser und im gleichen Zustand, die gleichzeitig auf dieselbe Spule gewickelt wurden und die sich maximal einmal pro Spulenumdrehung umwinden. Lieferform: Ring (Y) oder Spule (Z).

**Bezeichnungsbeispiel:** Draht EN 13602 – Cu-ETP1 – A022 – P-S0,4 – Y (Werkstoff s. DIN EN 13599, im Zustand A022, hergestellt als nicht verzinnter, einadriges Draht, Durchmesser 0,4 mm, in Ringen). Zustandsbezeichnung s. DIN EN 1173.

**DIN EN 13605 Kupfer und Kupferlegierungen – Profile und profilierte Drähte aus Kupfer für die Anwendung in der Elektrotechnik (Okt 2002)**

Die Festlegungen dieser Norm gelten für Profile und profilierte Drähte für die Anwendung in der Elektrotechnik mit einem Durchmesser des umschreibenden Kreises von maximal 180 mm. **Profil und profilierter Draht** ist ein plastisch geformtes, gerades Produkt mit einem über die gesamte Länge gleichförmigen Querschnitt. Es kann massiv sein oder einen Hohlraum haben. Ist es massiv, so ist der Umriss seines Querschnitts kompliziert, hat es einen Hohlraum, ist der äußere Umriss und/oder der innere Umriss des Querschnitts kompliziert. Profilierter Draht wird in gewickelter Form als Scheibe, gespult, geschollter Ring (Y) oder auf Spulen (Z) geliefert. (*Anmerkung:* geschollt bedeutet für Runddrähte übereinanderliegend aufgerollt zu sein). Bei der Produktbezeichnung ist eine Profil-Nummer oder eine Zeichnungsnummer anzugeben. Für profilierte Drähte ist die Wickelrichtung in der Zeichnung anzugeben. Profile werden in Herstelllänge (M) oder Festlänge (F) geliefert, Maße in mm, in Klammern Durchmesser des umschreibenden Kreises/Grenzabmaße für die Länge in mm:

**M:** 3000, 3500, 4000, 4500, 5000, 5500, und 6000 (bis 50±200), (über 50 bis 120±300), zu vereinbaren (über 120 bis 180±300). **F:** bis 1000 (≤50; >50 ≤120; >120 ≤180/+4; +5; +6), über 1000 bis 2000 (≤50; >50 ≤120; >120 ≤180/+5; +6; +7), bis 6000 (≤50; >50 ≤120; >120 ≤180/+8; +9; +10).

**Umschreibender Kreis:** kleinster Kreis, der vollständig die Umrisse des Querschnitts des Profils umschließt (auch: Umschlingungskreis, Prinzip s. Bild 265.1).

**Bezeichnungsbeispiel: Profil EN 13605 – Cu-ETP – H080 – XY000 – 3000M** (Werkstoff s. DIN EN 13599, im Zustand H080, Zeichnungs-Nummer XY000, in Herstelllänge 3000 mm).

Profile und profilierte Drähte aus den Kupfersorten Cu-OF, CuAg0,04P, CuAg0,07P, CuAg0,10P, CuAg0,04(OF), CuAg0,07(OF), CuAg0,10(OF), Cu-PHC, Cu-HCP, dürfen, wenn sie auf Wasserstoffbeständigkeit (Wasserstoffversprödung oder „Wasserstoffkrankheit“) nach DIN EN ISO 2626 und DIN EN ISO 7438 (s. jeweils Norm) geprüft und visuell beurteilt werden, keine Anrisse zeigen. Elektr. Eigenschaften s. Tab. 307.1

Tabelle 305.1 Kupfer für die Elektrotechnik DIN EN 13599 bis DIN EN 13601: Festigkeitseigenschaften

Werkstoffe <sup>1)</sup>	DIN EN Zu-stand <sup>2)</sup>	DIN EN 13599 Platten, Blech, Bänder			DIN EN 13600 Nahtlose Rohre				DIN EN 13601 Stangen und Drähte <sup>8)</sup>						
		Nenn-dicke t <sup>2)</sup> mm	HV <sup>4)</sup> max.	R <sub>m</sub> <sup>5)</sup> max.	R <sub>p0,2</sub> <sup>6)</sup> min.	Zu-stand <sup>2)</sup>	Wand-dicke mm	HV <sup>4)</sup> max.	R <sub>m</sub> <sup>5)</sup> max.	R <sub>p0,2</sub> <sup>6)</sup> min.	Zu-stand <sup>2)</sup>	Maße <sup>7)</sup> mm	HV <sup>4)</sup> max.	R <sub>m</sub> <sup>5)</sup> min.	R <sub>p0,2</sub> <sup>6)</sup> min.
Cu-ETP Cu-FRHC Cu-OF CuAg0,10 CuAg0,10P CuAg0,10(OF) Cu-PHC Cu-HCP	M	10 bis 25	2)			D	–	2)			D	2 bis 80	2)		
	H040	0,10 bis 5	65	–	–	H035	bis 20	65	–	–	H035	2 bis 80	65	–	–
	R220		–	260	–	R200	bis 20	–	250	–	R200	2 bis 80	–	200	–
	H040	0,20 bis 10	65	–	–										
	R200		–	250	–	H065	bis 10	95	–	–	H065	2 bis 80	95	–	–
						R250	bis 10	–	300	150	R250	2 bis 10	–	200	200
	H065	0,10 bis 10	95	–	–										
	R240		–	300	180	H090	bis 5	110	–	–	H085	2 bis 40	115	–	–
						R290	bis 5	–	360	250	R300	2 bis 20	–	300	260
	H090	0,10 bis 10	110	–	–										
R290		–	360	250	H100	bis 3	–	–	–	H100	2 bis 10	–	–	–	
R360	0,10 bis 2	–	–	320	R360	bis 3	–	–	320	R350	2 bis 10	–	–	320	

1) Werkstoffnummer nach DIN EN 1412 s. Werkstoffübersicht oder Tab. 306.1

2) Zustandsbezeichnung nach DIN EN 1173: M „wie gefertigt“, H kleinster Wert für die Anforderungen an die Härte, R kleinster Wert für die Anforderungen an die Zugfestigkeit und Bruchdehnung, D „gezogen“ ohne festgelegte Anforderungen an die Eigenschaften, A kleinster Wert für die Anforderungen an die Bruchdehnung. Die Tabelle enthält eine Auswahl an Werkstoffzuständen.

3) Die mechanischen Eigenschaften für Dicken <0,10 mm sind zu vereinbaren.

4) Härte nach Vickers HV: Mindestwerte s. Zustandsbezeichnung, z. B. H040 bedeutet Mindesthärte HV40. Produkte nach DIN EN 13600 und DIN EN 13601 können im Zustand H mit Vickers- (HV) oder Brinellhärte (HB) angegeben werden.

5) Zugfestigkeit R<sub>m</sub> in N/mm<sup>2</sup>: Mindestwerte s. Zustandsbezeichnung, z. B. R220 bedeutet Mindestwert der Zugfestigkeit R<sub>m</sub> = 220 N/mm<sup>2</sup>. Inhaltsangaben zur Bruchdehnung A s. Norm.

6) 0,2%-Dehngrenze R<sub>p0,2</sub>. Maximalwerte s. Norm.

7) Maße für Querschnittsform rund, quadratisch, sechseckig. Maße für Querschnittsform rechteckig s. Norm.

8) Inhaltsangaben für die mechanischen Eigenschaften der Werkstoffe CuAg0,04, CuAg0,07, CuAg0,04(OF), CuAg 0,07(OF) s. Norm.

Festigkeitseigenschaften für gezogenen Runddraht nach DIN EN 13602 und für Profile und profilierte Drähte nach DIN EN 23605 s. jeweils Norm.



Tabelle 306.1 Kupferwerkstoffe für die Elektrotechnik

Werkstoffbezeichnung/Kupferart		genormt in DIN EN 13 ...		Eigenschaften
DIN EN 13 ...	DIN			
Kurzzeichen	Nummer	Kurzzeichen	W Nr	
Zähgepolte Kupfersorten (sauerstoffhaltig)				Kupfersorten dieser Art werden mit einer bestimmten Menge von Sauerstoff hergestellt. Sie haben eine hohe elektrische Leitfähigkeit. Um Wasserstoffversprödung <sup>1)</sup> zu vermeiden, sind in wasserstoffhaltigen Atmosphären bei diesen Kupfersorten bei Wärmebehandlungen, beim Schweißen oder Hartlöten besondere Vorkehrungen notwendig.
<b>Cu-ETP1</b>	CW003A	–	602	
<b>Cu-ETP</b>	CW004A	E-Cu58	599, 600, 601, 602, 605	
<b>Cu-FRHC</b>	CW005A	E-Cu58	599, 600, 601, 602, 605	
Sauerstofffreie Kupfersorten				Kupfersorten dieser Art werden in sauerstofffreier Umgebung ohne die Verwendung von Desoxidationsmittel hergestellt. Sie haben eine hohe elektrische Leitfähigkeit. Diese Kupfersorten dürfen ohne besondere Vorkehrungen wärmebehandelt, geschweißt oder hartgelötet werden. Vorkehrungen zur Vermeidung von Wasserstoffversprödung <sup>1)</sup> sind nicht notwendig.
<b>Cu-OF1</b>	CW007A	–	601, 602	
<b>Cu-OF</b>	CW008A	OF-Cu	599, 600, 601, 602, 605	
<b>Cu-OFE</b>	CW009A	–	604 <sup>2)</sup>	
Desoxidierte Kupfersorten				Kupfersorten dieser Art werden mit Zusätzen von bestimmten Mengen von Desoxidationsmittel, z. B. Phosphor, hergestellt. Sie enthalten eine bestimmte niedrige Menge an Resten von Desoxidationsmitteln. Diese Kupfersorten haben eine hohe elektrische Leitfähigkeit und dürfen ohne besondere Vorkehrungen wärmebehandelt, geschweißt oder hartgelötet werden. Vorkehrungen zur Vermeidung von Wasserstoffversprödung <sup>1)</sup> sind nicht notwendig.
<b>Cu-PHC</b>	CW020A	SE-Cu	599, 600, 601	
<b>Cu-HCP</b>	CW021A	SE-Cu	600, 601	
<b>Cu-PHCE</b>	CW022A	–	604 <sup>2)</sup>	
Silberhaltige Kupfersorten				Zähgepolte Kupfersorten, sauerstofffreie Kupfersorten und desoxidierte Kupfersorten können mit Zusätzen von Silber bis zu 0,12% (Massenanteil) hergestellt werden. Durch den Zusatz von Silber wird die Erweichungstemperatur erhöht, ohne dass die elektrische Leitfähigkeit dabei wesentlich beeinflusst wird.
<b>CuAg0,04</b>	CW011A	–	601, 605	
<b>CuAg0,04P</b>	CW014A	–	601, 605	
<b>CuAg0,04(OF)</b>	CW017A	–	601, 605	
<b>CuAg0,07</b>	CW012A	–	601, 605	
<b>CuAg0,07P</b>	CW015A	–	601, 605	
<b>CuAg0,07(OF)</b>	CW018A	–	601, 605	
<b>CuAg0,10</b>	CW013A	CuAg0,1	599, 600, 601,605	
<b>CuAg0,10P</b>	CW016A	CuAg0,1P	599, 600, 601,605	
<b>CuAg0,10(OF)</b>	CW019A	–	599, 600, 601,605	

<sup>1)</sup> Die Wasserstoffversprödung bei Kupfer – Werkstoffen wird häufig auch „Wasserstoffkrankheit“ genannt. Prüfverfahren nach DIN EN ISO 2626 „Kupfer-Wasserstoff-Versprödungsversuch“, s. Norm.

<sup>2)</sup> DIN EN 13604 „Produkte aus hochleitfähigem Kupfer für Elektronenröhren, Halbleiterbauelementen und für die Anwendung in der Vakuumtechnik“, s. Norm.

Tabelle 307.1 Kupferwerkstoffe für die Elektrotechnik: Elektrische Eigenschaften (bei 20 °C)

Werkstoff	DIN EN 13599				DIN EN 13600 <sup>1)</sup>				DIN EN 13601				DIN EN 13605 <sup>2)</sup>			
	Zustand	ei. Leitfähigkeit <sup>3)</sup>		Zustand	ei. Leitfähigkeit <sup>3)</sup>		Zustand	ei. Leitfähigkeit <sup>3)</sup>		Zustand	ei. Leitfähigkeit <sup>3)</sup>		Zustand	ei. Leitfähigkeit <sup>3)</sup>		
		MS/m	% IACS		MS/m	% IACS		MS/m	% IACS		MS/m	% IACS		MS/m	% IACS	
Cu-ETP Cu-FRHC Cu-OF CuAg0,10 CuAg0,10(OF) Cu-PHC	M	57,0	98,3	D	56,0	96,6	D	56,0	96,6	D	56,0	96,6	D	56,0	96,6	
	H040 R200	58,0	100,0	H035 R200	58,0	100,0	H035 R200	58,0	100,0	H035 R200	58,0	100,0	H035 R200	58,0	100,0	
	H040 R220			H065 R250	57,0	98,3	H065 R250	57,0	98,3	H065 R250; R230	57,0	98,3	H065 R240	57,0	98,3	
	H065 R240	57,0	98,3	H090 R290	56,0	96,6	H090 R290	56,0	96,6	H085 R300; R280			H080 R280	56,0	96,6	
	H090 R290			H100 R360			H100 R360			H100 R350	56,0	96,6				
	H110 R360	56,0	96,6													
CuAg0,10P Cu-HCP	M	56,0	96,6	D	55,0	94,8	D	55,0	94,8	D	55,0	94,8	D	55,0	94,8	
	H040 R200	57,0	98,3	H035 R200	57,0	94,8	H035 R200	57,0	98,3	H035 R200	57,0	98,3	H035 R200	57,0	98,3	
	H040 R220			H065 R250	56,0	96,6	H065 R250	56,0	96,6	H065 R250; R230	56,0	96,6	H065 R240	56,0	96,6	
	H065 R240	56,0	96,6	H090 R290			H090 R290			H085 R300; R280			H080 R280	55,0	94,8	
	H090 R290								H075 R260							
	H110 R360	55,0	94,8	H100 R360	55,0	94,8	H100 R360	55,0	94,8	H100 R350	55,0	94,8				

1) Werkstoffe s. DIN EN 13599.

2) Werkstoffe s. DIN EN 13601.

3) 1 MS/m entspricht  $1m/(\Omega \times mm^2)$ ; IACS: International Annealed Copper Standard; Maximaler spezifischer Volumenwiderstand  $(\Omega \times mm^2)/m = 1/(MS/m)$  auf fünf Nachkommastellen (Beispiel: 57,0 MS/m entsprechen  $0,01754 (\Omega \times mm^2)/m$ . Spezifischer Massenwiderstand, berechnet mit einer Dichte von  $8,89 g/cm^3$  s. Norm.

Elektrische Eigenschaften für gezogenen Runddraht nach DIN EN 13602 s. Norm. Zustandsbezeichnung s. DIN EN 1173.



## DIN EN 14121 Aluminium und Aluminiumlegierungen – Bänder, Bleche und Platten aus Aluminium für elektrotechnische Anwendungen (Aug 2003)

Tabelle 308.1 Eigenschaften von Aluminium für elektrotechnische Anwendungen DIN EN 14121

Werkstoff <sup>1)</sup> Zustand <sup>2)</sup>	Nennstärke		Mechanische Eigenschaften <sup>3)</sup>				HBW <sup>5)</sup> ca.	$\kappa$ <sup>4)</sup> 20 °C MS/m min.
	über	bis	$R_m$ N/mm <sup>2</sup> min.	max.	$R_{p0,2}$ N/mm <sup>2</sup> min.	$A_{50\text{ mm}}$ % min.		
1350A-F 1350-F	≥ 2,5	150	65 <sup>5)</sup>	–	–	–	–	34,5
1350A-O 1350-O 1350A-H111 1350-H111	0,2	0,5	65	105	20	20	20	34,5
	0,5	1,5				22		
	1,5	3,0				26		
	3,0	6,0				29		
	6,0	12,5				35		
	12,5	20,0				–		
1350A-H19 1350-H19	0,2	3,0	150	–	130	1	45	34,5
1350A-H24 1350-H24	0,2	0,5	105	105	75	3	33	34,5
	0,5	1,5				3		
	1,5	3,0				5		
	3,0	12,0				8		
1350A-H26 1350-H26	0,2	0,5	120	165	90	2	38	34,5
	0,5	1,5				3		
	1,5	4,0				4		
1350A-H28 1350-H28	0,2	0,5	140	–	110	2	41	34,0
	0,5	3,0				3		

1) Zur vollständigen Bezeichnung der Legierung, sowohl numerisch, als auch nach den chemischen Symbolen gehören vorangestellt die Abkürzungen EN, A für Aluminium, W für Halbzeug: EN AW 1350 (numerisch) EN AW-EA199,5 (Kurzzeichen), bzw. EN AW-1350A und EN AW-EA199,5(A).

2) Werkstoffzustände nach DIN EN 515: F Herstellungszustand, keine Grenzwerte für mechanische Eigenschaften, O weichgeglüht, H111 geglüht und durch anschließende Arbeitsgänge geringfügig kaltverfestigt, H19 kaltverfestigt – extrahart, H24 kaltverfestigt und rückgeglüht – 1/2 hart, H26 kaltverfestigt und rückgeglüht – 3/4 hart, H28 kaltverfestigt und rückgeglüht – 4/4 hart.

3) Mechanische Eigenschaften:  $R_m$  = Zugfestigkeit in N/mm<sup>2</sup>,  $R_{p0,2}$  = 0,2%-Dehngrenze in N/mm<sup>2</sup>, Bruchdehnung  $A_{50\text{ mm}}$  (basiert auf eine Anfangsmesslänge von 50 mm, kein Proportionalitätsfaktor). HBW = Brinellhärte.

4) Elektrische Leitfähigkeit: 1 MS/m entspricht 1 m/( $\Omega \times \text{mm}^2$ ). Prüfung z. B. nach DIN EN 2004-1 (s. Norm).  $\kappa$  Symbol nach DIN 1304. Maximaler spezifischer Volumenwiderstand ( $\Omega \times \text{mm}^2/\text{m}$ ) = 1/ $\kappa$  (Beispiel: 34,5 MS/m entsprechen 0,02898  $\Omega \times \text{mm}^2/\text{m}$ ).

5) Nur zur Information.

Die Festlegungen dieser Norm, die technischen Lieferbedingungen, mechanischen Eigenschaften und die elektrische Leitfähigkeit, gelten für Erzeugnisse aus Aluminium mit Dicken von 0,20 mm bis 150 mm für die Elektrotechnik. Die Prüfung auf Maßabweichungen und der elektrischen Leitfähigkeit soll bei einer Temperatur zwischen 15 °C und 25 °C durchgeführt werden. Prüfungen über den Inhalt der Tab. 308.1 hinaus, z. B. Erichsen-Versuch nach ISO 8490 oder Zipfelprüfung nach EN 1669, können vereinbart werden.

Grenzabmaße und Formtoleranzen für warmgewalzte Erzeugnisse sind in DIN EN 485-3, für kaltgewalzte Erzeugnisse in DIN EN 485-4 genormt. Chemische Zusammensetzung s. DIN EN 573-3. Das Erzeugnis muss frei von Fehlern sein, welche die Anwendung unter angemessenen Einsatzbedingungen beeinträchtigen. Die gewalzte Oberfläche muss glatt und sauber sein. Jedoch sind üblicherweise kleinere Oberflächenfehler, wie z. B. leichte Kratzer, Eindrücke, Dopplungen, Streifen, Walzenmarkierungen, Verfärbungen, auf beiden Seiten des Erzeugnisses zulässig. Die Beseitigung eines Oberflächenfehlers ist zulässig, sofern die Grenzabmaße und die Werkstoffeigenschaften weiterhin mit den Spezifikationen übereinstimmen.

DIN EN 14121 ersetzt DIN 40501-1.

### DIN 40501-2 Aluminium für die Elektrotechnik – Rohre, Stangen und Profile, Technische Lieferbedingungen (Mrz 2005)

Die Festlegungen dieser Norm, die technischen Lieferbedingungen, mechanischen Eigenschaften und die elektrische Leitfähigkeit, gelten ausschließlich für Erzeugnisse aus den Aluminium-Werkstoffen EN AW-1350A und EN AW-6101B.



Für Grenzabmaße und Formtoleranzen gelten je nach Erzeugnis folgende Normen: gezogene Rohre DIN EN 754-7, DIN EN 754-8; stranggepresste Rohre DIN EN 755-7, DIN EN 755-8; gezogene Stangen DIN EN 754-3, DIN EN 754-4, DIN EN 754-5, DIN EN 754-6; stranggepresste Stangen DIN EN 755-3, DIN EN 755-4, DIN EN 755-5, DIN EN 755-6; stranggepresste Profile DIN EN 755-9.

Tabelle 309.1 Eigenschaften von Aluminium für elektrotechnische Anwendungen: Rohre nach DIN 40501-2

Werkstoff <sup>1)</sup> Zustand <sup>2)</sup>	Wanddicke mm	$R_m$ N/mm <sup>2</sup>		Mechanische Eigenschaften <sup>3)</sup>			HBW <sup>6)</sup> ca.	$\rho$ <sup>4)</sup> 20 °C $\Omega \times \text{mm}^2/\text{m}$ Max.	$\kappa$ <sup>5)</sup> 20 °C MS/m min.
		min.	max.	$R_{p0,2}$ N/mm <sup>2</sup> min.	$A_{50\text{mm}}$ % min.	$A$ % min.			
<b>1350A-O</b>	jede	60	—	20	22	25	20	0,02825	35,4
<b>1350A-H111</b>									
<b>1350A-H112</b>									
<b>1350A-H14</b>	≤10	100	135	70	5	6	33	0,02874	34,8
<b>6101B-T6</b>	≤15	215	—	160	6	8	70	0,3333	30,0
<b>6101B-T7</b>	≤15	170	—	120	10	10	55	0,3125	32,0

<sup>1)</sup> s. Fußnote zu Tab. 308.1, EN AW-6101B (numerisch), bzw. EN AW-EAlMgSi(B) (Kurzzeichen).

<sup>2)</sup> s. Fußnote zu Tab. 308.1, H112 durch Warmumformung oder eine begrenzte Kaltumformung geringfügig kaltverfestigt, H14 kaltverfestigt – 1/2 hart, T6 lösungsgeglüht und warmausgelagert, T7 lösungsgeglüht und überhärtet.

<sup>3)</sup> s. Fußnote zu Tab. 308.1.

<sup>4)</sup> Spezifischer elektrischer Widerstand  $\rho$ . Wird bei abweichenden Temperaturen gemessen, ist die Änderung des spezifischen elektrischen Widerstandes um  $0,00011 \Omega \times \text{mm}^2/\text{m}$  je Kelvin für den Werkstoff EN AW-1350A und um  $0,000125 \Omega \times \text{mm}^2/\text{m}$  je Kelvin für den Werkstoff EN AW-6101B zu berücksichtigen.

<sup>5)</sup> Spezifische elektrische Leitfähigkeit  $\kappa$ . 1 MS/m entspricht  $1 \text{ m}/(\Omega \times \text{mm}^2)$ . Prüfung z. B. nach DIN EN 2004-1 (s. Norm).

<sup>6)</sup> Nur zur Information, für die Abnahme nicht bindend.

Mechanische und elektrische Eigenschaften für Profile und Stangen s. Norm. Mit der vorliegenden Ausgabe der Norm werden die Teile 2 und 3 zusammengefasst. Anhaltsangaben für den Elastizitätsmodul und für den Wärmeausdehnungskoeffizienten werden in der neuen Norm nicht mehr berücksichtigt.

Die technischen Lieferbedingungen für Drähte aus Aluminium für die Elektrotechnik sind in DIN 49501-4 enthalten, s. Norm.

### DIN EN 1715-2 Aluminium und Aluminiumlegierungen – Vordraht – Besondere Anforderungen für elektrotechnische Anwendungen (Nov 1997)

Vordraht nach dieser Norm ist für elektrische Leiter und Kabel bestimmt, für die üblicherweise folgende Aluminiumsorten und Aluminiumlegierungen eingesetzt werden: Im Werkstoffzustand kaltverfestigt (H11 bis H14) oder weichgeglüht (O) EN AW-1370 [EAl99,7] und EN AW-1350 [EAl99,5], im Werkstoffzustand wärmebehandelt auf andere stabile Zustände (T1 und T4) EN AW-6101 [EAlMgSi] und EN AW-6201 [EAlMg0,7Si]. Nähere Festlegungen zu den Werkstoffzuständen sowie Anhaltsangaben zu mechanischen und elektrischen Eigenschaften s. Norm. Die chemische Zusammensetzung der Werkstoffe muss mit DIN EN 573-3 übereinstimmen. Zusammen mit den Technischen Lieferbedingungen in DIN EN 1715-1 (s. Norm) wird mit DIN EN 1715-2 die Norm DIN 40501-5 ersetzt.

### DIN 46431 Kupfer-Runddrähte für die Elektrotechnik – genau gezogen (Jun 1970)

Für die Durchmesserbereiche 0,05 bis 0,71 mm wurde die Reihe R 20; für >0,71 mm wurde die Reihe R 40 nach DIN 323 (s. Abschn. 2.5) gewählt. Diese Norm gilt nicht für Kupferdrähte, die isoliert werden sollen.

Nenn Durchmesser: 0,05 0,063 0,071 0,08 0,09 0,1 0,112 0,125 0,14 0,16 0,18 0,2 0,224 0,25 0,28 0,315 0,355 0,4 0,45 0,5 0,56 0,63 0,71 0,75 0,8 0,85 0,9 0,95 1 1,06 1,12 1,18 1,25 1,32 1,4 um 0,1 steigend bis 2, dann 2,12 2,24 2,36 2,5 2,65 2,83 3,15 um 0,2 steigend bis 3,75, dann um 0,25 steigend bis 5, dann 6,3 8 10 12,5 16

Zulässige Abweichungen, Gleichstromwiderstand bei 20 °C und weitere Angaben s. Norm.

Werkstoff: E-Cu F 20 (DIN 40500-4), DIN EN 13599 mit neuen Kurzzeichen beachten.

### DIN 46438 Rundseile aus Kupfer – hochflexibel (Okt 1972)

Die Kupferseile werden in Kreuzschlag hergestellt. Jeder Strang besteht aus einem Rundlitzenseil oder mehreren -seilen. Gesamtzahl der Einzeldrähte und Drahtdurchmesser (in Klammern) z. B. für Querschnitt 0,5: 266 (0,05) für 10: 2526 (0,071) und für 50: 6468(0,1)

Querschnitte mm<sup>2</sup> und Einzeldrahtdurchmesser mm: 0,06 0,1 0,15 0,2 0,25 0,35 0,5 0,75 1: 0,05 1,5 2,5 4 6 8 10 16: 0,071 25 35 50: 0,1 70 95 120 150: 0,1 und 0,14 Werkstoff: E-Cu (DIN 40500-4), DIN EN 13599 mit neuen Kurzzeichen beachten.

**Bezeichnungsbeispiel** von 10 mm<sup>2</sup> Querschnitt: **Rundseil DIN 46438-10**; ab 70 mm<sup>2</sup> Querschnitt: **Rundseil DIN 4438-70-0,1**

**DIN 46420 Runddrähte aus Aluminium für die Elektrotechnik – gezogen – Maße (Jun 1970)**

Durchmesser: 0,1 0,112 0,125 0,14 0,16 0,18 0,2 0,224 0,25 0,28 0,315 0,355 0,4 0,45 0,5 0,56 0,63 0,71 0,8 0,9 1 1,06 1,12 1,18 1,25 1,32 1,4 um 0,1 steigend bis 2, dann 2,12 2,24 2,36 2,5 2,65 2,8 3 3,35 3,55 3,75 um 0,25 bis 5, dann 5,3 5,6 6 6,3 um 0,4 bis 7,5, dann 8 Grenzabmaße s. Norm Werkstoff: E-Al nach DIN 40501-4 **Bezeichnung** s. DIN 46425

**DIN 46425 Runddrähte aus Aluminium für die Elektrotechnik – genau gezogen – Maße (Jun 1970)**

Wiedergegeben sind nur die Vorzugsmaße.

Durchmesser: s. DIN 46420 bis <6 mm

Grenzabmaße s. Norm

Werkstoff nach DIN 40501-4 (s. Norm)

**Bezeichnungsbeispiel: Rund 2,5 DIN 46425-E-Al F 7** oder **Rd 2,5 DIN 46425-E-Al F 7** (DIN EN 573 mit neuen Kurzzeichen ist zu beachten)

**8.4.1.2 Magnetische Werkstoffe**

Grundbegriffe für die magnetischen Eigenschaften sind in DIN IEC 60050-121 und DIN IEC 60050-221 festgelegt, s. jeweils Norm.

Weichmagnetische Sintermetalle werden im Abschn. 8.6 behandelt. Magnetische Eigenschaften von Stahlguss s. DIN EN 10293. Zur Verwendung weichmagnetischer Werkstoffe s. DIN 17745.

Für die in Europäischen Normen erfassten Stahlsorten werden Kurznamen nach DIN EN 10027-1 gebildet. Das in Tab. 310.1 dargestellte Schema soll bei der Werkstoffidentifikation behilflich sein. Zusatzsymbole für Stähle und für Stahlerzeugnisse sind für Elektroblech und -band nicht festgelegt. Es bedeutet: n = Ziffer, a Buchstabe.

Tabelle 310.1 Aufbau des Bezeichnungssystems nach DIN EN 10027-1 für Elektroblech und -band

Hauptsymbole									
Aufbau	a	n	n	n	(n)	–	n	n	a
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Beispiel</b>	<b>M</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>–</b>	<b>–</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>A</b>

a = Buchstabe, n = Ziffer

Pos. 1 Hauptsymbol nach Tab. 113.1: M = Elektroblech und -band

Pos. 2 bis 5 Eigenschaften: nnn(n) = höchstzulässiger Ummagnetisierungsverlust in W/kg × 100 (2,50 W/kg)

Pos. 6 Bindestrich zwischen den Angaben zu den mechanischen Eigenschaften

Pos. 7 und 8 Eigenschaften: nn = 100 × Nenndicke (0,35 mm)

Pos. 9 Sonstige Merkmale nach Tab. 114.1: Art des Erzeugnisses A = nicht kornorientiert

**Bezeichnungsbeispiel: M250-35A** für nichtkornorientiertes Elektroblech mit einem Ummagnetisierungsverlust von maximal 2,50 W/kg bei 1,5 T und 50 Hz und mit einer Nenndicke von 0,35 mm im schlussgeglühten Zustand (DIN EN 10106). (S. auch die Ausführungen zu den Normen DIN 1324-1 und DIN 1324-2, „Elektromagnetisches Feld“.)

**DIN 17405 Weichmagnetische Werkstoffe für Gleichstromrelais – Technische Lieferbedingungen (Sep 1979)**

Die Lieferbedingungen gelten für weichmagnetische Werkstoffe mit geringer Koerzitivfeldstärke und damit niedriger scheinbarer Remanenz bei genügend großer Scherung, die derzeit für Gleichstromrelais und ähnliche Zwecke verwendet und in Form von wargewalzten Blechen, kaltgewalztem Blech und Band, Draht, geschmiedeten, gewalzten oder gezogenen Stäben, gewalztem oder gezogenem Draht, Formschmiedestücken, Gussstücken oder Bauteilen geliefert werden. Sinterstücke und Pressteile aus diesen Werkstoffen fallen nicht unter diese Norm (s. Abschn. 8.6). Die Kurznamen bestehen aus dem Kennbuchstaben R (= Relaiswerkstoff), weiteren Buchstaben zum Kennzeichnen der chemischen Zusammensetzung und Zahlen zum Kennzeichnen des Höchstwertes der Koerzitivfeldstärke.

Formeln für die Berechnung der magnetischen Kennwerte s. Norm. Die in dieser Norm aufgeführten Kenngrößen der magnetischen Induktion beziehen sich auf die statische Hystereseschleife. Die Einheit des magnetischen Flusses ist das Weber (1 Wb = 1 Vs). Die Einheit der magnetischen Induktion ist das Tesla (1 T = 1 Wb/m<sup>2</sup>). Die magnetische Feldkonstante ist  $\mu_0$ .

Tabelle 310.2 Magnetische Eigenschaften der Relaiswerkstoffe nach DIN 17405<sup>1)</sup>

Werkstoff	Koerzitivfeldstärke A/m max.	Alterungszahl der Koerzitivfeldstärke	Magnetische Induktion T (Tesla)								Richtwerte für die Remanenz T
			Mindestens bei einer Feldstärke H in A/m								
Kurzname	WNr		20	50	100	200	300	500	1000	4000	
<b>Unlegierte Stähle</b>											
<b>RFe 160<sup>2)</sup></b>	1.1011	160 <sup>2)</sup>	–	–	–	–	1,15	1,30	–	1,60	–
<b>RFe 120</b>	1.1012	120	–	–	–	–	1,15	1,30	1,45	1,60	–
<b>RFe 100</b>	1.1013	100	–	–	–	1,00	1,20	1,30	1,45	1,60	1,00
<b>RFe 80</b>	1.1014	80	–	–	–	1,10	1,20	1,30	1,45	1,60	1,10
<b>RFe 60</b>	1.1015	60	–	–	–	1,15	1,25	1,35	1,45	1,60	1,20
<b>RFe 20</b>	1.1017	20	–	–	1,15	1,25	1,30	1,40	1,45	1,60	1,20
<b>RFe 12</b>	1.1018	12	–	–	1,15	1,25	1,30	1,40	1,45	1,60	1,20

Fortsetzung und Fußnoten s. nächste Seite

Tabelle 310.2 Fortsetzung

Werkstoff		Koerzitivfeldstärke A/m max.	Alterungszahl der Koerzitivfeldstärke	Magnetische Induktion T (Tesla) Mindestens bei einer Feldstärke H in A/m								Richtwerte für die Remanenz T
Kurzname	WNR			20	50	100	200	300	500	1000	4000	
<b>Siliziumstähle</b>												
<b>RSi 48</b>	1.3840	48	5	–	–	0,60	–	1,10	1,20	–	1,50	0,50
<b>RSi 24</b>	1.3843	24		–	–	1,20	–	1,30	1,35	–	1,50	1,00
<b>RSi 12</b>	1.3845	12		–	–	1,20	–	1,30	1,35	–	1,50	1,00
<b>Nickelstähle und Nickellegierungen</b>												
<b>RNi 24</b>	1.3911	24	5	0,20	0,45	0,70	–	0,90	1,00	–	1,18	0,45
<b>RNi 12</b>	1.3926	12		0,50	0,90	1,10	–	1,25	1,35	–	1,45	0,60
<b>RNi 8</b>	1.3927	8		0,50	0,90	1,10	–	1,25	1,35	–	1,45	0,60
<b>RNi 5</b>	2.4596	5		0,50	0,65	0,70	–	–	–	–	0,75	0,30
<b>RNi 2</b>	2.4595	2,5		0,50	0,65	0,70	–	–	–	–	0,75	0,30

- 1) Die Werte der Tabelle gelten für Erzeugnisse im fertiggeglühten Zustand sowie für Proben nach dem Referenzglühen (Weiteres s. Norm).
- 2) Automatengüte, Richtwert für die Koerzitivfeldstärke.

Zum Ermitteln der Alterungszahl ist vor und nach 100-stündigem Halten bei 100 ± 5 °C die Koerzitivfeldstärke der Probe bei Raumtemperatur zu messen und die infolge dieser Alterungsbehandlung eingetretene Änderung der Koerzitivfeldstärke in % des vor dem Glühen gemessenen Wertes anzugeben. Angaben über kennzeichnende Legierungsbestandteile s. Norm.

**Spezifischer elektrischer Widerstand in (Ω × mm²)/m**

RFe 160, RFe 120, RFe 100 und RFe 80: 0,15      RFe 60: 0,12      RFe 20 und RFe 12: 0,10

Siliziumstähle: 0,42 bis 0,60

RNi 24: 0,75      RNi 12 und RNi 8: 0,45      RNi 5: 0,55      RNi 2: 0,55

**Glühbehandlungen**

biegbar vorglühen (GB), um gewünschte Biegebarkeit bei – z. B. im Hinblick auf die Stanzbarkeit – noch ausreichender Härte oder bei Drähten und Stäben gewünschte Stauchbarkeit zu erreichen, tiefziehbar vor glühen (GT), zwecks gewünschter Tiefziehbarkeit, fertig glühen, um gewünschte magnetische Eigenschaften zu erreichen, wobei ohne Rücksicht auf mechanische Eigenschaften geblüht wird.

**DIN EN 10303 Dünnes Elektroblech und -band aus Stahl zur Verwendung bei mittleren Frequenzen (Jul 2001)**

Die Norm gilt für Elektroblech und -band im schlussgeglühten Zustand in der Form von Rollen, das für die Herstellung magnetischer Kreise bei Frequenzen von 100 Hz und mehr bestimmt ist. Die übliche Bezeichnung der Sorten enthält: a) die Kennbuchstaben für nichtkornorientiertes Band und Blech (NO) oder für kornorientiertes Band und Blech (GO); b) den hundertfachen Wert der Nenndicke des Erzeugnisses in Millimeter (für NO: 5 10 15 20; für GO: 5 10 15).

**Beispiel: NO 20** Nichtkornorientiertes Band von 0,20 mm Dicke.

Die weitere Einteilung erfolgt nach dem Höchstwert für den Ummagnetisierungsverlust in Watt pro Kilogramm.

Bezeichnung/Höchstwert für den Ummagnetisierungsverlust bei 1,0T/Frequenz (Hz): NO 5/45/1000; NO 10/13/400; NO 15/14/400; NO 20/15/400. Anhaltangaben für GO, Grenzabmaße und technologische Eigenschaften s. Norm.

**DIN EN 10304 Magnetische Relaiswerkstoffe (Eisen und Stahl) (Jul 2001)**

Die Norm enthält die Festlegungen für die allgemeinen Anforderungen, magnetischen Eigenschaften, geometrischen Daten und Grenzabmaße und die Prüfverfahren für magnetische Werkstoffe im nicht-schlussgeglühten Zustand fest, s. jeweils Norm. Die übliche Bezeichnung der Sorten enthält: den Buchstaben M; den Maximalwert der Koerzitivfeldstärke in A/m (40, 60, 80, 120, 240 A/m); entweder ein Symbol für Reineisen (F), legierten Stahl (T) oder für unlegierten Stahl (U); ein Symbol für den Lieferzustand, entweder warmgewalzt (H) oder kaltgewalzt, -gezogen (C).

**Bezeichnungsbeispiel: M 80 TH** Legierter Stahl im warmgewalzten Zustand mit einem Höchstwert der Koerzitivfeldstärke von 80 A/m.

Erzeugnisse: Band, Feinblech, Grobblech, Stab, Walzdraht (nur H), Draht (nur C). Der schlussgeglühte Zustand kann vereinbart werden. Werkstoffe entsprechend den Abschnitten A, B, C1 und C2 von IEC 60404-1, s. Norm.



## DIN IEC 60404-8-1 Magnetische Werkstoffe – Anforderungen an einzelne Werkstoffe – Hartmagnetische Werkstoffe (Dauermagnete) (Aug 2005)

Diese Norm legt die Mindestwerte der kennzeichnenden magnetischen Eigenschaften, wie Höchstwert des Energieproduktes ( $BH$ )<sub>max</sub> in kJ/m<sup>3</sup>, Remanenz  $B_r$  in mT, Koerzitivfeldstärke der magnetischen Flussdichte  $H_{cB}$  in kA/m, Koerzitivfeldstärke der magnetischen Polarisation  $H_{cJ}$  in kA/m und die Grenzabmaße der technisch wichtigen Dauermagnete fest. Dauermagnetwerkstoffe werden auch als Hart- oder Permanentmagnetwerkstoffe bezeichnet. Die Kennzeichnung von Dauermagnetwerkstoffen erfolgt durch Kurzzeichen und Code-Nummern. Die chemischen Symbole der Werkstoff-Kurznamen weisen auf die hauptsächlichsten Legierungsbestandteile hin. Die Zahlen im Kurznamen bezeichnen in den Stellen vor dem Schrägstrich den  $BH$ <sub>max</sub>-Wert in kJ/m<sup>3</sup> und nach dem Schrägstrich ein Zehntel der Koerzitivfeldstärke der magnetischen Polarisation  $H_{cJ}$  in kA/m. Wird ein Bindemittel verwendet, wird dem Kurzzeichen ein „p“ nachgesetzt. Der Buchstabe in der Codenummer bezeichnet die hartmagnetische Werkstoffgruppe R, S oder U und die erste Ziffer die Werkstoffart in der betreffenden Gruppe. Eine „0“ an der zweiten Stelle bedeutet, dass es sich um einen magnetisch isotropen, und eine „1“, dass es sich um einen magnetisch anisotropen Werkstoff handelt. Die Zahl an der dritten Stelle bezeichnet die verschiedenen Sorten.

Die Dauermagnetwerkstoffe werden unterteilt in:

magnetisch harte Legierungen **R**: Aluminium-Nickel-Eisen-Kupfer-Titan-Legierungen (AlNiCo), Chrom-Eisen-Kobalt-Legierungen (CrFeCo), Eisen-Kobalt-Vanadium-Chrom-Legierungen (FeCoVCr), Seltene Erdmetall-Kobalt-Legierungen (RECo), Neodym-Eisen-Bor-Legierungen (REFeB), magnetisch harte oxidkeramische Werkstoffe **S** (Hartferrite der chemische Zusammensetzung  $MO \cdot n Fe_2O_3$  mit  $M = Ba$  und  $Sr$  und mit  $n = 4,5$  bis  $6,5$ ) und gebundene Magnete **U**. Gebundene Dauermagnete sind Verbundwerkstoffe. Sie bestehen aus Dauermagnetpulver, das in einer Kunststoffgrundmasse eingebettet ist. Die Binderphase bestimmt zu einem großen Teil die mechanischen Eigenschaften des Verbundstoffes, wohingegen das Magnetpulver die magnetischen Eigenschaften bestimmt. Die Eigenschaften des Verbundwerkstoffes werden durch den Typ des Dauermagnetwerkstoffes, den Matrixwerkstoff, den Füllfaktor und, im Fall von anisotropen Werkstoffen, auch durch den Orientierungsgrad bestimmt. Chemische Zusammensetzung und magn. Eigenschaften der Werkstoffe s. Norm.

Anschließend sind AlNiCo-Werkstoffe mit den entsprechenden Codenummern in Klammern aufgeführt.

AlNiCo 9/5 (R1-0-1) AlNiCo 12/6 (R1-0-2) AlNiCo 17/9 (R1-0-3). Diese Werkstoffe sind isotrop (d. h. Unabhängigkeit der magnetischen Eigenschaften von der Richtung).

AlNiCo 37/5 (R1-1-1) AlNiCo 38/11 (R1-1-2) AlNiCo 44/5 (R1-1-3) AlNiCo 60/11 (R1-1-4) AlNiCo 26/6 (R1-1-11) AlNiCo 36/15 (R1-1-5) AlNiCo 58/5 (R1-1-6) AlNiCo 72/12 (R1-1-7) AlNiCo 34/5 (R1-1-10) AlNiCo 58/5 (R1-1-6) AlNiCo 31/11 (R1-1-12) AlNiCo 33/15 (R1-1-13). Diese Werkstoffe sind anisotrop. Betriebstemperatur für AlNiCo-Magnete: 550 °C.; Curie-Temperatur: 800 °C bis 850 °C (für AlNiCo 9/5: 750 °C).

AlNiCo 3/5p (U1-0-1) AlNiCo 5/6p (U1-0-2) AlNiCo 7/8p (U1-0-3). Diese Werkstoffe sind kunststoffgebunden und isotrop. Betriebstemperatur für AlNiCo-Magnete mit organischem Binder ist abhängig vom Binder. Curie-Temperatur: 750 °C bis 800 °C.

**Beispiel AlNiCo 12/6**: Die ganze Zahl 12 stammt aus dem  $(BH)_{max}$ -Mindestwert von 11,6 kJ/m und die ganze Zahl 6 aus dem zehnten Teil des  $H_{cJ}$ -Mindestwertes, also  $1/10$  von 55 kA/m = 5,5 kA/m, durch Auf- oder Abrunden zur nächsten ganzen Zahl. Wenn das Abrunden jedoch zu Null führt, wird nur die erste, von Null verschiedene Dezimalstelle beibehalten.

Dauermagnetwerkstoffe auf Basis der Legierungen CrFeCo, FeCoVCr, RECo, REFeB s. Norm (RE: Seltene Erden, engl. rare earth). Platin-Kobalt-Legierungen und Kupfer-Nickel-Legierungen sind entfallen. Beispiele für isotrope und anisotrope Hartferrite: Hartferrit 7/21 (S1-0-1) -20/19 (S1-1-1) -24/23 (S1-1-2) -25/14 (S1-1-3) -26/26 (S1-1-6). Beispiele für isotrope und anisotrope kunststoffgebundene Hartferrite: Hartferrit 1/18p (U4-0-20) -3/18p (U4-0-21) -9/17p (U4-1-11).

Weiteres über Anforderungen, Art der Herstellung, Prüfung und zulässige Maßabweichungen und chemische Zusammensetzung s. Norm. Anhaltsangaben zu physikalischen Daten und mechanischen Referenzwerten s. Tab. 312.1.

Tabelle 312.1 Physikalische Daten und mechanische Referenzwerte von AlNiCo-Magneten<sup>1)</sup>

Werkstoff	Physikalische Eigenschaften			Mechanische Eigenschaften			
	Thermischer Ausdehnungskoeffizient 10 <sup>-6</sup> /°C	Thermische Leitfähigkeit W/m · K	Spezifischer elektrischer Widerstand μΩ m	Zugfestigkeit N/mm <sup>2</sup>	Druckfestigkeit N/mm <sup>2</sup>	Elastizitätsmodul 10 <sup>3</sup> N/mm <sup>2</sup>	Härte HV
<b>AlNiCo</b>	11 bis 12	10 bis 50	0,45 bis 0,55	80 bis 300	300 bis 400	100 bis 200	300 bis 400

<sup>1)</sup> Anhaltsangaben für CrFeCo, FeCoVCr, RECo (mit Samarium Sm als wichtigstes seltene Erdmetall, beste magnetische Eigenschaften), REFeB (hauptsächlich mit Neodym Nd) s. Norm.

DIN IEC 60404-8-1 ersetzt DIN 17410. DIN IEC 60404-8-9 entspricht DIN EN 10331, s. Abschn. 8.6

## DIN EN 10342 Magnetische Werkstoffe – Einteilung der Isolationen auf Elektroblech und -band und daraus gefertigten Stanzteilen (Sep 2005)

Isolationen für Elektroblech und -band aus Werkstoffen nach den Normen DIN EN 10106, DIN EN 10107, DIN EN 10341 und DIN EN 10303 sind entweder Oxidschichten oder aufgetragene Beschichtungen. Die Norm enthält eine Einteilung der Isolationstypen von EC-0 bis EC-6, mit Hinweisen zur Isolationsbeschreibung, den Eigenschaften, typischen Einsatzgebieten und Einsatzbeschränkungen.

**Beispiel:**

EC-1 Eine Oxidschicht, die durch den Kontakt der Stanzteileroberfläche mit einer oxidierenden Ofenatmosphäre am Ende einer Wärmebehandlung ausgebildet wird. Die Wärmebehandlung erfolgt nach dem Herstellen der Stanzteile.

Diese Oxidschicht ist typisch bläulich bis grau gefärbt.

Diese Oxidschicht ist überwiegend relevant für nicht schlussgeglühtes Elektroblech und -band und daraus gefertigte Stanzteile.

Die Festlegung eines Isolationswiderstandes ist für diesen Isolationstyp unangemessen.

Beschreibungen zu den weiteren Isolationstypen s. Norm.

### DIN EN 10106 Kaltgewalztes nichtkornorientiertes Elektroblech und -band im schlussgeglühten Zustand (Feb 1996)

Die Norm enthält Anforderungen an die magnetischen, technologischen und geometrischen Eigenschaften von kaltgewalztem, nichtkornorientiertem schlussgeglühtem Elektroblech und -band der Nennstärken 0,35 mm, 0,50 mm, 0,65 mm und 1,0 mm. Die Sorteneinteilung erfolgt nach dem Höchstwert für den Ummagnetisierungsverlust in Watt pro Kilogramm. Für die Stahlsorten wurden die Kurznamen nach DIN EN 10027-1 gebildet (Kennbuchstabe M statt V), die Werkstoffnummern nach DIN EN 10027-2 (s. Werkstoffverzeichnis). Bei der Kennzeichnung wird folgende Reihenfolge eingehalten: der Buchstabe M, das Hundertfache des festgelegten Höchstwertes für den Ummagnetisierungsverlust, das Hundertfache der Nennstärke, der Kennbuchstabe A für nichtkornorientiertes Elektroblech und -band im schlussgeglühten Zustand. DIN EN 10106 ersetzt DIN 46400-1.

Tabelle 313.1 Magnetische und technologische Eigenschaften von Elektroblech und -band DIN EN 10106

Bezeichnung nach EN 10027-1 <sup>1)</sup> 2)	Ummagnetisierungsverlust <sup>3)</sup> bei 50 Hz und 1,5 T W/kg	Magnetische Polarisation T, min. <sup>4)</sup> im Wechselfeld bei einer Feldstärke in A/m von			Anisotropie des Ummagnetisierungsverlustes <sup>5)</sup> %	Stapelfaktor min. <sup>6)</sup>	Biegezahl min. <sup>7)</sup>	Dichte kg/dm <sup>3</sup> 8)	
		2500	5000	10000					
		<b>M235-35A</b>	2,35	1,49					1,60
<b>M250-35A</b>	2,50				±17	2	7,60		
<b>M270-35A</b>	2,70				±17	2	7,65		
<b>M300-35A</b>	3,00				±17	3	7,65		
<b>M330-35A</b>	3,30				±17	3	7,65		
<b>M250-50A</b>	2,50	1,49	1,60	1,70	±17	0,97	2	7,60	
<b>M270-50A</b>	2,70	1,49	1,60	1,70	±17		2	7,60	
<b>M290-50A</b>	2,90	1,49	1,60	1,70	±17		2	7,60	
<b>M310-50A</b>	3,10	1,49	1,60	1,70	±14		3	7,65	
<b>M330-50A</b>	3,30	1,49	1,60	1,70	±14		3	7,65	
<b>M350-50A</b>	3,50	1,50	1,60	1,70	±12		5	7,65	
<b>M400-50A</b>	4,00	1,53	1,63	1,73	±12		5	7,70	
<b>M470-50A</b>	4,70	1,54	1,64	1,74	±10		10	7,70	
<b>M530-50A</b>	5,30	1,56	1,65	1,75	±10		10	7,70	
<b>M600-50A</b>	6,00	1,57	1,66	1,76	±10		10	7,75	
<b>M700-50A</b>	7,00	1,60	1,69	1,77	±10		10	7,80	
<b>M800-50A</b>	8,00	1,60	1,70	1,78	±10		10	7,80	
<b>M940-50A</b>	9,40	1,62	1,72	1,81	± 8		10	7,85	
<b>M310-65A</b>	3,10	1,49	1,60	1,71	±15		0,97	2	7,60
<b>M330-65A</b>	3,30	1,49	1,60	1,71	±15			2	7,60
<b>M350-65A</b>	3,50	1,49	1,60	1,71	±14	2		7,60	
<b>M400-65A</b>	4,00	1,52	1,63	1,74	±14	2		7,65	
<b>M470-65A</b>	4,70	1,53	1,63	1,74	±12	5		7,65	
<b>M530-65A</b>	5,30	1,54	1,64	1,75	±12	5		7,70	
<b>M600-65A</b>	6,00	1,56	1,66	1,77	±10	10		7,75	
<b>M700-65A</b>	7,00	1,57	1,67	1,77	±10	10		7,75	
<b>M800-65A</b>	8,00	1,60	1,70	1,79	±10	10		7,80	
<b>M1000-65A</b>	10,00	1,61	1,71	1,81	±10	10		7,80	
<b>M600-100A</b>	6,00	1,53	1,63	1,73	±10	0,98	2	7,60	
<b>M700-100A</b>	7,00	1,54	1,64	1,74	± 8		3	7,65	
<b>M800-100A</b>	8,00	1,56	1,65	1,75	± 6		5	7,70	
<b>M1000-100A</b>	10,00	1,58	1,68	1,77	± 6		10	7,80	
<b>M1300-100A</b>	13,00	1,60	1,70	1,79	± 6		10	7,80	

<sup>1)</sup> Werkstoffnummern s. Werkstoffverzeichnis.

<sup>2)</sup> Nennstärke: 35 = 0,35 mm; 50 = 0,50 mm; 65 = 0,65; 100 = 1,00 mm.

<sup>3)</sup> Ummagnetisierungsverluste bei 1,0 T als nicht verbindlicher Anhaltswert, s. Norm.

<sup>4)</sup> Es war lange Zeit üblich, Werte für die magn. Flussdichte anzugeben. Tatsächlich wird im Epsteinrahmen magn. Polarisation ermittelt:  $J = \text{magn. Flussdichte } B - \text{magn. Feldkonstante } \mu_0 \times \text{magn. Feldstärke } H, \mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ H/M}^{-1}$

<sup>5)</sup>  $T = [(W_1 - W_2)/(W_1 + W_2)] \times 100$ .  $W_1$  und  $W_2$ : Ummagnetisierungsverlust in W/kg quer zur Walzrichtung und parallel dazu.

<sup>6)</sup> Der Stapelfaktor gibt das Verhältnis der gemessenen Masse eines gepressten Stapels, nicht zusätzlich isolierter Blechstreifen zur berechneten Werkstoffmasse an. Er dient zur Beurteilung des wirksamen magnetischen Volumens.

<sup>7)</sup> Proben sind bevorzugt quer zur Walzrichtung zu entnehmen, Näheres s. Norm. Beim ersten, mit bloßem Auge erkennbaren Anriss ist die Prüfung abzubrechen. Die Biegung bei der dieser Riss eintritt, wird nicht mitgezählt.

<sup>8)</sup> Die Dichte ist nicht vorgeschrieben. Wenn nicht anders vereinbart, gelten die genannten Werte zur Ermittlung der magnetischen Eigenschaften und des Stapelfaktors.

**Lieferart:** Die Erzeugnisse werden schlussgeglüht als Blech in Stapeln oder als Band in Rollen geliefert.

**Lieferzustand:** Nach Vereinbarung können die Erzeugnisse entweder ohne Isolierung oder ein- bzw. zweiseitig isoliert geliefert werden.

**Bezeichnungsbeispiel:** Elektroblech mit einem Ummagnetisierungsverlust von max. 2,50 W/kg bei 1,5 T und 50 Hz, mit einer Nenndicke von 0,35 mm im schlussgeglühten Zustand

#### M250-35A

Anhaltsangaben zu geometrischen Eigenschaften und Toleranzen (Dicke, Länge, Kantenkrümmung, Bogigkeit, Ebenheit) s. Norm. Breite: üblich  $\leq 1250$  mm Nennbreite  $l$  in mm (Grenzabmaße in mm):  $l \leq 150 (+0,2/0)$ ;  $150 < l \leq 300 (+0,3/0)$ ;  $300 < l \leq 600 (+0,5/0)$ ;  $600 < l \leq 1000 (+1,0/0)$ ;  $1000 < l \leq 1250 (+1,5/0)$ .

### DIN EN 10107 Kornorientiertes Elektroblech- und band im schlussgeglühten Zustand (Okt 2005)

Tabelle 314.1 Magnetische und technologische Eigenschaften von Elektroblech und -band DIN EN 10107

Stahlsorte <sup>1)</sup>		Ummagnetisierungsverlust <sup>2)</sup> in W/kg		J <sup>3)</sup> T min.	Nenndicke mm	Stapelfaktor <sup>4)</sup> min.
Kurzname	WNR	1,5 T	1,7 T			
Elektroblech und -band, Klasse S						
<b>M120-23S</b>	1.0864	0,77	1,20	1,78	0,23	0,945
<b>M127-23S</b> (M080-23N)	1.0860	0,80	1,27	1,75	0,23	0,950
<b>M130-27S</b>	1.0866	0,85	1,30	1,78	0,27	0,955
<b>M140-27S</b> (M089-27N)	1.0865	0,89	1,40	1,75	0,27	0,960
<b>M140-30S</b>	1.0862	0,92	1,40	1,78	0,30	0,955
<b>M150-30S</b> (M097-30N)	1.0861	0,97	1,50	1,75	0,30	0,955
<b>M150-35S</b>	1.0857	1,05	1,50	1,78	0,35	0,960
<b>M165-35S</b> (M111-35N)	1.0856	1,11	1,65	1,75	0,35	0,960
Elektroblech und -band, Klasse P						
<b>M100-23P</b>	1.0879	–	1,00	1,85	0,23	0,945
<b>M103-30P</b>	1.0880	–	1,03	1,88	0,30	0,950
<b>M105-30P</b>	1.0886	–	1,05	1,88	0,30	0,955
<b>M111-30P</b>	1.0881	–	1,11	1,88	0,30	0,955

<sup>1)</sup> Kennbuchstabe auf der Basis von DIN EN 10027-1 (geändert von VM in M). In Klammern Kurznamen für die Stahlsorten der ehemaligen Klasse N.

<sup>2)</sup> Höchstwerte für den Ummagnetisierungsverlust bei 50 Hz und bei einer magnetischen Polarisation von 1,5 T bzw. 1,7 T. Sie gelten für gealterte Proben, die quer zur Walzrichtung entnommen wurden. Höchstwerte für den Ummagnetisierungsverlust bei 60 Hz und bei einer magnetischen Polarisation von 1,7 T s. Norm (informativ).

<sup>3)</sup> Mindestwert der Magnetischen Polarisation  $J$  für eine Feldstärke  $H$  von 800 A/m (Scheitelwert). S. auch Tab. 311.1, Fußnote 4.

<sup>4)</sup> Der Stapelfaktor gibt das Verhältnis der gemessenen Masse eines gepressten Stapels, nicht zusätzlich isolierter Blechstreifen zur berechneten Werkstoffmasse an. Er dient zur Beurteilung des wirksamen magnetischen Volumens. Für Berechnungen zur Ermittlung der magnetischen Eigenschaften und des Stapelfaktors ist von einem Wert der Dichte von 7,65 kg/dm<sup>3</sup> auszugehen.

DIN EN 10107 enthält die Anforderungen an die magnetischen, technologischen und geometrischen Eigenschaften von kornorientiertem Elektroblech und -band der Nenndicken 0,23 mm, 0,27 mm, 0,30 mm und 0,35 mm. Es wird im schlussgeglühten Zustand in Form von Tafeln oder Rollen geliefert und ist für den Bau magnetischer Kreise bestimmt.

Kornorientiert bedeutet, dass die magnetischen Eigenschaften der hier genormten Sorten parallel zur Walzrichtung besser sind, als senkrecht dazu (sog. Goss-Textur). Die Erzeugnisse werden in zwei Klassen unterteilt: konventionelle kornorientierte Erzeugnisse (S) und kornorientierte Erzeugnisse mit hoher Permeabilität (P). Die Anzahl der Klassen wurde gegenüber der vorherigen Ausgabe der Norm auf zwei Klassen verringert. Die Sorten der früheren Klasse N wurden mit geänderten Kurznamen in die Klasse S aufgenommen.

**Lieferzustand:** Üblicherweise beidseitig mit einem isolierenden Überzug.

**Bezeichnungsbeispiel:** Konventionelles kornorientiertes Elektroblech oder -band mit einem maximalen Ummagnetisierungsverlust von max. 1,50 W/kg bei 1,7 T und 50 Hz und mit einer Nenndicke von 0,30 mm, geliefert im schlussgeglühten Zustand: **M150-30S**

In der Norm sind eine Reihe von Optionen zur Bestellangabe festgelegt, s. Norm. Wird bei der Bestellung von den entsprechenden Optionen kein Gebrauch gemacht, so gelten die Grundfestlegungen: Liefermenge, Begriff „Band oder Blech“, Nummer der Norm, Stahlbezeichnung, Maße, vereinbarte Grenzabweichungen der Masse, Bogigkeit bei Rollen, Mindestwiderstand der Oberflächenisolation, die Art der gewünschten Prüfung und der entsprechenden Prüfbescheinigung, Näheres s. Norm. Anhaltsangaben zu geometrischen Eigenschaften und Toleranzen (Dicke, Länge, Kantenkrümmung, Bogigkeit, Ebenheit) s. Norm. Breite: übliche Nennbreite  $\leq 1000$  mm; fertige Anwendungsbreiten  $l$  in mm (Grenzabmaße in mm):  $l \leq 150$  (0/-0,2);  $150 < l \leq 400$  (0/-0,3);  $400 < l \leq 750$  (0/-0,5);  $l > 750$  (0/-0,5). Die gemessene Grathöhe darf nicht über 0,025 mm liegen.

### DIN EN 10341 Kaltgewalztes Elektroblech und -band aus unlegierten und legierten Stählen im nicht schlussgeglühten Zustand (Aug 2006)

Die Norm enthält Anforderungen an die magnetischen, technologischen und geometrischen Eigenschaften von kaltgewalztem, nicht korriorientierten Elektroblech und -band der Nenndicken 0,50 mm und 0,65 mm im nicht schlussgeglühten Zustand. Unlegierte und legierte Stähle sind in einer Norm zusammengefasst. Damit ist DIN EN 10341 Ersatz für die Normen DIN EN 10126 und DIN EN 10165. Für die Stahlsorten wurden die Kurznamen nach DIN EN 10027-1 gebildet (Kennbuchstabe K statt D für unlegiert und E für legiert), die Werkstoffnummern nach DIN EN 10027-2.

Tabelle 315.1 Magnetische Eigenschaften von Elektroblech und -band DIN EN 10341

Stahlsorte <sup>1)</sup>		Nenndicke mm	Ummagnetisierungserlust bei 1,5 T <sup>2)</sup>		Magnetische Polarisation <sup>3)</sup> <sup>4)</sup>		
Kurzname	WNR		50 Hz	60 Hz	T, min. im Wechselfeld bei einer Feldstärke in A/m von		
			W/kg max.		2500	5000	10000
Kaltgewalztes Elektroblech und -band aus unlegierten Stählen (vormals DIN EN 10126) <sup>5)</sup>							
M660-50K	1.0361	0,50	6,60	8,38	1,62	1,70	1,79
M890-50K	1.0362		8,90	11,30	1,60	1,68	1,78
M1050-50K	1.0363		10,50	13,34	1,57	1,65	1,77
M800-65K	1.0364	0,65	8,0	10,16	1,62	1,70	1,79
M1000-65K	1.0365		10,00	12,70	1,60	1,68	1,78
M1200-65K	1.0366		12,00	15,24	1,57	1,65	1,77

<sup>1)</sup> Kurznamen und Werkstoffnummern nach EN 10027. Frühere Bezeichnung nach DIN EN 10126 z. B. M660-50D.

<sup>2)</sup> Ummagnetisierungserluste bei 1,0 T und 50 Hz als nicht verbindlicher Anhaltswert, s. Norm.

<sup>3)</sup> Diese Werte gelten nur im Referenzzustand nach Wärmebehandlung bei  $(790 \pm 10)^\circ\text{C}$  in entkohlender Atmosphäre/ 2 h, bei geregelter Aufheiz- und Abkühlgeschwindigkeit, Näheres s. Norm. Die magnetische Polarisation ist im Wechselfeld bei 50 Hz zu ermitteln.

<sup>4)</sup> S. Fußnote <sup>4)</sup> der Tab. 313.1.

<sup>5)</sup> Dichte: 7,85 kg/dm<sup>3</sup> (nicht vorgeschrieben).

**Lieferart:** Die Erzeugnisse werden ohne Schlussglühung als Blech in Stapeln oder als Band in Rollen mit einem empfohlenen Innendurchmesser von etwa 508 mm geliefert.

**Lieferzustand:** Die Erzeugnisse werden üblicherweise ohne Isolierung geliefert.

Anhaltsangaben zur Oberflächenbeschaffenheit und Schneidbarkeit, wie auch zur Prüfung und Probenvorbereitung s. Norm.

Tabelle 315.2 Magnetische Eigenschaften von Elektroblech und -band DIN EN 10165

Bezeichnung nach EN 10027-1 <sup>1)</sup>		Nenndicke mm	Referenzglühung <sup>5)</sup> ( $\pm 10^\circ\text{C}$ )	Ummagnetisierungs- verlust <sup>2)</sup> bei 1,5 T		Magnetische Polarisation $J^3)$ <sup>4)</sup>			Dichte <sup>5)</sup> kg/dm <sup>3</sup>
Kurzname	WNR			50 Hz	60 Hz	T, min. im Wechselfeld bei einer Feldstärke in A/m			
				W/kg max.		2500	5000	10000	
Kaltgewalztes Elektroblech und -band aus legierten Stählen (vormals DIN EN 10165)									
M340-50K	1.0841	0,50	840	3,40	4,32	1,54	1,64	1,74	7,65
M390-50K	1.0842		840	3,90	2,97	1,56	1,66	1,76	7,70
M450-50K	1.0843		790	4,50	5,67	1,57	1,67	1,77	7,75
M560-50K	1.0844		790	5,60	7,03	1,58	1,68	1,78	7,80
M390-65K	1.0846	0,65	840	3,90	5,07	1,54	1,64	1,74	7,65
M450-65K	1.0847		840	4,50	5,86	1,56	1,66	1,76	7,70
M520-65K	1.0848		790	5,20	6,72	1,57	1,67	1,77	7,75
M630-65K	1.0849		790	6,30	8,09	1,58	1,68	1,78	7,80

<sup>1)</sup> Kurznamen und Werkstoffnummern nach EN 10027. Frühere Bezeichnung nach DIN EN 10165 z. B. M340-50E.

<sup>2)</sup> Ummagnetisierungserluste bei 1,0 T und 50 Hz als nicht verbindlicher Anhaltswert, s. Norm.

<sup>3)</sup> Diese Werte gelten nur im Bezugzustand s. Referenzglühung und Fußnote <sup>6)</sup>. Die magnetische Polarisation ist im Wechselfeld bei 50 Hz zu ermitteln.

<sup>4)</sup> S. Fußnote <sup>4)</sup> der Tab. 313.1.

<sup>5)</sup> Die Dichte ist nicht vorgeschrieben, Werte sind zu vereinbaren.

<sup>6)</sup> Aufheizgeschwindigkeit höchstens 200 °C/h, Haltezeit 2 h, Abkühlgeschwindigkeit auf 500 °C/h nicht überschreiten, entkohlende Atmosphäre (Anhaltsangaben s. Norm).

Der Stapelfaktor kann bei der Bestellung vereinbart werden (Anhaltswert nach Z DIN EN 10126 für Elektroblech der Tab. 317.2: 0,97). Er ist nach IEC 60404-13 zu ermitteln, s. Norm.

**Bezeichnungsbeispiele:** Elektroblech mit einem Ummagnetisierungsverlust von max. 6,60 W/kg bei 1,5 T und 50 Hz, mit einer Nenndicke von 0,35 mm im nicht schlussgeglühten Zustand **M660-50K**.

Elektroblech aus legiertem Stahl mit einem Ummagnetisierungsverlust von max. 5,20 W/kg bei 1,5 T und 50 Hz, mit einer Nenndicke von 0,65 mm im nicht schlussgeglühten Zustand **M520-65K**.

In der Norm sind eine Reihe von Optionen zur Besellangabe festgelegt, s. Norm. Wird bei der Bestellung von den entsprechenden Optionen kein Gebrauch gemacht, so gelten die Grundfestlegungen: Menge, Erzeugnisform (Band oder Blech), Nummer der Norm, Werkstoffbezeichnung, Maße, Grenzabmaße, Art der Prüfbescheinigung (wenn erforderlich).

Die Anisotropie, d. h. die Richtungsabhängigkeit des Ummagnetisierungsverlustes und der magnetischen Polarisation kann bei der Bestellung vereinbart werden.

Anhaltangaben zu geometrischen Eigenschaften wie Kantenkrümmung und Ebenheit s. Norm. **Breite:** Nennbreite/in mm (Grenzabmaße in mm):  $l \leq 150 (+0,2/0)$ ;  $150 < l \leq 300 (+0,3/0)$ ;  $300 < l \leq 600 (+0,5/0)$ ;  $600 < l \leq 1000 (+1,0/0)$ ;  $1000 < l \leq 1250 (+1,5/0)$ . **Dicke:** Innerhalb einer Prüfeinheit darf an keinem Punkt der Abweichung von der Nenndicke größer sein als  $\pm 8\%$  des Nennwertes. Eine Dickenüberhöhung, durch Schweißnähte verursacht, darf maximal 0,050 mm betragen. Für Erzeugnisse mit einer Breite  $> 150$  mm gilt: der Dickenunterschied quer zur Walzrichtung darf 0,020 mm für die Nenndicke 0,50 mm und 0,030 mm für die Nenndicke 0,65 mm nicht übersteigen. **Länge:** Das Grenzabmaß der Länge beträgt  $+0,5/0\%$  der Bestelllänge, jedoch maximal  $+6$  mm.

### DIN IEC 60740-2 Kernbleche für Transformatoren und Drosseln für nachrichtentechnische und elektronische Einrichtungen – Beschreibung der Mindestpermeabilität von Kernblechen aus weichmagnetischen metallischen Materialien (Aug 1995)

Die Norm legt die Anforderungen an die Mindestpermeabilität von Kernblechen aus Silizium-Eisen- und Nickel-Eisen-Legierungen entsprechend den Legierungsklassen C2, E1, E3 und E4 fest. Die festgelegten Eigenschaften beziehen sich auf Kernbleche im fertig wärmebehandelten Zustand, gemessen bei 50 Hz oder 60 Hz unter Bedingungen, welche einen sinusförmigen Magnetfluss gewährleisten. Für die Legierungsklassen E1 bis E4 wird in einer Erweiterung der Bezeichnung (Legierungsunterklasse) die Form der Hystereseschleife zum Ausdruck gebracht: 1 für runde Hystereseschleife; 2 für rechteckige Hystereseschleife. Die unterschiedlichen magnetischen Sorten werden durch eine abgesetzte zweistellige Zahl am Ende der Bezeichnung berücksichtigt. Sie bezieht sich auf den Wert der relativen Permeabilität. Die Kennzeichnung der Kernbleche erfolgt nach ihrer Größe, Form und Dicke. Es können, sofern es erforderlich ist, auch die Angaben von Eigenschaften mit einbezogen werden. Beispiel für eine erweiterte Bezeichnung: **YEE 2-10-035-E11-60** (YEE 2-10, Typ und Größe des Kernbleches, s. Norm, Kernblechdicke = 0,35 mm, Legierungsklasse/-unterklasse mit runder Hystereseschleife E11, magnetische Sorte 60) s. auch Abschn. 19.4.

Tabelle 316.1 Physikalische, chemische und magnetische Eigenschaften von Kernblechen nach DIN IEC 60740-2

Legierungsunterklasse	Legierungs-klassen <sup>1)</sup>		Allgemeine physikalische und chemische Eigenschaften					Mindestpermeabilitätsanforderungen für Tafeln und Bänder				
	Magnetische Sorte	Materialzusammensetzung % <sup>1)</sup>	Sättigungsflussdichte T <sup>2)</sup>	Statische Koerzitivfeldstärke A/m	Curietemperatur °C	Spezifischer el. Widerstand $\mu\Omega \cdot m$	Dichte $10^3 \text{ kg/m}^3$	Messpunkt H (A/m)	Mindestpermeabilität des Materials <sup>3)</sup> $\mu_{\text{mat}} (\text{min.})/10^3$			
									Dicke in m			
								0,3 bis 0,38	0,15 bis 0,2	0,1	0,05	
<b>E11</b>	-60	57 bis 81 Ni	0,75	3	400	0,55	8,7	0,4	40	40	35	30
	-100			2					50	60	60	50
<b>E31</b>	-04	45 bis 49 Ni	1,45	20	470	0,45	8,25	0,4	4	4	4	4
	-06			12					6	6	6	6
	-10			6					10	10	8	8
<b>E41</b>	-02	36 bis 40 Ni	1,2	40	250	0,75	8,15	1,6	2,2	2,2	2,2	2,2
	-03			20					2,9	2,9	2,9	2,5

<sup>1)</sup> Nach IEC 404-8-6, s. Norm.

<sup>2)</sup> Bei  $H = 4000 \text{ A/m}$ .

<sup>3)</sup>  $\mu_{\text{mat}}$ , eine „Permeabilität des Materials“, ist abhängig von der Messfeldstärke und der Materialdicke. Sie wird durch Testringbandkerne bei 50 Hz und 60 Hz ermittelt, IEC 404-8-6 (s. Norm).

<sup>4)</sup> Legierungsklasse C2 s. Norm.



**8.4.1.3 Heizleiterwerkstoffe, Widerstandslegierungen**

**DIN 17470 Heizleiterlegierungen – Technische Lieferbedingungen für Rund- und Flachdrähte (Okt 1984)**

**Versprödungserscheinungen**

NiCr80 20, NiCr70 30, NiCr60 15 (NiCr30 20): verminderte Biegebarkeit zwischen 500 und 900 °C (700 °C)

CrNi25 20: Kaltsprödigkeit möglich nach Gebrauch zwischen 500 und 850 °C

CrAl25 5, CrAl14 4, CrAl20 5: Kaltsprödigkeit möglich nach Gebrauch zwischen 400 und 550 °C und > 1000 °C

Zulässige Höchsttemperaturen in °C an Luft: 1200

Tabelle 317.1 Chemische Zusammensetzung und Gefüge der Heizleiterlegierungen DIN 17470, Anhaltangaben

Legierung		Zusammensetzung Massenanteile in % <sup>2)</sup>			Gefüge	bevorzugte Verwendung
Kurzname	WNr	Al	Cr	Ni		
NiCr80 20 <sup>1)</sup>	2.4869 <sup>1)</sup>	–	20	80	Austenitisch nicht magnetisch <sup>3)</sup>	Industrieofenbau und Haushaltsgeräte
NiCr70 30 <sup>1)</sup>	2.4658 <sup>1)</sup>	–	30	70		
NiCr60 15 <sup>1)</sup>	2.4867 <sup>1)</sup>	–	15	60		Haushaltsgeräte
NiCr30 20	1.4860	–	20	30		
CrNi25 20	1.4843	–	25	20		Härtereiofen
CrAl25 5	1.4765	5	25	–	ferritisch magnetisch	Hochtemperaturöfen, Brennöfen
CrAl20 5	1.4767	5	20	–		
CrAl14 4	1.4725	4	14	–		Haushaltsgeräte, Lastwiderstände

<sup>1)</sup> Nähere Angaben s. DIN 17742 s. Abschn. 8.2.3.

<sup>2)</sup> Mittelwerte der Legierungselemente.

<sup>3)</sup> Bei NiCr60 15 ist geringer Ferromagnetismus möglich.

Tabelle 317.2 Elektrischer Widerstand und physikalische Eigenschaften der Heizleiterlegierungen DIN 17470

Kurzname	gewährleistete Werte für den spezifischen elektr. Widerstand in $\Omega \text{ mm}^2/\text{m}$ , bei °C <sup>1)</sup>				Richtwerte für						
					Schmelztemperatur in °C $\approx$	spez. Wärme J/g K bei		Wärmeleitfähigkeit bei 20 °C in W/m · K	mittl. Wärmeausdehnungskoeffizient $10^6/\text{K}$ zwischen 20 °C und		
	20 $\pm 5\%$	400 $\pm 6\%$	800 $\pm 7\%$	1000 $\pm 8\%$		20 °C	1000 °C		400 °C	800 °C	1000 °C
NiCr80 20	1,12	1,15	1,14	1,15	1400	0,42	0,50	15	15	16	17
NiCr70 30	1,19	1,24	1,24	1,24	1380			14			
NiCr60 15	1,13	1,20	1,22	1,24	1390	0,46		13	16	18	19
NiCr30 20	1,04	1,17	1,26	1,30	1390	0,50	0,54				
CrNi25 20	0,95	1,11	1,22	1,26	1380			17			
CrAl25 5	1,44	1,45	1,48	1,49	1380	0,46	0,63		12	14	15
CrAl20 5	1,37	1,39	1,44	1,45	1500						
CrAl14 4	1,25	1,30	1,39	1,42	1500	0,48	0,65	15			

<sup>1)</sup> Zwischenwerte sowie Werte für Temperaturen von 1100 bis 1200 °C s. Norm.

Tabelle 317.3 Heizleiterlegierungen DIN 17470 Korrosionsverhalten<sup>1)</sup>

Kurzname	$\delta^2)$	Beständigkeit bei 20 °C gegen atmosphärische Korrosion	Beständigkeit bis zur oberen Anwendungstemperatur gegen			
			oxidierende   reduzierende		stickstoffhaltige sauerstoffarme Gase	Aufkohlung
			schwefelhaltige Gase			
NiCr80 20	1200	hoch	gering	gering	hoch	gering
NiCr70 30	1200		mittel			
NiCr60 15	1150		gering			
NiCr30 20	1100		mittel	mittel		
NiCr25 20	1050				mittel	
CrAl25 5	1300	mittel	hoch	hoch	gering	hoch
CrAl20 5	1200					
CrAl14 4	1000					

<sup>1)</sup> In der Ausführungsart oxidiert weisen die Drähte in Einzelfällen eine verbesserte Beständigkeit auf.

<sup>2)</sup> Obere Anwendungstemperatur an Luft °C.



Weiteres über mechanische und technologische Eigenschaften, Zeitdehngrenze und Prüfung s. Norm.

Heizleiterrunddrähte, Nenndurchmesser: 0,10 0,11 0,12 0,13 0,14 0,15 0,16 0,18 0,20 0,22 0,25 0,28 0,30 0,32 0,35 0,40 0,45 usw. bis 0,80 dann 0,90 1,0 1,1 1,2 bis 1,6, dann 2,0 2,2 2,5 2,8 3,0 3,2 3,5 3,8 4,0 4,2 4,5 4,8 5,0 5,2 5,5 6,0 6,5

Bänder, Nennbreiten und zugeordnete Nenndicken:  $0,3 \times 0,03$ ;  $0,4 \times 0,04$ ;  $0,5 \times 0,05$  0,10 0,12 0,15;

$0,6 \times 0,06$  0,10 0,12 0,15;  $0,7 \times 0,07$ ;  $0,8 \times 0,08$  0,10 0,12 0,15 0,20;  $0,9 \times 0,09$ ; 1,0 1,2 1,5 und  $1,8 \times 0,10$  0,12 0,15 0,20;  $2,0 \times 0,10$  0,12 0,15 0,20 0,30; 2,5 und  $3,0 \times 0,15$  0,20 0,30 0,50

Werkstoff: Heizleiterlegierungen DIN 17470 (s. Tab. 317.1)

**Bezeichnungsbeispiele:** Runddraht z. B. 1,5 mm Nenndurchmesser:

**Runddraht DIN 17470-1,5-CrAl20 5**

Flachdraht: Nenndicke  $\times$  Nennbreite z. B. 0,15 mm Dicke und 1,5 mm Breite:

**Flachdraht DIN 17470-0,15  $\times$  1,5-NiCr60 15**

Nennquerschnitte, Nennoberflächen sowie elektrischer Widerstand je Meter bei 20 °C für alle Legierungen (nach DIN 17470) s. Norm. Die zulässigen Querschnittsabweichungen ergeben sich aus der zulässigen Abweichung ( $\pm 5\%$  bei 20 °C, s. Tab. 319.2) für den elektrischen Widerstand; sonstige Einzelheiten s. Norm.

### DIN 17471 Widerstandslegierungen – Eigenschaften (Apr 1983)

Diese Norm gilt für diejenigen Nichteisenmetall-Legierungen, die auf Grund ihres elektrischen Widerstandes und dessen Temperaturabhängigkeit üblicherweise als Werkstoffe für Widerstände aller Art und auch für Heizleiter verwendet werden.

Werkstoffe für Widerstandslegierungen sowie Werkstoffnummern und Hinweise für die Verwendung in Klammern: **CuNi2** (2.0802, wie CuNi6) und **CuNi6** (2.0807, Anschlüssen, niedrig-ohmige elektrische Widerstände, Heizdrähte, Heizkabel mit niedriger Heizleiteremperatur); **CuMn3** (2.1356, niedrig-ohmige Widerstände für geringe Belastung); **CuNi10** (2.0811, wie CuNi6); **CuNi23Mn** (2.0881, elektrische Widerstände, Heizdrähte, Heizkabel); **CuNi30Mn** (2.0890, elektrische Widerstände, Anlasser, Kennmelder); **CuMn12Ni** (2.1362, Präzisions-, Mess- und Normalwiderstände, Vorschaltwiderstände); **CuNi44** (2.0842, Widerstände aller Art, Messwiderstände, Heizdrähte und -kabel, Potenziometer); **CuMn12NiAl** (2.1365, elektrische Widerstände); **NiCr8020** (2.4869,-) und **NiCr20AlSi** (2.4872, insbesondere für hochohmige Mess- und Präzisionswiderstände).

Mindestwerte für Zugfestigkeit und Bruchdehnung für Runddrähte sind auch in den Technischen Lieferbedingungen DIN 46460 angegeben (s. Norm).

Die Legierungen können durch Weich- oder Hartlöten mit den üblichen Loten verbunden werden. Vor dem Löten ist die Oberfläche sorgfältig zu säubern; gegebenenfalls sind besondere desoxidierende Flussmittel anzuwenden. Für Schweißverbindungen sind elektrische Verfahren vorzuziehen.

Die Legierungen werden weichgeglüht in Form von blanken oder isolierten Rund- oder Flachdrähten oder als Bänder geliefert.

Andere Lieferzustände, z. B. kaltverformt zum Erreichen bestimmter Festigkeitswerte, und die Oberflächenbeschaffenheit (blank oder oxidiert) sind bei Bestellung zu vereinbaren. Physikalische Eigenschaften der Legierungen s. Norm.

#### 8.4.1.4 Thermopaare, Thermobimetalle

##### DIN EN 60584-1 Thermopaare – Grundwerte der Thermospannungen (Jun 1998)

Ein Thermopaar ist ein Leiterpaar aus unterschiedlichen Materialien, die an einem Ende verbunden sind: negativer (–) Schenkel und positiver (+) Schenkel. Für die Kombinationen von Thermopaaren sind Kennbuchstaben festgelegt. Ausnutzung des thermoelektrischen (Seebeck-)Effektes, d. h. Erzeugung einer elektromotorischen Kraft durch eine Temperaturdifferenz zwischen zwei Verbindungsstellen (Mess- und Vergleichsstelle). Die Norm enthält Tabellen mit Grundwerten der Thermospannungen und entsprechend zugeordneter Messtemperaturen für Thermopaare, definiert bis ... °C (Kennbuchstabe): **Pt-13%Rh/Pt**, 1760 (R); **Pt-10%Rh/Pt**, 1760 (S); **Pt-Pt30%Rh/Pt-6%Rh**, 1820 (B); **Fe/Cu-Ni**, 1200 (J); **Cu/Cu-Ni**, 400 (T); **Ni-Cr/Cu-Ni**, 1000 (E); **Ni-Cr/Ni-Al**, 1370 (K); **Ni-Cr-Si/Ni-Si**, 1300 (N). Temperatur als Funktion der Thermospannung, s. Norm.

##### DIN EN 60584-2 Thermopaare – Teil 2: Grenzabweichungen der Thermospannungen (Okt 1994)

Ergänzend zu DIN EN 60584-1 werden in diesem Teil der Norm die zugehörigen Grenzabweichungen für Edelmetall- und Unedel-Metall-Thermopaare festgelegt.

##### DIN 1715-1 Thermobimetalle – Technische Lieferbedingungen (Nov 1983)

Ein Thermobimetall ist ein Schichtverbundwerkstoff und besteht in der Hauptsache aus zwei gleich dicken, fest miteinander verbundenen Schichten – im Folgenden Komponenten genannt – aus Werkstoffen, deren thermische Ausdehnungskoeffizienten verschieden sind. Ein vorher gerader Streifen aus Thermobimetall krümmt sich bei Temperaturänderung. Die Größe der Krümmung ist u. a. von den Eigenschaften der Komponenten abhängig.

Um besondere Eigenschaften, z. B. einen bestimmten elektrischen Widerstand oder eine höhere Korrosionsbeständigkeit, zu erzielen, können weitere Schichten vorhanden sein. Auch bei diesen Mehrschichtverbundwerkstoffen spricht man von einem Thermobimetall, sofern die Eigenschaften des temperaturabhängigen Krümmens erhalten bleibt.

In Teil 1 der Norm DIN 1715 werden Festlegungen bezüglich der Berechnung der spezifischen thermischen Krümmung und spezifischen thermischen Ausbiegung getroffen. Weiterhin werden Aussagen zur chemischen Zusammensetzung, der Herstellung und der Lieferung sowie der Maß- und Formtoleranzen gemacht.

Tabelle 319.1 Eigenschaften von Thermobimetallen (Eigenschaften ohne Toleranzangaben sind Richtwerte)

Thermobimetall-Kurzzeichen	Spezifische thermische Krümmung (Nennwert <sup>1)</sup> ) in $10^{-6} \text{ K}^{-1}$	Spezifische thermische Ausbiegung <sup>1)</sup> in $10^{-6} \text{ K}^{-1}$	Linearitätsbereich in °C	Anwendungsgrenze <sup>2)</sup> in °C	Spezifischer elektrischer Widerstand bei 20 °C in $\mu\Omega \cdot \text{m}$	Elastizitätsmodul bei 20 °C in $\text{kN/mm}^2$	Dichte bei 20 °C in $\text{kg/dm}^3$	Spezifische Wärmekapazität bei 20 °C in $\text{Ws/gK}$	Wärmeleitzahl bei 20 °C in $\text{W/mK}$	Vickershärte <sup>3)</sup>	Zulässige Biegespannung bei 20 °C in $\text{N/mm}^2$
<b>TB 20110</b>	$39,0 \pm 5\%$	20,8	-20 bis +200	350	$1,10 \pm 5\%$	135	7,8	0,46	6	200 bis 250	200
<b>TB 1577 A</b>	$28,5 \pm 5\%$	15,5	-20 bis +200	450	$0,78 \pm 5\%$	170	8,1	0,46	13	200 bis 275	200
<b>TB 1577 B</b>	$22,0 \pm 5\%$	11,7	-20 bis +380	450	$0,70 \pm 5\%$	170	8,1	0,46	13	230 bis 280	250
<b>TB 1075</b>	$20,0 \pm 5\%$	10,8	-20 bis +200	550	$0,75 \pm 5\%$	200	8,0	0,46	19	200 bis 250	250
<b>TB 0965</b>	$18,6 \pm 5\%$	9,8	-20 bis +425	450	$0,65 \pm 5\%$	175	8,2	0,46	15	200 bis 250	200
<b>TB 1555</b>	$28,2 \pm 5\%$	15,0	-20 bis +200	450	$0,55 \pm 5\%$	170	8,2	0,46	16	200 bis 250	200
<b>TB 1435</b>	$27,4 \pm 5\%$	14,8	-20 bis +200	450	$0,35 \pm 5\%$	170	8,3	0,46	22	200 bis 250	200
<b>TB 1425</b>	$26,1 \pm 5\%$	14,0	-20 bis +200	450	$0,25 \pm 7\%$	170	8,3	0,44	28	200 bis 250	200
<b>TB 1511</b>	$27,8 \pm 5\%$	15,0	-20 bis +200	400	$0,11 \pm 10\%$	165	8,3	0,44	70	200 bis 250	200
<b>TB 1109</b>	$21,6 \pm 5\%$	11,5	-20 bis +380	400	$0,09 \pm 10\%$	165	8,2	0,46	88	200 bis 250	200

1) Für den Temperaturbereich 20 bis 130 °C.

2) Die angegebenen Temperaturen entsprechen den Rekristallisationstemperaturen der Thermobimetalle bei langzeitiger Beanspruchung und üblichem Kaltumformungsgrad s. Norm.

3) Prüfbedingungen s. Norm.

Tabelle 320.1 Werkstoffe für Thermobimetalle (Zusammensetzung und Kombination)

Thermobimetall-Kurzzeichen	Werkstoffe für Komponenten																
	mit großer Ausdehnung Hauptlegierungsbestandteile, Massenanteile in % <sup>3)</sup>							mit kleiner Ausdehnung Hauptlegierungsbestandteile, Massenanteile in % <sup>3)</sup>									
	Kombi- nation	Kurzzeichen	Werkstoff	Nummer	Mn	Ni	10–16	0,5	18–10 Cu	Sonstige	Kurzzeichen	Werkstoff	Nummer	Ni	Fe	Sonstige	Ungefährihwerte
	–	MnCuNi	2.6305	Rest			10–16	0,5	18–10 Cu		Ni36	1.3912	36			Rest	–
TB 1577	A	NiMn20 6	1.3932	6		20		Rest	–		Ni36	1.3912	36			Rest	–
	B	X60NiMn14 7	1.3930	7		14		Rest	0,6 C								
TB 1170	A	NiMn20 6	1.3932	6		20		Rest	–		Ni42	1.3917	42			Rest	–
	B	X60NiMn14 7	1.3930	7		14		Rest	0,6 C								
TB 1075	–	NiCr16 11	1.3993	–		16		Rest	11 Cr		CoNiCr26 20	1.3991	20			Rest	<sup>26</sup> Co <sup>8</sup> Cr
TB 0965	–	NiMn20 6	1.3932	6		20		Rest	–		Ni46	1.3920	46			Rest	–
TB 1555 <sup>1)</sup>	–	NiMn20 6	1.3932	6		20		Rest	–		Ni36	1.3912	36			Rest	–
TB 1435 <sup>1)</sup>	–	NiMn20 6	1.3932	6		20		Rest	–		Ni36	1.3912	36			Rest	–
TB 1425 <sup>1)</sup>	–	NiMn20 6	1.3932	6		20		Rest	–		Ni36	1.3912	36			Rest	–
TB 1511 <sup>2)</sup>	–	NiMn20 6	1.3932	6		20		Rest	–		Ni36	1.3912	36			Rest	–
TB 1109 <sup>2)</sup>	–	NiMn20 6	1.3932	6		20		Rest	–		Ni42	1.3917	42			Rest	–

1) Mit zusätzlicher Ni-Schicht; Dicke und Ausführung nach Wahl des Herstellers.

2) Mit zusätzlicher Cu-Schicht; Dicke und Ausführung nach Wahl des Herstellers.

3) Detaillierte Angaben zur Zusammensetzung s. Stahl-Eisen-Werkstoffblatt 385, Verlag Stahl Eisen GmbH, Düsseldorf.

Die Wahl der Werkstoff-Kombination der beiden Komponenten (s. Tab. 320.1) zu einem Thermobimetal bleibt dem Hersteller überlassen, sofern keine bestimmte Kombination bestellt worden ist. Die Kurzzeichen für Thermobimetalle (s. Tab. 319.1) bestehen aus dem Kennbuchstaben TB und einer mehrzifferigen Zahl. An erster Stelle stehen die Ziffern der spezifischen thermischen Ausbiegung  $a$  vor dem Komma, dann folgt der hundertfache Wert des spezifischen elektrischen Widerstandes bei 20 °C.

**Bezeichnungsbeispiel: Thermobimetal DIN 1715-TB 1075** ist abgeleitet aus der spezifischen thermischen Ausbiegung  $a = 10,8 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$  und dem spezifischen elektrischen Widerstand von  $0,75 \mu\Omega \cdot \text{m}$  bei 20 °C.

Alterung, d. h. Änderung der thermischen Ausbiegung vor Gebrauch, kann durch eine entsprechende Wärmebehandlung vorweggenommen werden. Hartlöten oder Schweißen von Thermobimetallen in der Flamme oder im Lichtbogen ist nicht zulässig. Dagegen ist das Punktschweißen oder Widerstandslöten möglich.

Bei entsprechenden Anwendungsfällen sind die Oberflächen von Thermobimetallen mit einem geeigneten Korrosionsschutz zu versehen. Um die Gebrauchseigenschaften nicht zu beeinträchtigen, darf die Dicke der Schutzschicht je Seite nicht mehr als 3% der Gesamtdicke des Thermobimetalls betragen.

Thermobimetalle nach dieser Norm erhalten auf der Oberfläche der Komponente mit der größeren Ausdehnung (der aktiven) eine dauerhafte Kennzeichnung, in der mindestens das Kurzzeichen des Thermobimetalls enthalten sein muss. Durch das Aufbringen der Kennzeichnung dürfen die Gebrauchseigenschaften nicht beeinträchtigt werden. Weitere Einzelheiten, insbesondere über Prüfungen, s. Norm.

Tabelle 321.1 DIN 1715-1: Zulässige Dickenabweichungen und Abweichungen der Breite

Dicke $s$ in mm		Zulässige Dickenabweichungen (Grenzabmaße der Dicke) bei Breiten in mm			Dicke $s$ in mm		Zulässige Abweichungen der Breite (Grenzabmaße der Breite) bei Breiten in mm		
über	bis	bis 75	über 75 bis 125	über 125	über	bis	bis 75	über 75 bis 125	über 125
0,10	0,15	$\pm 0,010$	$\pm 0,010$	$\pm 0,020$	-	1,5	+0,2 0	+0,3 0	+0,5 0
0,15	0,25	$\pm 0,010$	$\pm 0,015$	$\pm 0,020$	1,5	3	+0,4 0	+0,8 0	+0,8 0
0,25	0,40	$\pm 0,015$	$\pm 0,020$	$\pm 0,025$					
0,40	0,60	$\pm 0,020$	$\pm 0,025$	$\pm 0,030$					
0,60	1,00	$\pm 0,025$	$\pm 0,030$	$\pm 0,040$					
1,00	1,50	$\pm 0,030$	$\pm 0,040$	$\pm 0,050$					
1,50	2,50	$\pm 0,050$	$\pm 0,050$	$\pm 0,060$					
2,50	3,00	$\pm 0,060$	$\pm 0,060$	$\pm 0,070$					

Weitere Anhaltangaben zu Maß- und Formtoleranzen s. Norm.

**DIN 1715-2 Thermobimetalle – Prüfung der spezifischen thermischen Krümmung (Nov 1983)**

In diesem Teil der Norm wird ein Verfahren zur Prüfung der thermischen Krümmung festgelegt. Bei diesem Verfahren wird die spezifische thermische Krümmung aus der gemessenen Ausbiegung  $A$  eines auf zwei Auflagern der Stützweite  $L_M$  liegenden Thermobimetalstreifens der Dicke  $s$  bei einer Temperaturdifferenz  $t_2 - t_1$  errechnet. Das Verfahren ist in Bild 321.2 dargestellt

Neben der Beschreibung des Verfahrens sind in dieser Norm Festlegungen zur Durchführung und Auswertung der Prüfung sowie zu dem zu erstellenden Prüfbericht enthalten.

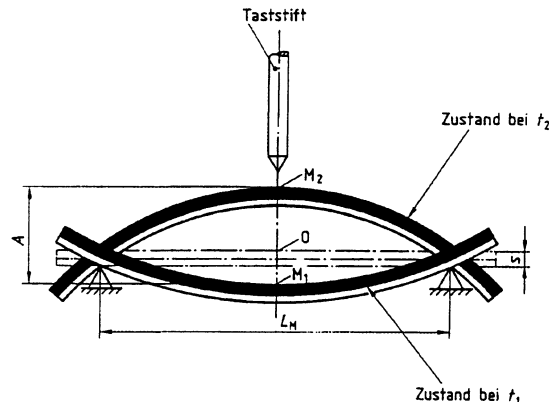


Bild 321.2 Prüfung der spezifischen thermischen Krümmung ( $k$ ), schematische Darstellung

$A$  Ausbiegung, gemessen als Abstand der Messpunkte  $M_1$  und  $M_2$  in mm

$L_M$  Messlänge in mm (Stützweite)

$s$  mittlere Probendicke in mm

$t_1, t_2$  Probentemperaturen in °C

$M_1, M_2$  Messpunkte

$$k = \frac{8As}{L_M^2 + 4A^2 + 4As} \cdot \frac{1}{t_2 - t_1}$$

## 8.4.2 Isolierstoffe der Elektrotechnik

Kunststoff-Formmassen s. Abschn. 8.3.2.

### DIN VDE 0311 Teil 10, Teil 31, Teil 32, Teil 33, Teil 34 und Teil 35 – Isolierpapiere auf Zellulosebasis für elektrotechnische Zwecke (Nov 1988)

Die Norm ersetzt mit ihren Teilen DIN 6741 und enthält die deutsche Übersetzung der Normenreihe IEC 554 s. Norm. Die Einteilung der Werkstoffe erfolgt in Klassen; Typ-Kurzzeichen in Klammern.

- Papier für allgemeine elektrotechnische Zwecke:** (1.1): Kraft-Isolierpapier – Rohdichte  $< 0,75 \text{ g/cm}^3$  –; (1.2): Kraft-Isolierpapier – Rohdichte  $> 0,75$  bis  $0,85 \text{ g/cm}^3$  –; (1.3): Kraft-Isolierpapier – Rohdichte  $> 0,85$  bis  $0,95 \text{ g/cm}^3$  –; (1.4): Kraft-Isolierpapier – Rohdichte  $> 0,95 \text{ g/cm}^3$  –; (1.5): Fettdichtes Papier; (1.6): Japanpapier; (1.7): Manilapapier; (1.8): Manila/Kraft-Mischpapier, s. Teil 31 der Norm.
- Kondensatorpapiere:** (2.1): Kraft-Kondensatorpapier; (2.2): Kraft-Kondensatorpapier, hohe Zuverlässigkeit; (2.3): Kraft-Kondensatorpapier, niedrige Verluste; (2.4): Kraft-Kondensatorpapier, hohe Zuverlässigkeit, niedrige Verluste, s. Teil 32 der Norm.
- Krepppapier:** (3.1): Festes, wenig saugfähiges, gekrepptes Kraft-Isolierpapier geringer (L) oder mittlerer (M) Durchlässigkeit; (3.2): Weiches, poröses, gekrepptes Kraft-Isolierpapier hoher (H) Durchlässigkeit, s. Teil 33 der Norm.
- Elektrolyt-Kondensatorpapier:** (4.1): Saugfähiges Kondensatorpapier, langfaserig; (4.2): Saugfähiges Kondensatorpapier, kurzfasernig; (4.3): Nichtsaugfähiges Papier, s. Teil 34 der Norm.
- Spezialpapiere** der Klasse 1 von IEC 554-3-1 für Kabel, Transformatoren und Leiterumspinnungen, s. Teil 35 der Norm.

Anhaltsangaben über Anforderungen und Prüfungen von Eigenschaften sowie Begriffsbestimmungen s. jeweilige Norm. Nennstärke in  $\mu\text{m}$  für Elektropapiere für allgemeine Zwecke: 15-20-25-50-65-75-200-125-160-200-250 weitere allgemeine Anforderungen und Begriffe s. DIN VDE 0311-10. Prüfverfahren s. Teil 20 der Norm.

### DIN EN 60893-1 Isolierstoffe – Tafeln aus technischen Schichtpressstoffen auf der Basis wärmehärtender Harze für elektrotechnische Zwecke – Definitionen, Bezeichnungen und allgemeine Anforderungen (Dez 2004)

Diese Norm behandelt technische Schichtpressstoffe auf der Basis wärmehärtender Harze für elektrotechnische Zwecke. Anforderungen für Tafeln aus Schichtpressstoff auf der Basis von Epoxidharz (EP), Melaminharz (MF), Phenolharz (PF), (ungesättigtes) Polyesterharz (UP), Siliconharz (SI) und Polyamidharz (PI) sind im Teil 3 der Norm festgelegt, s. Norm. Folgende Verstärkungsstoffe dürfen verwendet werden: Zellulosepapier (CP), Baumwollgewebe (CC), Glasgewebe (GC), Glasmatte (GM), Polyestergewebe (PC), Holzfurniere (WV), zusammengesetztes Verstärkungsmaterial (CR). Asbestmatte, -papier und -gewebe werden nicht mehr berücksichtigt. Farbstoffe sind zulässig. Beschreibung der Harztypen s. Norm.

Tabelle 322.1 Schichtpressstoffe DIN EN 60893-3-1: Zuordnung Harztyp und Verstärkungsmaterial

Harztyp		Verstärkungsmaterial <sup>1)</sup>					
		CC <sup>2)</sup>	CP	GC	GM	PC <sup>2)</sup>	WV
Harztyp	EP	x	x	x	x	x	–
	MF	x	–	x	–	–	–
	PF	x	x	x	–	–	x
	UF	–	–	–	x	–	–
	SI	–	–	x	–	–	–
	PI	–	–	x	–	–	–

<sup>1)</sup> Abkürzung für kombiniertes Verstärkungsmaterial: CP.

<sup>2)</sup> Gewebearten: Grobgewebe, Feingewebe, Feinstgewebe. Flächenbezogene Masse und Fadenzahl s. Norm.

**Schichtpressstofftafeln:** Tafeln aus technischen Schichtpressstoffen auf der Basis wärmehärtender Harze, bestehend aus übereinandergelegten Lagen von Verstärkungsmaterialien, die durchgehend mit einem härtbaren Harz imprägniert oder unter Druck und Wärme so zusammengefügt worden sind, dass sie ein einziges Stück bilden. Schichtpressstoffe müssen frei von Blasen, Falten, Rissen und Fehlstellen wie Schrammen, Beulen und Verfärbungen sein. Ein gewisser Anteil von Flecken ist zulässig.

Die Tafeln werden nach Typen eingeteilt, die sich im Harz und verwendeten Verstärkungsmaterial unterscheiden. Die einzelnen Typen werden bezeichnet durch zwei Buchstaben, die das Harz kennzeichnen und zwei Buchstaben, die das Verstärkungsmaterial kennzeichnen, gefolgt von einer Seriennummer. **Bezeichnungsbeispiel: PF CP 201.**

Empfohlene Nennstärken in mm: 0,4 0,5 0,6 0,8 1,0 1,2 1,5 2,0 2,5 3,0 4,0 5,0 6,0 8,0 10,0 12,0 14,0 16,0 20,0 25,0 30,0 35,0 40,0 45,0 50,0 60,0 70,0 80,0 90,0 100,0. Lieferbedingungen s. Norm. Diese Norm ist zugleich VDE-Bestimmung VDE 0318-1 und die deutsche Fassung der IEC 60893-1. Die Normenreihe EN 60893 besteht aus vier Teilen. DIN EN 60893-2 ersetzt u. a. die beiden Teile der früheren nationalen Norm DIN 7735.

### DIN EN 60626-3 Flexible Mehrschichtisolierstoffe zur elektrischen Isolation – Bestimmungen für einzelne Materialien (Jun 2000)

Es werden die Maß- und Gebrauchsanforderungen für die einzelnen flexiblen Mehrschichtisolierstoffe festgelegt. Je nach Zusammensetzung des flexiblen Laminats erfolgt die Zuordnung zu einer Gruppe mit Anforderungsblättern, die Bestandteil dieser Norm sind. Jedes Anforderungsblatt enthält die Beschreibung des Materials, Informationen hinsicht-

lich der thermischen Eignung in elektrischen Isolierelementen (thermische Klassifizierung) und die Anforderungen an die Einzellige des Materials. Anhaltangaben für bestimmte Eigenschaften des Laminats wie Grenzabmaße, flächenbezogene Masse, Zugfestigkeit, Dehnung und Durchschlagsspannung für verschiedene Nenndicken s. Norm.

Tabelle 323.1 Zuordnung der Anforderungsblätter nach DIN EN 60626-3

Anforderungsblätter	Zusammensetzung des flexiblen Laminats
100 bis 109	Zweifach-Material mit PET-Folie
110 bis 119	Dreifach-Material mit PET-Folie
300 bis 309	Zweifach-Material aus kalandriertem Aramid mit PET-Folie
310 bis 319	Dreifach-Material aus kalandriertem Aramid mit PET-Folie
320 bis 329	Zweifach-Material aus unkalandriertem Aramid mit PET-Folie
330 bis 339	Dreifach-Material aus unkalandriertem Aramid mit PET-Folie
340 bis 349	Zweifach-Material, organisch-anorganisches Hybrid – Papier mit PET-Folie
350 bis 359	Dreifach-Material, organisch-anorganisches Hybrid – Papier mit PET-Folie
360 bis 369	Dreifach-Material, organisch-anorganisches Hybrid – Papier mit gefülltem Glaspapier
400 bis 459	Glas
500 bis 519	Fasern aus 100% – PET

Beispiel: Blatt 100 beschreibt die Anforderungen für flexibles **Zweifach-Material auf zwei Lagen F-PET/P-C (23-nm-PET-Folie mit Pressspan oder Papier)**. D. h. das Material besteht aus einer Lage Papier oder Pressspan mit Sulfatzellstofffasern (P-C), kaschiert mit einer Lage Polyethylenterphthalat-Folie (F-PET) von 23 µm Nenndicke. Bedeutung der Kurzzeichen s. Teil 1 der Norm. Zusammen mit den Teilen 1 und 2 (Prüfverfahren, s. Norm) ersetzt DIN EN 60626-3 die Norm DIN 7739.

**DIN EN 60641-1 Bestimmungen für Tafel- und Rollenpressspan für elektrotechnische Anwendungen – Begriffe und allgemeine Anforderungen (Jul 1996)**

**DIN EN 60641-3-1 – Bestimmungen für einzelne Werkstoffe – Blatt 1: Anforderungen für Tafelpressspan (Jul 1996)**

**DIN EN 60641-3-2 – – Blatt 2: Anforderungen für Rollenpressspan (Jul 1996)**

Diese Normen entsprechen zugleich der VDE-Bestimmung VDE 0315.

Pressspan kann gefärbt oder naturfarben sein, er hat eine geglättete oder uneglättete Oberfläche. Im Lieferzustand ist er unimprägniert. **Tafelpressspan** wird aus Zellstoff pflanzlicher Herkunft und hoher chemischer Reinheit auf Wickelmaschinen hergestellt. Relativ hohe Dichte, gleichmäßige Dicke, Oberflächenglätte, hohe mechanische Festigkeit, Flexibilität und dielektrische Eigenschaften kennzeichnen diesen Werkstoff. Erfolgt die Herstellung unter Wärmeeinwirkung, wird von **heißgepresstem Tafelpressspan** gesprochen.

Genormt ist Tafelpressspan in den Grundtypen B.0 und B.2 (kalandriert), B.3 (heißgepresst), B.4 (leicht kalandriert), B.5 (formbar, hohes Ölaufnahmevermögen), B.6 und B.7 (stark kalandriert, geringe Porosität). Nach chemischer Reinheit und erforderlichen Füllstoffen wird weiter unterteilt (z. B. B.2.3). Anhaltangaben zu den, an einen bestimmten Typ gestellte Anforderungen s. Norm.

**Rollenpressspan** ist mehrlagiges Papier, das durch einen fortlaufenden Vorgang aus Zellstoff (s. vorher) hergestellt wird. Genormt sind die Grundtypen P.1 bis P.7 mit weiteren Unterteilungen. Näheres zur Unterscheidung und zu Anhaltangaben über Eigenschaften s. Norm. Prüfverfahren sind im Teil 2 der Norm beschrieben, s. Norm. DIN EN 60641 ersetzt die frühere Norm DIN 7733.

**DIN 7737 Schichtpressstoff-Erzeugnisse – Vulkanfiber – Typen (Sep 1959)**

Die Vulkanfiber wird durch Pergamentieren ungeleimter Papiere hergestellt. Das Pergamentierungsmittel, meist Zinkchloridlösung oder Schwefelsäure, wird nach dem Pergamentieren entfernt. Durch intensive Pergamentierung verschwindet die Lagenstruktur, und man erhält eine nahezu homogene Masse als Hydratcellulose.

Tabelle 323.2 Vulkanfiber, Typen und Eigenschaften (Einzelwerte); kennzeichnende Werte eines Typs sind fett gedruckt (Auszug aus DIN 7737)

Typ	Rohdichte bei 20 °C in g/cm³	Biegefestigkeit Dicke ≥ 10 mm längs $\sigma_{bB}$ in N/mm² ≥	Schlagzähigkeit Dicke ≥ 10 mm		Zugfestigkeit längs $\sigma_{zB}$ in N/mm² ≥	Dehnung beim Bruch längs $\delta_B$ in % ≥	Druckfestigkeit $\sigma_{dB}$ in N/mm² ≥	Spaltlast Dicke ≥ 10 mm	
			$a_{n15}$ in kJ/m² ≥	$a_{k15}$				in N ≥	in N/mm² ≥
<b>Vf 3110</b>	1,2 bis 1,45	90	80	20	65	7	150	<b>700</b>	<b>4</b>
<b>Vf 3111</b>	1,2 bis 1,45	–	–	–	70	6	–	–	–
<b>Vf 3112</b>	1,2 bis 1,5	–	–	–	–	–	–	–	–
<b>Vf 3120</b>	1,2 bis 1,45	90	80	20	65	7	150	<b>700</b>	<b>4</b>
<b>Vf 3121</b>	1,2 bis 1,45	–	–	–	70	6	–	–	–
<b>Vf 3122</b>	1,2 bis 1,5	–	–	–	–	–	–	–	–
<b>Vf 3130</b>	1,35 bis 1,5	90	90	25	70	8	180	<b>900</b>	<b>6</b>

Fortsetzung s. nächste Seite

Tabelle 323.2 Fortsetzung

Typ	Kugeldruckhärte Dicke > 4 mm in N/mm <sup>2</sup> ≥	Bigsamkeit bei Wickelprüfung Dicke > 0,5 bis 1 mm Dorn-∅ mm	kennzeichnende Eigenschaften, Verwendungsbeispiele
<b>Vf 3110</b> <b>Vf 3111</b> <b>Vf 3112</b>	70 – 120	28 28 –	hohe mechanische Festigkeit, gut bearbeitbar allg. Zwecke, wie Scheiben und Ringe, Schleifscheiben, Behälter, Schutzschilde
<b>Vf 3120</b> <b>Vf 3121</b> <b>Vf 3122</b>	70 – 120	28 28 –	hohe mechanische Festigkeit, gut bearbeitbar, gute elektrische Eigenschaften, elektrotechnische Zwecke, wie Funkenlösch- kammern, Nutenisolation, Isolierstöpsel und -griffe
<b>Vf 3130</b>	90	28	hohe Rohdichte, große Härte, sehr gut bearbeitbar, hornartig, Zahnräder, Chorbretter (für Textilindustrie)

### DIN EN 60684-1 Isolierschläuche – Begriffe und allgemeine Anforderungen (Feb 2004)

Die Norm ist für flexible Isolierschläuche einschließlich Warmschrumpfschläuche anwendbar, wie sie vornehmlich zur Isolierung von Leitern und Verbindungen von elektrischen Geräten benutzt werden. Diese Norm enthält die Übersetzung der Internationalen Norm IEC 60684-1 und ist zugleich VDE-Bestimmung VDE 0341-1. Die Normenreihe besteht aus drei Teilen: Teil 2, Prüfverfahren, Teil 3, Anforderungen an einzelne Schlauchtypen. Für jeden Schlauchtyp (1. normal extrudierte Schläuche, 2. Wärmeschrumpfschläuche, 3. Textilgewebe, nicht beschichtet, 4. Textilgewebe, beschichtet) sind die Wanddicken, Innendurchmesser und Liefertoleranzen dem Teil 3 der Norm zu entnehmen. Die Zahl kennzeichnet den Grundtyp des Schlauches und weist damit auf die einzelnen Anforderungsblätter im Teil 3 hin, s. Norm. Mit dieser Zahl, der eine zweite und dritte folgt, wird weitere ein Nummernsystem zur Unterscheidung zwischen Schläuchen des gleichen Grundtyps gebildet. Beispiel: für extrudierte PVC-Schläuche gilt DIN EN 60684-3-100 bis 115.

Schläuche sind entweder in fortlaufenden oder geschnittenen Längen zu liefern, die zu vereinbaren sind. Anforderungen zu Farbe und Transparenz, zum Aussehen, zur Verpackung und Kennzeichnung s. Norm.

### DIN 7711 Hartgummi – Typen (Feb 1975)

Die Norm gilt für Platten, Stangen u. dgl., jedoch nicht für Akkumulatorengehäuse und -zubehör. Hartgummi ist ein Isolierstoff, der aus Natur- und/oder Synthese-Kautschuk, Schwefel und gegebenenfalls organischen und/oder anorganischen Zusätzen hergestellt wird. Bezeichnung und Eigenschaften, s. Tab. 324.1.

Tabelle 324.1 Hartgummi, Bezeichnung und Eigenschaften nach DIN 7711

Typ (Kurzzeichen)	Eigenschaften bei 20 °C (Mindestwerte, letzte Spalte ausgenommen)						
	mechanische <sup>1)</sup>		thermische		elektrische		
	Biege- festigkeit  in N/mm <sup>2</sup>	Schlag- zähigkeit  in kJ/m <sup>2</sup>	Formbeständig- keit in Wärme nach Martens  in °C	Oberflächen- widerstand und Widerstand zwischen Stöpseln in Ω	Dielektrizitäts- konstante bei 50 Hz	Durchschlag- festigkeit  in kV/mm	dielektr. Verlustfaktor bei 50 Hz  tan δ ≤
<b>Hgi1</b>	100	20	55	10 <sup>12</sup>	2,8 bis 5	30	0,05
<b>Hgi2</b>	80	15	50				
<b>Hgi3</b>	70	10	50				
<b>Hgi4</b>	60	5	65	10 <sup>10</sup>	3 bis 5	20	0,1
<b>Hgi6</b>	100	15	85	10 <sup>12</sup>	2,8 bis 5	30	0,05

<sup>1)</sup> Kugeldruckhärte (N/mm<sup>2</sup>): Hgi1 Hgi2 Hgi3: 110 bis 160 Hgi4: 130 bis 200 Hgi6: 150 bis 200. Spanabhebend bearbeitbar: Hgi1 sehr leicht, Hgi2, Hgi3 und 6 leicht, Hgi4 schwer; polierbar: alle bis auf Hgi4. Farbe, chemische Beständigkeit und Rohdichte s. Norm.

### DIN EN 60672-1 Keramik- und Glasisolierstoffe – Begriffe und Gruppeneinteilung (Mai 1996)

Keramikisolerstoff ist vor dem Brand geformter organischer Stoffe, dessen Hauptbestandteil üblicherweise polykristallines Silicat, Aluminiumsilicat, Oxid oder Titanat ist. Glasisolierstoffe sind durch Schmelzen und Erstarren ohne Kristallisation hergestellte anorganische Werkstoffe. Aus Glasschmelze oder Glaspulver wird Glaskeramikwerkstoff hergestellt, der infolge einer Wärmebehandlung einen wesentlichen kristallinen Anteil im Mikrobereich enthält. In diesem Falle kann von einem polykristallinen Material gesprochen werden. Isolierstoff, der natürliche oder synthetische Glimmerteilchen enthält, die mit Glas gebunden sind, wird glasgebundener Glimmerwerkstoff genannt. Weitere Erläuterungen zu Begriffen, wie entspanntes Glas, vorgespanntes Glas, Glastransformationstemperatur, s. Norm.

#### Keramikisolerstoffe

Gruppe C 100: Alkalialuminiumsilicate (z. B. C 120 Tonerdeporzellane für Hoch-/Niederspannungsisolatoren)

Gruppe C 200: Magnesiumsilicate (z. B. C 220 Standardsteatite für Hochfrequenzisolatoren)

Gruppe C 300: Titanate und andere Keramiken hoher Permittivität (z. B. C 310 Titandioxid für Kondensatoren)



- Gruppe C 400: Erdalkalialuminiumsilicate und Zirkonporzellane (z. B. C 410 Cordierit, dicht)  
 Gruppe C 500: Poröse Aluminiumsilicate und Magnesiumaluminiumsilicate (z. B. C 510 Basis Aluminiumsilicat)  
 Gruppe C 600: Mullitkeramik mit niedrigem Alkaligehalt (Untergruppen C 610 und C 620)  
 Gruppe C 700: Keramik mit hohem Aluminiumoxidgehalt (z. B. C 786, C 795 und C 799 für Substrate)  
 Gruppe C 800: Oxidkeramikwerkstoffe anderer Art als Aluminiumoxid (z. B. C 810 Berylliumoxidkeramik)  
 Gruppe C 900: Nichtoxidische Keramikisolerstoffe (z. B. C 910 Aluminiumnitride, C 920 Bornitride)

#### Glaskeramische Isolerstoffe

Gruppe GC 100: Glaskeramische Werkstoffe (Glaskeramiken der Untergruppen GC 110 und GC 120)

#### Isolerstoffe aus glasgebundenen Glimmern

Gruppe GM 100: Werkstoffe aus glasgebundenen Glimmern (Untergruppen GM 110 und GM 120)

#### Glasisolerstoffe

- Gruppe G 100: Alkali-Kalk-Silicatgläser (Untergruppen G 110 und G 120 für Netzfrequenzisolatoren)  
 Gruppe G 200: Borosilicatgläser (z. B. G 231 für verlustarme Isolatoren, G 232 für Hochspannungsisolatoren)  
 Gruppe G 400: Aluminiumkalksilicatgläser (für glasversiegelte Durchführungen)  
 Gruppe G 500: Bleialkalisilicatgläser (für Glas-Metall-Verbindungen)  
 Gruppe G 600: Bariumalkalisilicatgläser (für Glas-Metall-Verbindungen)  
 Gruppe G 700: Kieselgläser (Untergruppe G 795 für Heizelementträger, G 799 für Lampengehäuse)

Diese Norm enthält die Übersetzung der Internationalen Norm IEC 672-1 und ist zugleich VDE-Bestimmung VDE 0335-1.

Anhaltsangaben für Biegefestigkeit, Elastizitätsmodul, Längenausdehnungskoeffizient, elektrische und dielektrische Größen nach DIN VDE 0335-2. Prüfverfahren nach DIN VDE 0335-3 (s. Normen).

### DIN EN 60455-1 Reaktionsharzmassen für die Elektroisolierung – Teil 1: Begriffe und allgemeine Anforderungen (Jun 1999)

Diese Norm behandelt Reaktionsharzmassen und ihre Bestandteile für elektrische Isolierungen. Neben üblichen Anwendungen als Gießharzmasse, Umgießungsharzmasse und Imprägnierharzmasse werden wichtige Harze aufgeführt (Kurzzeichen): Acryl (A), Epoxid (EP), Polyurethan (PUR), Silicon (SI) und ungesättigte Polyester (UP). Aus dem Gebiet der Isolerharze sind 22 Definitionen in dieser Norm enthalten (Auswahl):

**Reaktionsharzmasse.** Vollständige Vermischung eines Gießharzes mit anderen reaktionsfähigen Bestandteilen wie Härter, Beschleuniger, Inhibitor oder reaktivem Verdünner, wobei praktisch keine flüchtigen Bestandteile während der nachfolgenden Reaktion freigesetzt werden. Reaktionsharzmassen sind lösemittelfrei. Füllstoffe können der Reaktionsharzmasse zugesetzt werden, um bestimmte Eigenschaften zu erzielen.

**Härter.** Substanz, die die Härterungsreaktion eines Harzes fördert oder steuert und dabei an der Reaktion teilnimmt.

**Beschleuniger.** Substanz, die in kleinen Mengen eingesetzt wird, um die Reaktionsgeschwindigkeit der Reaktionsharzmasse zu beschleunigen.

**Inhibitor.** Eine Substanz, die in kleinen Mengen eingesetzt wird, um eine chemische Reaktion zu unterdrücken.

**Reaktiver Verdünner.** Niedrig-viskose Flüssigkeit, die einem hoch-viskosen lösemittelfreien reaktionsfähigen Harz zugesetzt wird und die chemisch mit dem Harz oder dem Härter während der Härtung reagiert.

**Füllstoff.** Vergleichsweise inerte feste Substanz, die einer Reaktionsharzmasse zugesetzt wird, um die Festigkeit, Dauerhaftigkeit, Gebrauchseigenschaften und andere Kennzeichen des Reaktionsharzformstoffes zu verändern oder um die Kosten zu senken.

**Reaktionsharzformstoff.** Reaktionsharzmasse nach der Härtung. Reaktionsharzformstoffe sind in Klassen eingeteilt, die auf der Glasübergangstemperatur beruhen. Glasübergangsklasse (Glasübergangstemperatur über/bis einschließlich in °C): 1 (160/–); 2 (135/160); 3 (125/135); 4 (110/125); 5 (100/110); 6 (75/100); 7 (50/75); 8 (25/50); 9 (0/25); 10 (–20/0); 11 (–/–20).

Angaben zu allgemeinen Anforderungen wie Farbe, Lieferbedingungen und Mindesthaltbarkeit, s. Norm.

DIN EN 60455-1 ersetzt DIN 46448-1 und DIN 46448-2.

Im Teil 2 der Norm sind die Prüfverfahren festgelegt, Teil 3 der Norm enthält die Anforderungsblätter an einzelne Werkstoffe: Blatt 1 – ungefüllte Epoxidharzmassen, Blatt 2 – Quarzmehlgefüllte Epoxidharzmassen, Blatt 3 – ungefüllte Polyurethanharzmassen, Blatt 4 – gefüllte Polyurethanharzmassen, Blatt 5 – Imprägnierharzwerkstoffe auf Basis ungesättigter Polyester, s. jeweils Norm.

### DIN EN 60464-1 Elektroisolerlacke – Begriffe und allgemeine Anforderungen (Okt 2006)

Die Elektroisolerlacke können für Überzugs- oder Imprägnieranwendungen verwendet werden und können bei Raum- oder erhöhter Temperatur getrocknet und/oder gehärtet werden.

**Anwendungsverfahren (Schlüssel):** Überzugslack (FV) der auf die Oberfläche von elektrischen Betriebsmitteln oder auf Teile davon aufgetragen wird, um die Widerstandsfähigkeit gegenüber Umgebungseinflüssen zu erhöhen oder das Aussehen des Betriebsmittels zu verbessern. Tränklack (IV) der Wicklungen und Spulen von elektrischen Betriebsmitteln durchdringen oder imprägnieren kann mit dem Ziel, Zwischenräume und Lunker zu füllen, und so die Wicklung und Spule zu verpacken und zu schützen. **Harze (Schlüssel):** Acryl (A), Epoxid (EP), Melamin-Formaldehyd (MF), Phenol-Formaldehyd (PF), Polyurethan (PUR), gesättigter Polyester (SP), Silicon (SI), ungesättigter Polyester (UP). **Lactyphen (Schlüssel):** lösemittelhaltig (S), wasserbasierend (W), Emulsion (E).

Anforderungen zum Farbton, zu den Lieferbedingungen und zur Mindesthaltbarkeit s. Norm.

**Lack** im Sinne der Norm ist eine Lösung aus einem oder mehreren Harzen in einem Lösemittel. Andere Komponenten können vorhanden sein wie Trockner, Katalysatoren, Reaktivverdünner, Farbstoffe oder Pigmente. Die Lösemittel und Nebenprodukte werden beim Trocknen und/oder Härten freigesetzt, und zur gleichen Zeit polymerisieren und/oder vernetzen die aktiven Komponenten unter Bildung eines festen Produktes. Das Trocknen oder Härten kann entweder bei Raumtemperatur oder durch Anwendung von Wärme erfolgen. **Harz** ist ein fester, teilweise fester oder scheinbar fester organischer Werkstoff, der eine unbestimmte und häufig sehr große molekulare Masse besitzt, unter mechanischer Beanspruchung zum Fließen neigt, gewöhnlich einen Erweichungs- oder Schmelzbereich aufweist und gewöhnlich muschelförmig bricht. Im weiteren Sinne wird der Begriff dazu verwendet, um Polymere zu beschreiben, die wichtige Ausgangsstoffe für Kunststoffe sind.

Weitere Begriffe (Bedeutungen s. Norm): Acrylharz (A), Epoxidharz (EP), Melamin-Formaldehydharz (MF), Phenol-Formaldehydharz (PF), Polyurethanharz (PUR), gesättigtes Polyesterharz (SP), Siliconharz (SI), ungesättigtes Polyesterharz (UP), Verdünner, Härten; Härtung, Polymerisation, Vernetzung, Haftfestigkeit, Lunker, Mindesthaltbarkeit, Überzuglack (FV), Tränklack (IV), kalthärtender Lack, heißhärtender Lack.

Die Normenreihe DIN EN 60464 besteht aus drei Teilen. Im Teil 2 der Norm sind die Prüfverfahren festgelegt, Teil 3 der Norm enthält die Anforderungsblätter an einzelne Werkstoffe: Blatt 1 – Kalthärtende Überzugslacke, Blatt 2 – Heißhärtende Tränklacke, s. jeweils Norm. Die Norm ist zugleich VDE-Bestimmung VDE 0360-1. DIN EN 60464-1 ersetzt die Norm DIN 46456-1.

### DIN EN 60371-1 Bestimmung für Isoliermaterialien aus Glimmer – Begriffe und allgemeine Anforderungen (Feb 2004)

Glimmer ist ein Mineral, das zu den blattförmigen Silicaten gehört: Haupttypen für elektrotechnische Zwecke: **Muskovit** (Kalium-Aluminium Silicat) und **Phlogopit** (Kalium-Magnesium-Aluminium Silicat). Dünne Lagen Glimmer, die durch Spalten von Blockglimmer hergestellt werden, nennt man **Spaltglimmer**. **Glimmerpapier** ist ein papierähnlicher Stoff, der ausschließlich aus sehr dünnen Glimmerplättchen ohne irgendwelche Bindemittel besteht. **Glimmererzeugnisse** entstehen, wenn Lagen von Spaltglimmer oder Glimmerpapier mit einem Bindemittel verklebt werden.

**Hartmikanit** entsteht aus Spaltglimmer oder Glimmerpapier unter Druck, mit oder ohne Wärmezufuhr (Tafeln). **Kommutatormikanit** entsteht aus Hartmikanit, bei dem wenigstens eine Oberfläche geschliffen ist. Ungeschliffenes Hartmikanit, das bei festgelegter Temperatur funktionsfähig bleibt, wird **Heizmikanit** genannt. **Formmikanit** kann warm verformt oder gepresst werden. **Flexible Glimmererzeugnisse** ermöglichen ein Bewickeln oder Anformen. Sie werden üblicherweise aus Glimmerpapier und Bindemittel hergestellt. Es gibt flexible Glimmererzeugnisse, die nach der Verarbeitung gehärtet werden können, die mit Imprägniermitteln verwendet werden können und die für Brandsicherheitskabel geeignet sind, d. h. die nach einem Brand noch funktionsfähig sind.

### DIN EN 60371-3 Bestimmung für Glimmererzeugnisse für elektrotechnische Zwecke (Jan 1997)

In neun Leistungsblättern werden die Bestimmungen und Eigenschaften der verschiedenen Isolierstoffe auf der Basis von Glimmer aufgeführt (z. B. Spaltglimmer oder Glimmerpapier aus Muscovit- oder Phlogopitglimmer). DIN EN 60371-3 ist zugleich die VDE-Bestimmung VDE 0332-3. Mit ihr wird DIN 57332-5 (VDE 0332-5) ersetzt.

## 8.5 Gießereiwesen

In diesem Abschnitt werden die Technischen Lieferbedingungen für Gusswerkstoffe behandelt. Gütenormen s. Abschn. 8.1.3 für Eisen – Kohlenstoff - Gusswerkstoffe und 8.2.4 Gusslegierungen aus Nichteisenmetallen.

### DIN EN 1559-1 Gießereiwesen – Technische Lieferbedingungen – Allgemeines (Aug 1997)

Dieser Teil der Norm gilt für Gussstücke aus metallischen Werkstoffen (Ausnahme: Kupferlegierungen). Ausgeschlossen sind metallische Gussstücke für eine Weiterverarbeitung, wie Schmiedeblocke, Strangguss und Vorblöcke. Ein **Gussstück** ist ein Werkstück, das seine Gestalt durch Erstarren von flüssigem Metall oder einer Legierung in einer Form erhalten hat. Erfolgt die Herstellung eines Gussstückes vollständig unter den geeigneten Bedingungen der Serienfertigung spricht man von einem **Erstmuster**. Damit soll der Beweis erbracht werden, dass der Hersteller in der Lage ist, die Qualitätsanforderungen zu erfüllen. Weitere Definitionen wie Rohgussstück, Vormuster, Gussstück im Lieferzustand, maßgebende Wanddicke und Probestück s. Norm. Die Norm enthält Festlegungen, welche bei der Bestellung als verbindlich anzusehen sind: Anzahl der Gussstücke, Gusswerkstoff, technische Spezifikationen, Bereitstellung von Betriebsmitteln (Modelleinrichtungen, Kernkästen, Kokillen), Gussstückbeschaffenheit. Weitere Anforderungen können, soweit anwendbar, wahlweise vereinbart werden, z. B. Lieferung von Erstmustern, Forderungen hinsichtlich der Rückverfolgbarkeit, Vereinbarungen hinsichtlich Produktionsschweißungen, Art und Umfang von Prüfungen, Bescheinigungen. Als Hilfsmittel für die Zusammenstellung der verbindlichen und optionalen Informationen, die zum Zeitpunkt einer Bestellung zugrunde liegen können, enthält die Norm im Anhang B.1 eine Checkliste, s. Norm. Die Anforderungen an die Gusswerkstoffe werden in den entsprechenden Werkstoffnormen geregelt. Bezeichnungen von Gusswerkstoffen sollen übereinstimmen mit: DIN EN 10027-1 und DIN EN 10027-2 für Stahlguss, DIN EN 1560 für Gusseisen, DIN EN 1754 für Magnesiumguss, DIN EN 1780-1 bis DIN EN 1780-3 für Aluminiumguss, DIN 12844 für Zinkguss. Zusätzliche, spezifische Werkstoffanforderungen können folgenden Normen entnommen werden: DIN EN 1559-3 für Gusseisen, DIN EN 1559-5 für Magnesiumguss, DIN EN 1559-6 für Zinkguss.

Angaben zur Gussstückbeschaffenheit, zu Prüfungen, Nachbehandlungen und Herstellungsverfahren s. Norm.

Die Europäische Norm DIN EN 1559-1 ersetzt die Norm DIN 1690-1.

### **DIN EN 1559-2 Gießereiwesen – Technische Lieferbedingungen – Zusätzliche Anforderungen an Stahlgussstücke (Apr 2000)**

Dieser Teil der Norm legt die zusätzlichen Lieferbedingungen für Stahlgussstücke fest. Er gilt auch für Gussstücke aus Nickel- und Kobaltlegierungen. Es sind Festlegungen getroffen, die bei der Bestellung verbindlich sind: Die maßgebende Wanddicke muss vereinbart werden; jede Bestellung muss Angaben enthalten über das anzuwendende zerstörungsfreie Prüfverfahren, Gütestufe für jedes Prüfverfahren, die zu prüfenden Gussstückbereiche, Prozentsatz der zu prüfenden Gussstücke. Weitere Anforderungen können vereinbart werden, z. B. Art einer Wärmebehandlung und Wärmebehandlungsbedingungen, Dokumentation von Prozessschweißungen, Härteprüfung nach Brinell, chemische Zusammensetzung (Grenzabweichung zwischen festgelegter Schmelzenanalyse und an Prüfblöcken ermittelte Stückanalyse).

Zerstörungsfreie Prüfverfahren (mit Symbol) sind: Visuell VT, Eindringprüfung PT, Magnetpulver MT, Ultraschall UT, Durchstrahlung RT.

Die Europäische Norm DIN EN 1559-2 ersetzt die Norm DIN 1690-2.

### **DIN EN 1559-3 Gießereiwesen – Technische Lieferbedingungen – Zusätzliche Anforderungen an Eisgussstücke (Aug 1997)**

Der Anwendungsbereich dieser Norm gilt für Gussstücke aus allen Gusseisenwerkstoffen, die in Sandformen, Kokillen, nach dem Schleudergieß-, Stranggieß- oder Feingießverfahren hergestellt werden. Die Norm gilt nicht für Produkte aus Gusswerkstoffen, die Gegenstand einer einzelnen Europäischen Produktnorm sind. Beispiele dafür sind: DIN EN 545, DIN EN 598, DIN EN 877-1 und DIN EN 877-2 sowie DIN EN 969 für Rohre, Formstücke und Zubehörteile aus Eisen für Wasserleitungen.

Verbindliche Angaben bei der Bestellung s. DIN EN 1559-1. Zusätzliche wahlfreie Anforderungen, die bei der Bestellung vereinbart werden können, beziehen sich z. B. auf: nachträgliche Wärmebehandlungen, die Weiterverwendung durch den Käufer (emailieren, feuerverzinken, plattieren), die Reihenfolge der mechanischen Bearbeitung. Bezeichnungen von Gusseisenwerkstoffen müssen der Norm DIN EN 1560 entsprechen. Angaben zu Produktionsschweißungen, Prüfungen und Gussbeschaffenheit s. Norm.

### **DIN EN 1559-5 Gießereiwesen – Technische Lieferbedingungen – Zusätzliche Anforderungen an Gussstücke aus Magnesiumlegierungen (Jan 1998)**

Diese Norm legt als Ergänzung zu DIN EN 1559-1 zusätzliche Lieferbedingungen für Gussstücke aus Magnesiumlegierungen fest, die nach dem Sand-, Kokillen-, Druck-, Schleuder-, Strang- oder Feingussverfahren hergestellt werden. Sie gilt nicht für Blockmetalle, Stangen oder Barren, die für die Weiterverarbeitung bestimmt sind. Die Bezeichnung der Magnesiumgusslegierungen soll durch Nummern oder Kurzzeichen nach DIN EN 1754 erfolgen.

**Bezeichnungsbeispiel** (Werkstoff auf Basis der chemischen Zusammensetzung, Wärmebehandlungszustand und/oder Gießverfahren, s. DIN EN 1753):

#### **EN-MCMgAl9Zn1(A)-F-D oder EN-MC21120-F-D.**

Die Norm enthält besondere Anforderungen an die Gussstückbeschaffenheit, insbesondere hinsichtlich der Beurteilung des Werkstoffgefüges sowie Ergänzungen zu den zerstörungsfreien Prüfverfahren s. Norm. Undichte Stellen im Gussstück können in Abstimmung mit dem Käufer abgedichtet werden (Imprägnieren), Näheres dazu s. Norm.

### **DIN EN 1559-6 Gießereiwesen – Technische Lieferbedingungen – Zusätzliche Anforderungen an Gussstücke aus Zinklegierungen (Jan 1999)**

Diese Norm legt als Ergänzung zu DIN EN 1559-1 zusätzliche Lieferbedingungen für Gussstücke aus Zinklegierungen fest. Angaben zum Anwendungsbereich, zum Abdichten und Prüfhinweise s. Teil 5 der Norm. Die Bezeichnung der Zinkgusslegierungen soll durch Nummern oder Kurzzeichen nach DIN EN 12844 erfolgen.

### **DIN EN 10213-1 Technische Lieferbedingungen für Stahlguss für Druckbehälter – Allgemeines (Jan 1996)**

Diese Europäische Norm gilt für unlegierten und legierten Stahlguss für drucktragende Teile, einschließlich solcher Werkstoffe, die für Teile verwendet werden, die den Technischen Regeln zur Druckbehälterherstellung unterliegen. In drei weiteren Teilen werden über die allgemeinen Anforderungen hinaus Festlegungen für die Verwendung bei Raumtemperatur, bei erhöhter Temperatur, bei tiefen Temperaturen sowie für austenitische und austenitisch-ferritische Stahlsorten getroffen. Kurznamen der Stahlgussarten werden nach DIN EN 10027-1 gebildet. Bei unlegierten Stählen unter Verwendung ihrer Mindeststreckgrenze, bei legierten Stählen unter Berücksichtigung der chemischen Zusammensetzung. Der vorangestellte Buchstabe P weist auf die Verwendung für Druckbehälter hin. Gussstücke müssen, um Rückverfolgbarkeit zu gewährleisten, deutlich gekennzeichnet sein. Dazu gehört das Kennzeichen des Gießers sowie ein Kennzeichen, welches die Zuordnung zu einer Prüfbescheinigung ermöglicht. Nach dieser Norm hergestellte Gussstücke müssen mit einem Abnahmeprüfzeugnis nach DIN EN 10204 geliefert werden. Angaben zur Stahlerschmelzung, Wärmebehandlung und zum Schweißen (Vorwärmtemperaturen, Zwischenlagentemperaturen, Wärmenachbehandlungen) sowie Anforderungen zur chemischen Zusammensetzung und zu den mechanischen Eigenschaften s. Norm. Anhaltangaben zu physikalischen Eigenschaften, wie Dichte, mittlere Wärmeausdehnung, Wärmeleitfähigkeit, spezifische Wärme und magnetisches Verhalten s. Norm.

## DIN EN 12890 Gießereiwesen – Modelle, Modelleinrichtungen und Kernkästen zur Herstellung von Sandformen und Sandkernen (Jun 2000)

Modelle, Modelleinrichtungen und Kernkästen dienen der Herstellung von Sandformen und/oder Sandkernen in der Hand- und Maschinenformerei. Je nach Herstellung und Verwendung werden Modelle, Modelleinrichtungen und Kernkästen in Güteklassen eingeteilt.

### Holzmodelle

Holz sollte trocken sein und eine Feuchte zwischen 8 % und 12 % (Massenanteil) haben.

Güteklasse H1: Für hohe Stückzahlen in der Hand- und Maschinenformerei mit höchsten Ansprüchen an die Ausführung.

Werkstoffart: Sperrholzplatten, Verbundplatten, Hart- oder Weichholz.

Güteklasse H2: Für kleine Stückzahlen und wiederkehrende Einzelgussstücke in der Hand- und Maschinenformerei.

Werkstoffart: Furnierplatten oder Weich-Schnittholz.

Güteklasse H3: Für Einzelgussstücke in der Handformerei.

Werkstoffart: Weich-Schnittholz oder Spanplatten.

Hinweise zu weiteren Merkmalen, wie Verbindungen, Holzfaserverlauf, Führungen, Hohlkehlen, Losteile, Verschleißkanten, Ausbehebvorrichtungen und Kernmarkenausführungen, s. Norm.

### Anstrich und Farb-Kennzeichnung von Modellen und Kernkästen.

Gusswerkstoff/Farbe für Flächen, die am Gussstück unbearbeitet bleiben/Stellen für Abschreckplatten: Stahlguss/blau/rot; Gusseisen mit Kugelgraphit/violett/rot; Gusseisen mit Lamellengraphit/rot/blau; Temporguss/grau/rot; Kupfer, Nickel, Blei, Zink und deren Legierungen/gelb/blau; Aluminium, Magnesium, Titan und deren Legierungen/grün/blau.

Farbe für Flächen, die am Gussstück mechanisch zu bearbeiten sind: Im Allgemeinen gelbe Streifen, rote Streifen für Kupfer, Nickel, Blei, Zink und deren Legierungen. Kleine und mittelgroße Flächen sollten ganzflächig gestrichen werden.

Kernmarken, Kernlage: schwarz.

Sitzstellen für Losteile und deren Befestigungen: Schwarz umrandet.

### Metallmodelle

Güteklasse M1: Großserienfertigung in der Maschinenformerei mit hohen Ansprüchen an die Ausführung. Werkstoff: Kupfer-Zinn-Zink-Legierung, Kupfer-Zink-Legierung, Aluminiumlegierungen, Gusseisen und Stahl.

Güteklasse M2: Serienfertigung in der Maschinenformerei. Werkstoff: wie Güteklasse M1, auch Hartblei und Modellmetall (83% Sn, 17% Sb).

### Kunststoffmodelle

Güteklasse K1: Serienfertigung in der Maschinenformerei mit hohen Ansprüchen an die Ausführung. Werkstoff:

Kunststoffe mit hoher Formbeständigkeit und Abriebfestigkeit.

Güteklasse K2: Kleine bis mittlere Serien in der Maschinenformerei. Werkstoff: Kunststoffe.

**Schwindmaße.** Anhaltsangaben, sofern keine anderen vereinbart wurden. Gusseisen mit Kugelgraphit (geglüht), Temporguss GTS und Gleitlager-Gusslegierungen (Weißmetall) 0,5%.

Gusseisen mit Lamellengraphit 1%.

Gusseisen mit Kugelgraphit ungeglüht. Aluminium-, Magnesium-Gusslegierungen und Kupfer-Zink-Gusslegierungen (Gussmessing) 1,2%.

Kupfer-Zinn-Zink-Gusslegierungen (Rotguss) und Feinzinkguss-Legierungen 1,3%.

Kupfer-Zinn-Gusslegierungen (Gussbronzen) 1,5%.

Temporguss GTW 1,6%.

Kupfergusswerkstoffe und Aluminiumgusswerkstoffe 1,9%.

Stahlguss, Kupfer-Zink- (Mn, Fe, Al) Gusslegierungen (Guss-Sondermessing) 2%.

Manganhartstahlguss 2,3%.

**Formschrägen** werden in Abhängigkeit von der Höhe der Modelleinrichtungen, dem Verfahren und dem verwendeten Formsand in der Zeichnung oder durch sonstige schriftliche Angaben festgelegt. Richtwerte s. Norm.

## 8.6 Pulvermetallurgie

Pulvermetallurgie umfasst das Herstellen von metallischem Pulver und das Fertigen von Teilen aus diesem Pulver, ggf. mit Zusatz von nichtmetallischen Pulvern durch Formen und Sintern. Sintern ist eine Wärmebehandlung von Pulver oder eines Presskörpers aus Pulver bei Temperaturen unterhalb der Schmelztemperatur des Grundwerkstoffes. Ein Pulverteilchen ist die kleinste Einheit eines Pulvers. Die Zusammenballung mehrerer Pulverteilchen wird als Agglomerat bezeichnet, s. Bild 329.1.

**Agglomerat:** Zusammenballung mehrerer Pulverteilchen.

**Pulverteilchen:** Die kleinste Einheit eines Pulvers, das durch übliche Trennverfahren nicht mehr unterteilt werden kann.

Der Begriff **Korn** ist nicht gleichbedeutend mit Teilchen und soll nur im ursprünglichen metallkundlichen Sinn gebraucht werden.

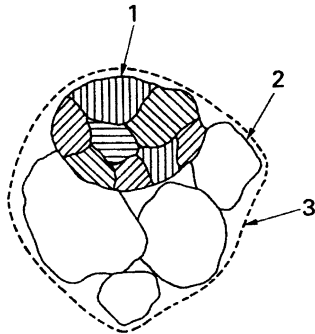


Bild 329.1 Schema zur Erläuterung der Begriffe Korn (1), Pulverteilchen (2) und Agglomerat (3) nach DIN EN ISO 3252

**DIN EN ISO 3252 Pulvermetallurgie – Begriffe (Feb 2001)**

In der Norm DIN EN ISO 3252 sind zahlreiche Definitionen aus dem Gebiet der Pulvermetallurgie zu den Schwerpunkten Pulver, Formgebung, Sintern und Nachbehandlung festgelegt. Pulvermetallurgische Werkstoffe nach DIN EN ISO 3252 (Auswahl): **Sinterwerkstoff**: Werkstoff, durch Sintern hergestellt; **Sintereisen**: Sinterwerkstoff, aus unlegiertem Eisen, in dem weder Kohlenstoff noch andere Legierungselemente vorhanden sind; **Sinterstahl**: Sinterwerkstoff auf Eisenbasis mit gezielt zugesetzten Legierungselementen; **Hartmetall**: Sinterwerkstoff mit hoher Festigkeit und hohem Verschleißwiderstand, der ein oder mehrere Karbide von hochschmelzenden Metallen als Hauptbestandteil und eine metallische Bindephase enthält; **dispersionsverfestigter Werkstoff**: metallischer Verbundwerkstoff, in dem die zweite Phase in Form einer feinen Dispersion in der metallischen Matrix zur Festigkeitssteigerung vorliegt; **Cermet**: Verbundwerkstoff aus mindestens einer metallischen und mindestens einer nichtmetallischen (i. Allg. keramischen) Phase; **gesinterter metallischer Verbundwerkstoff**: Sinterwerkstoff, der aus einer Metallmatrix und aus einer oder mehreren gleichmäßig verteilten Phasen besteht, die praktisch in der Matrix unlöslich sind. Korn, Pulverschichten und Agglomerat s. Bild 329.1.

**DIN 30910-1 Sintermetalle – Werkstoff-Leistungsblätter (WLB) – Hinweise zu den WLB (Okt 1990)**

**DIN 30910 Teil 2 und Teil 6 Sintermetalle – Werkstoff-Leistungsblätter (WLB) (Okt 1990)**

**DIN 30910 Teil 3 und Teil 4 Sintermetalle – Werkstoff-Leistungsblätter (WLB) (Nov 2004)**

Die Eigenschaftswerte für Sintermetalle sind in Werkstoff-Leistungsblättern (WLB) zusammengestellt. Hinweise zu den WLB sind in DIN 30910-1 enthalten. Im Einzelnen sind genannt: Sintermetalle für Filter (DIN 30910-2); Sintermetalle für Lager und Formteile mit Gleiteigenschaften (DIN 30910-3); Sintermetalle für Formteile (DIN 30910-4); Sintermetalle für Sinterschmiedestähle (DIN 30910-6). Werkstoffauswahl, Kurzzeichen sowie Anhaltsangaben zur Dichte, zulässige Porosität, chemische Zusammensetzung und zu den mechanischen Eigenschaften s. jeweils WLB. Die zuvor im Teil 5 der Norm festgelegten Anforderungen an weichmagnetische Sinterwerkstoffe sind jetzt in DIN EN 10331 genannt.

Das Kurzzeichen der Sintermetalle besteht aus der Silbe „Sint-“, einem oder zwei Großbuchstaben und zwei Ziffern. Die Buchstaben kennzeichnen die Raumerfüllung  $R_x$  eines porenhaltigen Körpers, d. h. dem Quotienten aus seiner Dichte und der Feststoffdichte, üblicherweise in % ausgedrückt, s. Bild 329.2. Die erste Ziffer 1 bis 9 definiert die chemi-

Klasse	Raumerfüllung $R_x$ %	Porosität %	Bevorzugte Anwendung
Sint-AF	<math>< 73</math> >math>27</math>	> 27	Filter
Sint-A	<math>75 \pm 2,5</math> <math>25 \pm 2,5</math>	$25 \pm 2,5$	Gleitlager
Sint-B	<math>80 \pm 2,5</math> <math>20 \pm 2,5</math>	$20 \pm 2,5$	Gleitlager und Formteile mit Gleiteigenschaften
Sint-C	<math>85 \pm 2,5</math> <math>15 \pm 2,5</math>	$15 \pm 2,5$	Gleitlager und Formteile
Sint-D	<math>90 \pm 2,5</math> <math>10 \pm 2,5</math>	$10 \pm 2,5$	Formteile
Sint-E	<math>94 \pm 1,5</math> <math>6 \pm 1,5</math>	$6 \pm 1,5$	Formteile
Sint-F	<math>< 95,5</math> >math>73</math>	> 73	sintergeschmiedete Formteile

Bild 329.2 Einteilung der Sinter-Werkstoffe in Klassen gemäß Raumerfüllung bzw. Porosität (DIN 30910-1)

sche Zusammensetzung, die zweite dient zur weiteren Unterscheidung (Beispiel: 1 = Sinterstahl mit einem Massenanteil von 1 bis 5% Cu, mit oder ohne C). Eine mit Bindestrich angehängte Ziffer beschreibt die Filterfeinheit für Filter aus Sintermetallen. Näheres s. Norm.

#### Bezeichnungsbeispiele:

Sintermetall für Filter, rostfreier Sinterstahl (1.4404), Chrom- und nickelhaltig, Filterfeinheit 3  $\mu\text{m}$  **Sint-AF40-3**  
 Gleitlager aus Sinterstahl, kupferhaltig **Sint-A10**, höher Cu-haltig **Sint-A20**  
 Formteil aus Sinterstahl, kohlenstoffhaltig **Sint-D01**

### DIN EN 10331 Magnetische Werkstoffe – Anforderungen an weichmagnetische Sintermetalle (Sep 2003)

In dieser Norm sind einige magnetische und mechanische Eigenschaften gesinterter, weichmagnetischer Metalle, die nach dem Höchstwert ihrer Koerzivität klassifiziert sind, festgelegt. Sie werden ausschließlich für die Fertigung von Bauteilen mit Hilfe eines pulvermetallurgischen Verfahrens eingesetzt. Zu den Eigenschaften gehören neben der magnetischen Feldstärke  $H$  und der magnetischen Polarisation  $J$  auch der Quotient aus der Masse  $m$  und dem Volumen  $V$  des gesinterten Bauteils, einschließlich von Poren, in Gramm je Kubikzentimeter, genannte **Sinterdichte**  $\rho_s$  und der als **Porosität**  $P_p$  bezeichnete Porenanteil bezogen auf das Gesamtvolumen des Teils in Volumenprozent. Anhaltsangaben s. Norm.

Die Werkstoffbezeichnung setzt sich zusammen aus dem Kennbuchstaben S für Sintermetall, einem Bindestrich, Kennzeichnung der Legierungselemente (Fe = reines Eisen, FeP = Eisen-Phosphor-Legierungen, FeSi = Eisen-Silicium-Legierungen, FeNi = Eisen-Nickel-Legierungen, FeCo = Eisen-Kobalt-Legierungen) und einer Kennzahl, die dem Höchstwert der Koerzivität  $H_C$  in A/m entspricht

**Bezeichnungsbeispiel: S-Fe-175** (Sintermetall, reines Eisen, Höchstwert der Koerzivität  $H_C = 175$  A/m).

Diese Norm entspricht IEC 60404-8-9. Magnetische Werkstoffe s. auch Abschn. 8.4.1.2.

## 8.7 Schmierstoffe

### 8.7.1 Schmieröle

Kriterien zur Einteilung der Schmierstoffe sind z. B. der Anwendungszweck oder die Belastbarkeit. Einer der wichtigsten Kennwerte eines Schmieröles ist dabei seine Viskosität. Der Begriff Viskosität, als Eigenschaft eines Stoffes unter Einwirkung einer Spannung zu fließen und dabei irreversibel deformiert zu werden, ist in DIN 1342-1 genormt. Zu den Anforderungen für welche die Normen Anhaltsangaben enthalten gehören u. a. die kinematische Viskosität, der Flammpunkt, der Pourpoint, die Neutralisationszahl, die Massenanteile Asche und der Wassergehalt, Näheres s. Norm.

### DIN 51519 Schmierstoffe – ISO-Viskositätsklassen für flüssige Industrie-Schmierstoffe (Aug 1998)

Die in Tab. 330.1 aufgeführten 20 Viskositätsklassen decken bei Mineralölen den Bereich vom Gasöl bis zu den Zylinderölen ab. Die Klassifikation wird aus der Mittelpunktsviskosität abgeleitet, dabei sollte dieser Wert einer Klasse um ca.

Tabelle 330.1 Viskositätsklassen nach ISO

Viskositätsklasse ISO nach DIN 51519	Mittelpunktsviskosität bei 40 °C mm <sup>2</sup> /s	Grenzen der kinematischen Viskosität bei 40 °C mm <sup>2</sup> /s		Kinematische Viskosität <sup>1)</sup> nach DIN 51502 mm <sup>2</sup> /s	
		min.	max.	bei 20 °C	bei 50 °C
ISO VG 2	2,2	1,98	2,24	3,3	1,3
ISO VG 3	3,2	2,8	3,52	5	2,7
ISO VG 5	4,6	4,14	5,06	8	3,7
ISO VG 7	6,8	6,12	7,48	13	5,2
ISO VG 10	10	9,00	11,0	21	7
ISO VG 15	15	13,5	16,5	34	11
ISO VG 22	22	19,8	24,2	–	15
ISO VG 32	32	28,8	35,2	–	20
ISO VG 46	46	41,4	50,6	–	30
ISO VG 68	68	61,2	74,8	–	40
ISO VG 100	100	90,0	110	–	60
ISO VG 150	150	135	165	–	90
ISO VG 220	220	198	242	–	130
ISO VG 320	320	288	352	–	180
ISO VG 460	460	414	506	–	250
ISO VG 680	680	612	748	–	360
ISO VG 1000	1000	900	1100	–	510
ISO VG 1500	1500	1350	1650	–	740
ISO VG 2200	2200	1980	2420	–	–
ISO VG 3200	3200	2880	3520	–	–

<sup>1)</sup> Ungefährwerte

50% größer sein als bei der vorhergehenden Klasse. Die Viskositäten bei anderen Temperaturen als bei 40 °C werden abhängig vom Schmierstoff durch Zahlenwerte des Viskositätsindex ausgedrückt, s. DIN ISO 2908 (s. Norm). Anhaltswerte für die kinematische Viskosität bei 20 °C und bei 50 °C sind in DIN 51502 festgelegt, s. Tab. 330.1.

**Bezeichnungsbeispiel:**

**Viskositätsklasse ISO VG 10 DIN 51519**

### DIN 51502 Schmierstoffe und verwandte Stoffe – Kurzbezeichnung der Schmierstoffe und Kennzeichnung der Schmierstoffbehälter, Schmiergeräte und Schmierstellen (Aug 1990)

Nach DIN 51502 sind Schmierstoffbehälter, Schmiergeräte und Schmierstellen durch Symbole und durch schwarze Schrift auf weißem Grund zu kennzeichnen. Tab 331.2 enthält eine Auswahl der verschiedenen Mineralöle (Symbol: Quadrat, s. Bild 331.1). Angaben für schwer entflammbare Hydraulikflüssigkeiten und für Synthese- oder Teilsyntheseflüssigkeiten s. Norm. Kennzahlen für die verschiedenen Viskositätsklassen sind in Tab. 330.1 aufgeführt, Zusatz-Kennbuchstaben für bestimmte Schmierstoffe sind in Tab. 331.3 genannt. Kennzeichnung von Schmierfetten s. Tab. 333.1.

**HLP  
32**

Bild 331.1 Hydrauliköl (Mineralöl) HLP 32

Kennbuchstabe H und Symbol (geometr. Zeichen) nach Tab. 331.2

Zusatz-Kennbuchstaben L und P nach Tab. 331.3 (mit Korrosions- und Verschleißschutz), Kennzahl der Viskositätsklasse nach Tab. 330.1 (etwa 32 mm<sup>2</sup>/s bei 40 °C)

Tab. 331.2 DIN 51502: Kennbuchstaben für Mineralöle

Stoffart (Anwendung)	Kennbuchstaben	festgelegt	
		in	für
Schmieröl AN (Normalschmieröl)	AN	DIN 51501	L-AN
Öle ATF (Automatic Transmission Fluid)	ATF	–	–
Schmieröl B (z.B. bitumenhaltig)	B	DIN 51513 <sup>1)</sup>	BA, BB, BC
Schmieröl C ( Umlaufschmieröle)	C	DIN 51517-1 bis -3	C, CL, CLP
Schmieröl G (Gleitbahnöle)	CG	–	–
Schmieröl D (Druckluftöle)	D	–	–
Öle F	F	–	–
Öle FS (Luftfilteröle)	FS	–	–
Hydrauliköl H	H	DIN 51524-3 und -2	HL, HLP
Hydrauliköl HV	HV	DIN 51524-3	HVLP
Öle HD (Motoren-Schmieröl)	HD	–	–
Öle HYP (Schmieröle für Kraftfahrzeug-Getriebe)	HYP	–	–
Öle J	J	–	JA, JB
Öle L (Härte und Vergüteöle)	L	–	–
Wärmeträgeröle Q	Q	DIN 51522 <sup>1)</sup>	–
Öle R (Korrosionsschutzöle)	R	–	–
Öle S (Kühlschmierstoffe)	S	–	–
Schmier- und Regleröle TD	TD	DIN 51515-1	L-TD
Schmieröle V (Luftverdichteröle)	V	DIN 51506	VB, VBL, VC, VCL, VDL
Öle W (Wälzöle)	W	–	–

<sup>1)</sup> s. Norm

Tabelle 331.3 Zusatz-Kennbuchstaben (ZKB) für Schmieröle

ZKB	Schmierstoffe
D	Für Schmieröle mit degenerierenden Zusätzen, z. B. HLPD
E	Für Schmieröle, die in Mischung mit Wasser zum Einsatz kommen, z. B. wassermischbarer Kühlschmierstoff SE
F	Für Schmieröle mit Festschmierstoff-Zusatz (wie Graphit, Molybdänsulfid) z. B. CLPF
L	Für Schmieröle mit Wirkstoffen zum Erhöhen des Korrosionsschutzes und/oder der Alterungsbeständigkeit z. B. CL 100
M	Für wassermischbare Kühlschmierstoffe mit Mineralölteilen, z. B. SEM
S	Für wassermischbare Kühlschmierstoffe auf synthetischer Basis, z. B. SES
P	Für Schmierstoffe mit Wirkstoffen zur Herabsetzung der Reibung und des Verschleißes im Mischreibungsgebiet und/oder Erhöhung der Belastbarkeit, z. B. CLP 100
V	Für Schmierstoffe, die mit Lösemitteln verdünnt sind, z. B. BB-V

### DIN 51501 Schmierstoffe – Schmieröle L-AN – Mindestanforderungen (Nov 1979)

Schmieröle L-AN sind reine Mineralöle für Schmierzwecke, die keine besonderen Anforderungen an den Schmierstoff stellen. Die einzelnen Schmieröle werden durch Nummern gekennzeichnet, welche die mittlere kinematische Viskosität bei 40 °C angeben. Schmierölypen: AN 5 AN 7 AN 10 AN 22 AN 46 AN 68 AN 100 AN 150 AN 220 AN 320 AN 680.

#### Bezeichnungsbeispiel: Schmieröl DIN 51501 – L-AN 22

Schmieröle nach dieser Norm sollen nicht über 50 °C dauerhaft erwärmt werden. Inhaltsangaben zu technischen Anforderungen s. Norm.

### DIN 51506 Schmierstoffe – Schmieröle VB und VC ohne Wirkstoffe und mit Wirkstoffen und Schmieröl VDL – Einteilung und Anforderungen (Sep 1985)

In dieser Norm sind die Mindestanforderungen für Schmieröle festgelegt, die zur Schmierung von Luftverdichtern geeignet sind. Sie enthält Inhaltsangaben für die Anforderungen für die reinen Mineralöle vom Typ VB und VC sowie für die mit Wirkstoffen zur Erhöhung der Alterungsbeständigkeit ausgestatteten Mineralöle VDL, VCL und VBL. Die Unterscheidung der genormten Mineralöle erfolgt durch die Angabe der Viskositätsklasse nach DIN 51519, s. Tab. 328.1. Schmierölypen: VB und VBL von ISO VG 22 bis ISO VG 460; VC, VCL und VDL von ISO VG 32 bis ISO VG 150.

#### Bezeichnungsbeispiel: Schmieröl DIN 51506 – VDL 150

### DIN 51515-1 Schmierstoffe und Reglerflüssigkeiten für Turbinen – L-TD für normale thermische Beanspruchungen, Anforderungen (Jun 2001)

Schmierstoffe nach DIN 51515 sind **Turbinenöle** mit Wirkstoffen zum Erhöhen des Korrosionsschutzes und der Alterungsbeständigkeit. Anwendung in Dampfturbinen, stationären Gasturbinen und auch in von Turbinen angetriebenen Maschinen wie Generatoren, Verdichtern, Pumpen und Getrieben mit normaler thermischer Beanspruchung. Die Kennzeichnung erfolgt durch die Buchstaben TD und einer Zahl, die der Viskositätsklasse nach Tab. 328.1 entspricht. Schmierölypen: TD 32 TD 46 TD 68 TD 100.

#### Bezeichnungsbeispiel: Schmieröl DIN 51515 – TD 68.

Inhaltsangaben für Anforderungen s. Norm. Festlegungen für **TG32** und **TG46** Reglerflüssigkeiten für erhöhte thermische Beanspruchungen sind im Teil 2 der Norm enthalten, s. Norm.

### DIN 51517-1 Schmierstoffe – Schmieröle – Schmieröle C; Mindestanforderungen (Jan 2004)

#### DIN 51517-2 – Schmieröle CL; Mindestanforderungen (Jan 2004)

#### DIN 51517-3 – Schmieröle CLP; Mindestanforderungen (Jan 2004)

Schmieröle C werden vorwiegend für Umlauf- und Tauchschmierung empfohlen. Schmieröle C können auch als Hydrauliköle und allgemeine Schmier- und Maschinenöle Anwendung finden. Bei höheren Anforderungen an die Alterungsbeständigkeit und/oder den Korrosionsschutz sind Schmieröle CL einzusetzen, wenn z. B. durch den Einfluss von Wasser Korrosion entstehen könnte oder wenn sich bei hohen Schmieröltemperaturen mit Schmieröl C zu kurze Lebenszeiten ergeben würden. Bei höheren Anforderungen an den Verschleißschutz im Mischreibungsgebiet oder wenn Oberflächenschäden wie Fresser verhindert werden sollen, sind Schmieröle CLP zu bevorzugen. Beim Einsatz als Schmiermittel für Werkzeugmaschinen ist auch DIN 8659-2 „Schmierstoffauswahl für spanende Werkzeugmaschinen“ zu berücksichtigen. Die Kennzeichnung erfolgt durch die Buchstaben C, CL oder CLP und einer Zahl, die der Viskositätsklasse nach Tab. 331.2 entspricht.

#### Bezeichnungsbeispiele: Schmieröl DIN 51517 – C 100; Schmieröl DIN 51517 – CL 100; Schmieröl DIN 51517 – CLP 100

Schmierölypen C, CL und CLP: 32 46 68 100 150 220 320 680 1000 1500. Inhaltsangaben für Anforderungen s. Norm. Berichtigungen 1 zu Teil 2 und Teil 3, Ausgabe Dezember 2005, sind zu beachten.

### DIN 51503-1 Schmierstoffe – Kältemaschinenöle – Mindestanforderungen (Aug 1997)

Die Einteilung der Kältemaschinenöle erfolgt nach den zu verwendenden Kältemitteln in fünf Gruppen. Ist das Medium Ammoniak, sind Kältemaschinenöle KA auszuwählen (KAA für Viskositätsklassen ISO VG 15 bis ISO VG 100, nicht mischbar mit Ammoniak; KAB für Viskositätsklassen ISO VG 22 bis ISO VG 22, teilweise oder vollständig mischbar mit Ammoniak). KC: für Viskositätsklassen ISO VG 15 bis ISO VG 460, mit voll- und teilhalogenierten Fluorkohlenwasserstoffen; KD: für Viskositätsklassen ISO VG 7 bis ISO VG 460, mit voll- und teilfluorierten Fluorkohlenwasserstoffen; KEC: für Viskositätsklassen ISO VG 15 bis ISO VG 460, mit Kohlenwasserstoffen. KB ist z. Z. nicht belegt. In DIN 8960 sind die Anforderungen an die Kältemittel festgelegt, s. Norm. In der Bezeichnung werden Kältemaschinenöle mit Wirkstoffen mit einem „W“ zusätzlich gekennzeichnet. **Bezeichnungsbeispiel**, Gruppe KD, Viskositätsklassen ISO VG 46, mit Wirkstoffen:

#### Kältemaschinenöl DIN 51503 – KD W 46

Inhaltsangaben für Anforderungen s. Norm. Für gebrauchte Kältemaschinenöle gilt Teil 2 der Norm. Die Bezeichnung wird durch den Buchstaben (G) erweitert, z. B. KA-G, Näheres s. Norm.



**DIN 51524-1 Druckflüssigkeiten – Hydrauliköle – Hydrauliköl HL – Mindestanforderungen (Apr 2006)****DIN 51524-2 – Hydrauliköl HLP – Mindestanforderungen (Apr 2006)****DIN 51524-3 – Hydrauliköl HVLP – Mindestanforderungen (Apr 2006)**

Zum Betrieb von Hydraulikanlagen mit vorwiegend hydrostatischem Antrieb ohne besondere Anforderungen wird Hydrauliköl HL empfohlen. Treten dagegen hohe thermische Beanspruchungen auf, ist durch Wasserzutritt mit Korrosion zu rechnen oder ist Verschleißminderung bei Mischreibung erforderlich, ist der Einsatz von Hydrauliköl HLP mit entsprechenden Wirkstoffen, auch zum Erhöhen der Alterungsbeständigkeit erforderlich. Hydrauliköl HVLP ist für Hydraulikanlagen vorgesehen, für die darüber hinaus wegen eines erweiterten Temperatur-Einsatzbereiches Öle mit verringerter Abhängigkeit der Viskosität von der Temperatur erforderlich sind. Die einzelnen Hydraulikölytypen tragen Kennzahlen, die der ISO-Viskositätsklasse nach DIN 51919 entsprechen, s. Tab. 330.1. Die Kennzeichnung entspricht DIN 51502.

**Bezeichnungsbeispiele: Hydrauliköl DIN 51524 – HL 32; Hydrauliköl DIN 51524 – HLP 46; Hydrauliköl DIN 51524 – HVLP 68**

Hydraulikölytypen HL, HLP, HVLP: 10 15 22 32 46 68 100 150. Inhaltsangaben für Anforderungen s. Norm. Berichtigungen 1 zu allen 3 Teilen, Ausgabe September 2006, sind zu beachten.

**DIN EN 60296 Flüssigkeiten für elektrotechnische Anwendungen – Neue Isolieröle für Transformatoren und Schaltgeräte (Jan 2005)**

Diese Norm ist zugleich die VDE-Bestimmung VDE 0370-1 und die deutsche Fassung der IEC 60296.

Bei Ölen, die in elektrischen Geräten eingesetzt werden, kommt es im Wesentlichen auf die elektrischen Eigenschaften an, wie auf die Durchschlagspannung ( $\geq 50$  kV) und den dielektrischen Verlustfaktor ( $\leq 0,005$ ).

**8.7.2 Schmierfette**

Schmierfettgruppen und die Mindestanforderungen der Schmierfette für feinmechanisch-optische Geräte sind in DIN 58396-1 festgelegt, s. Norm.

Wie die Schmieröle, werden Schmierfette auch nach DIN 51502 durch Kennbuchstaben, Zahlen und Symbole gekennzeichnet. Zusatzkennzahlen für Schmierfett zur Kennzeichnung der unteren Gebrauchstemperatur: –10 –20 –30 –40 –50 –60. Beispiel: Die Zusatzkennzahl –20 bedeutet eine untere Gebrauchstemperatur von –20 °C.

Tabelle 333.1 DIN 51502: Kennbuchstaben für Schmierfette auf Mineralölbasis (Kennfarbe: weiß)<sup>1)</sup> 2)

Schmierfettart	Kennbuchstaben
Schmierfette für Wälzlager, Gleitlager und Gleitflächen nach DIN 51825	K
Schmierfette für geschlossene Getriebe nach DIN 51826	G
Schmierfette für offene Getriebe, Verzahnungen (Haftschmierstoffe ohne Bitumen)	OG
Schmierfette für Gleitlager und Dichtungen	M

<sup>1)</sup> Schmierfette auf Synthesebasis werden in ihren Grundeigenschaften wie die Schmierstoffe auf Mineralölbasis gekennzeichnet, Näheres zur Kennzeichnung s. Norm.

<sup>2)</sup> Symbol: gleichseitiges Dreieck, s. Bild 334.1.

Tabelle 333.2 DIN 51502: Zusatz-Kennbuchstaben (ZKB) für Schmierfette

ZKB	obere Gebrauchstemperatur <sup>1)</sup>	Verhalten gegenüber Wasser <sup>2)</sup>
C	+60 °C	0 oder 1
D		2 oder 3
E	+80 °C	0 oder 1
F		2 oder 3
G	+100 °C	0 oder 1
H		2 oder 3
K	+120 °C	0 oder 1
M		2 oder 3
N	+140 °C	nach Vereinbarung
P	+160 °C	
R	+180 °C	
S	+200 °C	
T	+220 °C	
U	über +220 °C	

<sup>1)</sup> Die obere Gebrauchstemperatur ist gleich der höchsten Prüftemperatur, Näheres s. Norm.

<sup>2)</sup> Bewertungsstufe nach DIN 51807-1: 0 bedeutet keine Veränderung; 1 bedeutet geringe Veränderung; 2 bedeutet mäßige Veränderung; 3 bedeutet starke Veränderung.

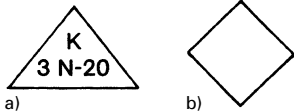


Bild 336.1 a) Symbol für Schmierfette auf Mineralölbasis. Schmierfett K 3 N-20 (Mineralölbasis): Kennbuchstabe K nach Tab 333.1, Konsistenzklasse (NLGI-Klasse) 3, Zusatz-Kennbuchstabe N nach Tab. 333.2, untere Gebrauchstemperatur von  $-20^{\circ}\text{C}$ .  
b) Symbol für Schmierfette auf Synthesebasis

### DIN 51818 Schmierstoffe – Konsistenz-Einteilung für Schmierfette – NLGI-Klassen (Dez 1981)

Unter Konsistenz eines Schmierstoffes versteht man seine Verformbarkeit. Sie wird in einer vom National Lubrication Grease Institute (NLGI) herausgegebenen Klassifikation beschrieben. Sie gilt für Schmierfette, deren Walkpenetration in Grenzen von 85 bis 475 Einheiten liegt (1 Einheit entspricht 0,1 mm). Die Walkpenetration nach DIN ISO 2137 ist ein konventionelles Maß für die Verformbarkeit (s. Norm). Der Bereich der Konsistenzbeurteilung reicht demnach von fließend, für die NLGI-Klasse 000, bis hart, für die NLGI-Klasse 6.

**NLGI-Klassen/Walkpenetration:** 000/445 bis 475 00/400 bis 430 0/355 bis 385 1/310 bis 340 2/265 bis 340 3/220 bis 250 4/175 bis 205 5/130 bis 169 6/85 bis 115.

### DIN 51825 Schmierstoffe – Schmierfett K – Einteilung und Anforderungen (Jun 2004)

Schmierfette K, die aus Mineralöl und/oder Syntheseöl sowie einem Dickungszusatz bestehen, dienen der Schmierung von Wälzlagern, Gleitlagern und Gleitflächen. Sie müssen den NLGI-Klassen 1 bis 4 nach DIN 51818 entsprechen: Konsistenzkennzahl/Walkpenetration (1 Einheit entspricht 0,1 mm) 1/310 bis 340 2/265 bis 340 3/220 bis 250 4/175 bis 205, Näheres s. Norm. Schmierfett K mit Wirkstoffen zum Herabsetzen der Reibung und des Verschleißes im Mischreibungsgebiet werden zusätzlich mit dem Buchstaben (P) gekennzeichnet und mit Feststoff-Zusätzen mit dem Buchstaben (F).

**Bezeichnungsbeispiel** Schmierfett K, Konsistenzkennzahl 1, Zusatz-Kennbuchstabe G und Zusatzkennzahl -20 nach DIN 51502: **Schmierfett DIN 51825 – K 1 G -20**.

Die Norm umfasst Fette für Einsatztemperaturen von  $-60^{\circ}\text{C}$  bis  $\geq 220^{\circ}\text{C}$ . Anhaltsangaben für Anforderungen s. Norm.

### DIN 51826 Schmierstoffe – Schmierfett G – Einteilung und Anforderungen (Jan 2005)

Schmierfette G, die aus Mineralöl und/oder Syntheseöl sowie einem Dickungszusatz bestehen, dienen der Schmierung von geschlossenen Getrieben. Dabei handelt es sich vorwiegend um Tauchschmierung. Sie müssen den NLGI-Klassen 000 bis 2 nach DIN 51818 entsprechen: Konsistenzkennzahl/Walkpenetration (1 Einheit entspricht 0,1 mm) 000/445 bis 475 00/400 bis 430 0/355 bis 385 1/310 bis 340 2/265 bis 340, Näheres s. Norm. Für Schmierfett G gelten die Zusatz-Kennbuchstaben C bis K, s. Tab. 333.2. Schmierfett G mit Wirkstoffen zum Herabsetzen der Reibung und des Verschleißes im Mischreibungsgebiet werden zusätzlich mit dem Buchstaben (P) gekennzeichnet und mit Feststoff-Zusätzen mit dem Buchstaben (F), z. B. GP oder GF.

**Bezeichnungsbeispiel** Schmierfett G, Konsistenzkennzahl 00, Zusatz-Kennbuchstabe E und Zusatzkennzahl -30 nach DIN 51502: **Schmierfett DIN 51826 – G 00 E -30**.

Anhaltsangaben für Anforderungen s. Norm.

# 9 Technische Produktdokumentation und Technisches Zeichnen<sup>1,2)</sup>

Bearbeitet von M. Kaufmann

Die Gesamtheit aller technischen Informationen, bezogen auf die Lebensphasen eines Produktes, die in Dokumenten festgelegt sind, wird mit der Benennung „Technische Produktdokumentation“ zusammengefasst. Hierzu gehören im Wesentlichen neben den technischen Zeichnungen und Stücklisten auch solche Dokumente, die z. B. während der Marktanalyse entstehen, aber auch Lasten- und Pflichtenhefte, Vertragsunterlagen mit technischem Inhalt sowie Arbeitsanweisungen, Ersatzteillisten, Freigabedokumente, Gebrauchsanweisungen usw.

## 9.1 Dokumentationsystematik

- DIN 6789-1** Dokumentationssystematik – Teil 1: Aufbau Technischer Produktdokumentationen (Sep 1990)
- DIN 6789-2** – Teil 2: Dokumentensätze Technischer Produktdokumentationen (Sep 1990)
- DIN 6789-3** – Teil 3: Änderungen von Dokumenten und Gegenständen, Allgemeine Anforderungen (Sep 1990)
- DIN 6789-4** – Teil 4: Inhaltliche Gliederung Technischer Produktdokumentationen (Okt 1995) (s. Norm)
- DIN 6789-5** – Teil 5: Freigabe in der Technischen Produktdokumentation (Okt 1995) (s. Norm)
- DIN 6789-6** – Teil 6: Verfälschungssicherheit digitaler technischer Dokumentation (Mai 1998)
- DIN ISO 15226** Technische Produktdokumentation – Lebenszyklusmodell und Zuordnung von Dokumenten (Okt 1999)

Die Normen beschreiben sowohl eine Systematik als auch die benötigten Benennungen für eine einheitliche Verwaltung der Informationsträger. Hierbei werden anwendungsbezogene Gliederungen von Dokumentationen entweder für eine konventionelle oder für eine elektronische Datenverwaltung berücksichtigt.

Eine typische strukturelle Gliederung des Informationsinhaltes von Technischen Zeichnungen und Stücklisten zeigt Bild 336.1.

Die Zusammenstellung von Unterlagen zu einer technischen Dokumentation verlangt ein Ordnungsprinzip. Die anwendungsorientierte Zusammenfassung von Unterlagen geschieht mittels Ordner und entsprechenden Inhaltsverzeichnissen, in denen die Anwendung (z. B. für die Errichtung, Inbetriebnahme usw.) festgehalten wird. Auf den Einzelunterlagen wird die Anwendung nicht angegeben.

Die Dokumentation beginnt mit einem Deckblatt, das das Projekt kennzeichnet, gefolgt von einem Inhaltsverzeichnis. Die Zusammengehörigkeit der Ordner ist durch Beschriftung kenntlich zu machen.

Entsprechend ist bei magnetischen Datenträgern und optischen Speicherplatten zu verfahren. Zusätzlich müssen bei elektronischen Archivierungsmedien Vorkehrungen getroffen werden, mit denen der Nachweis erbracht wird, dass die Dokumente nicht nachträglich geändert wurden.

In DIN ISO 15226 ist ein Verfahren zur Festlegung von produktspezifischen Lebenszyklen und die Zuordnung und Anwendung von Dokumenten in den einzelnen Aktivitäten beschrieben. Nachdem eine Aktivitätenmatrix nach den Phasen des Lebenszyklus in Beziehung zu den Organisationseinheiten des Unternehmens aufgestellt ist, können die benötigten Dokumente den Aktivitäten zugeordnet und effizient sowie transparent gehandhabt werden.

<sup>1)</sup> DIN-Taschenbuch 2: Zeichnungswesen 1, DIN-Taschenbuch 148: Zeichnungswesen 2 und DIN-Taschenbuch 256: Technisches Zeichnen 3 – Bauwesen, Beuth Verlag GmbH, Berlin, Wien, Zürich.

<sup>2)</sup> s. auch [www.natg.din.de](http://www.natg.din.de)

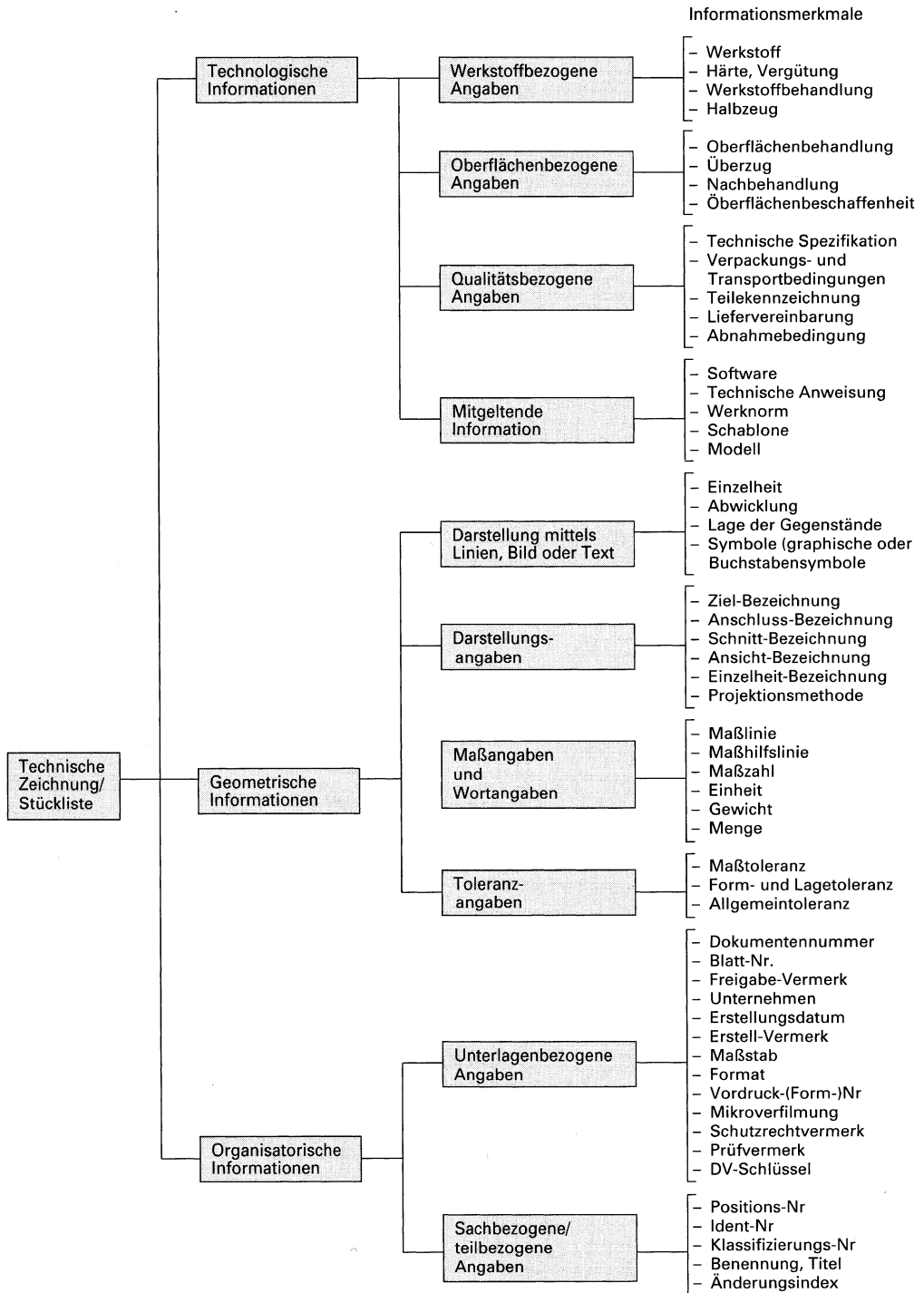


Bild 336.1 Gliederung der Informationen in Zeichnungen und Stücklisten

## 9.2 Strukturierung technischer Produkte und technischer Produktdokumentationen

**DIN ISO/TS 16952-1 Technische Produktdokumentation-Referenzkennzeichensystem – Teil 1: Allgemeine Anwendungsregel (Mrz 2007)**

**DIN 6779-2 Kennzeichnungssystematik für technische Produkte und technische Produktdokumentation – Teil 2: Kennbuchstaben – Hauptklassen und Unterklassen für Zweck oder Aufgabe von Objekten (Jul 2004)**

Die Kennzeichnungssystematik nach DIN 6779 und DIN ISO/TS 16952-1 steht im Einklang mit DIN EN 61346-1 Strukturierungsgrundlagen und Kennzeichnung, die Strukturierungsbeispiele folgender Aspekte beschreibt: Funktion (was tut der betrachtete Gegenstand?), Konstruktion (wie setzt sich der Gegenstand zusammen?), Einsatzort (wo befindet sich der Gegenstand innerhalb einer Anlage?).

Da die gewünschte Information und somit die Strukturierung von Gegenständen innerhalb eines Systems (einer Anlage) vom jeweiligen Betrachtungsstandpunkt abhängt, erfordert dies eine hierauf abgestimmte Struktur.

Für alle Phasen des Produktlebenszyklus (z. B. Planung, Entwicklung, Beschaffung, Fertigung) von technischen Produkten ist ein einheitliches Kennzeichnungssystem zur Identifizierung von Anlagen und Gruppen, Einzelteilen sowie deren Dokumentation erforderlich. Dieses Kennzeichnungssystem dient auch zur Bezeichnung nach Aufgabe, Funktion, Art und Einsatzort. Für alle Fachbereiche (Maschinenbau, Elektrotechnik, Schiffbau usw.) ist das Kennzeichnungssystem anwendbar.

Die Kennzeichnung erfolgt entsprechend der Aufgabenstellung mit Kennzeichnungsblöcken, die einzeln oder in hierarchischer Kombination angewendet werden. Die Kennzeichnungsblöcke werden durch Vorzeichen unterschieden (Bild 337.1).

<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">*</span> – Gemeinsame Zuordnung	<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">-</span> – Gegenstand (Betriebsmittel)
<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">==</span> – Funktion	<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">:</span> – Anschluss
<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">=</span> – Anlage	<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">;</span> – Signal
<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">++</span> – Aufstellungsort	<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">&amp;</span> – Dokumentenart
<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">+</span> – Einbauort	

Bild 337.1 Vorzeichen für Kennzeichnungsblöcke

Die Kennzeichnungsblöcke sind in Gliederungsstufen unterteilt, die aus einem oder mehreren Abschnitten bestehen. Von links nach rechts werden die Betrachtungseinheiten kleiner.

Jeder Abschnitt besteht aus höchstens 3 Datenstellen, die im Regelfall abwechselnd alphabetisch (A) und numerisch (N) aufgebaut sind (Bild 337.2).

Der Kennzeichnungsblock „Aufstellungsort“ kann weiter unterteilt werden in Räume und Bereiche.

Der Block „Einbauort“ kennzeichnet Baueinheiten wie z. B. Pulte, Schränke oder Apparate.

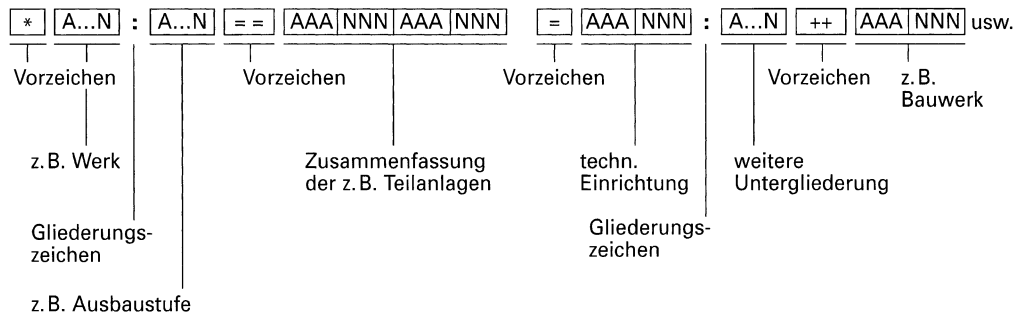


Bild 337.2 Zusammenfassung mehrerer Kennzeichnungsblöcke

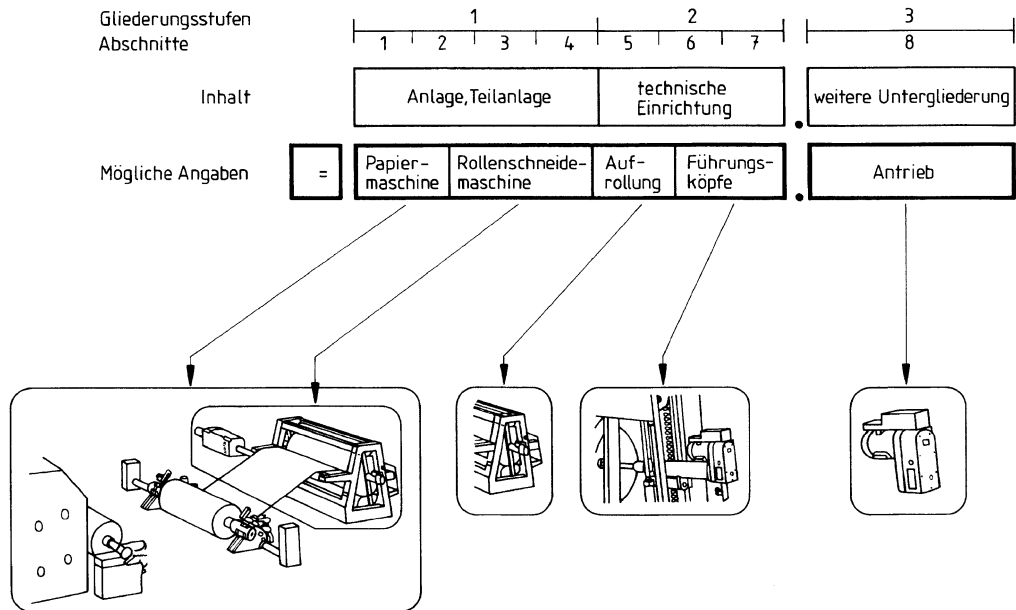


Bild 338.1 Antrieb für die Aufrollenrichtung einer Papiermaschine

Der Block „Gegenstand, Betriebsmittel“ kennzeichnet den Gegenstand sowie seine anwendungsbezogene Zuordnung (wird in Fachnormen festgelegt).

Als Beispiel für mögliche Angaben, Inhalt und Gliederungsstufen im Kennzeichnungsblock „Anlage“ s. Bild 338.1.

### 9.3 Benennungen, Formate, Blattgrößen, Vordrucke, Maßstäbe, Ausführungsrichtlinien

**DIN 199-1 Technische Produktdokumentation – CAD-Modelle, Zeichnungen und Stücklisten – Teil 1: Begriffe (Mrz 2002)**

**DIN 199-3 – Teil 3: Stücklisten-Verarbeitung, Begriffe in Schlüsselssystemen (Aug 1978)**

**DIN 199-4 – Teil 4: Änderungen (Okt 1981)**

**DIN 199-5 – Teil 5: Stücklisten-Verarbeitung, Stücklistenauflösung (Okt 1981)**

Die Benennung „Zeichnung“ diente früher als Sammelname oder in Verbindung mit anderen Wörtern zum Benennen von zeichnerischen Darstellungen und Unterlagen, die nach Art der Anfertigung, des Inhalts oder des Zweckes unterschieden wurden, wobei keine dieser Benennungen einen Vorzug hatte.

Neuere Diskussionen haben gezeigt, dass mit der zunehmenden Anwendung des rechnerunterstützten Zeichnens eine Unterscheidung zwischen der Zeichnung als reines Darstellungsmittel und der Zeichnungs-Unterlage als Informationsträger notwendig ist. Die für das Zeichnungswesen wichtigen Gegenstände können sowohl in Stücklisten aufgeführt als auch in Zeichnungs-Unterlagen dargestellt sein. Gegenstände, die in anderer Weise so eindeutig beschrieben sind, dass für deren Anfertigung keine Zeichnung erforderlich ist, werden OZ-Teile genannt. OZ ist die Kurzform für (Teile) „Ohne Zeichnung“. Gegenstände im Sinne dieser Normen können nach DIN 2330 sowohl materiell (z. B. Erzeugnisse, Gruppen, Teile, Unterlagen) als auch immateriell (Zeichnungen, Anweisungen, Funktionsmerkmale, Hinweise) sein.

Im Folgenden werden Begriffe aufgeführt, die den Zusammenhang verdeutlichen.

**Computer Aided Design (CAD)** ist das rechnerunterstützte Konstruieren oder Entwerfen von Bauteilen.

Ein **dreidimensionales CAD-Modell** ist der dreidimensionale Anteil der auf einem CAD-System vorliegenden Teilbeschreibung.

*Anmerkung:* Jeder Punkt der dargestellten Geometrie wird durch drei Koordinaten definiert. Es entsteht somit eine räumliche Darstellung, die das Teil in seiner realen Form abbildet. Die CAD-3D-Modelle können in verschiedenen Beschreibungsformen vorliegen: Kanten- bzw. Drahtmodell, Flächenmodell, Volumen- bzw. Solidmodell.

Ein **zweidimensionales CAD-Modell** ist ein CAD-Modell, das ein Teil zweidimensional darstellt.

*Anmerkung:* Ein zweidimensionales CAD-Modell ist entweder als CAD-Zeichnung oder in einer Ebene des dreidimensionalen Raums (nur für rotationssymmetrische Teile sinnvoll) darstellbar.

Eine **technische Zeichnung** ist eine Zeichnung in der für technische Zwecke erforderlichen Art und Vollständigkeit.

Zur erforderlichen Art gehört z. B. das Einhalten von Darstellungsregeln; zur erforderlichen Vollständigkeit gehören ggf. Maßeintragungen, technische Hinweise, Tabellen u. Ä.

Eine **Zeichnung** ist eine aus Linien bestehende bildliche Darstellung.

Diese Definition ist unabhängig davon, auf welchem Zeichnungsträger sich die Darstellung befindet. Zeichnungsträger können z. B. sein: Tafel, Papier, Film, Bildschirm.

Ein **Zeichnungs-Satz** ist die Gesamtheit aller für einen bestimmten Zweck zusammengestellten Zeichnungen.

*Anmerkung:* „Ein bestimmter Zweck“ wird oft die vollständige Darstellung eines Gegenstandes sein; ein Zeichnungs-Satz kann sich aber auch auf die zur Instandhaltung benutzten Dokumente beschränken.

Eine **Hauptzeichnung** ist die Darstellung eines Produktes in seiner obersten Strukturstufe.

Ein **Erzeugnis** ist ein durch Produktion entstandener gebrauchsfähiger bzw. verkaufsfähiger Gegenstand.

Eine **Gruppe** ist ein aus zwei oder mehr Teilen und/oder Gruppen niedrigerer Ordnung bestehender Gegenstand.

Eine Gruppe kann in sich geschlossen sein (montiert) oder als „Gruppe loser Teile“ bestehen.

Eine **Gesamtzeichnung** (Gruppenzeichnung) ist eine Zeichnung, die eine Anlage, ein Bauwerk, eine Maschine, ein Gerät oder eine Gruppe von Teilen vollständig darstellt.

Eine **Anordnungszeichnung** ist eine technische Zeichnung, die die räumliche Lage von Gegenständen zueinander darstellt.

Die Anordnungszeichnung braucht nicht maßstäblich zu sein. Die Benennung Lageplan wird synonym angewendet.

Ein **Teil** ist ein Gegenstand, für dessen weitere Aufgliederung aus der Sicht des Anwenders dieses Begriffes kein Bedürfnis besteht.

Kennzeichnende Merkmale dieses Begriffes kommen durch Wortkombinationen zum Ausdruck (z. B. Ersatzteil, Roh- teil).

Ein **Einzelteil** ist ein Teil, das nicht zerstörungsfrei zerlegt werden kann.

Eine **Einzelteil-Zeichnung** ist eine technische Zeichnung, die ein Einzelteil ohne die räumliche Zuordnung zu anderen Teilen darstellt.

In eindeutigen Fällen dürfen Einzelteil-Zeichnungen auch Teil-Zeichnungen genannt werden.

Die **Positionsnummer** ist eine Nummer, die den in Stücklisten aufgeführten, auf Zeichnungen dargestellten Gegenständen als ordnendes Merkmal zugeordnet ist.

Die **Stückliste** ist ein für den jeweiligen Zweck vollständiges, formal aufgebautes Verzeichnis für einen Gegenstand, das alle zugehörigen Gegenstände unter Angabe von Bezeichnung (Benennung, Sachnummer), Menge und Einheit enthält.

Kennzeichnende Merkmale dieses Begriffes dürfen durch Wortkombinationen zum Ausdruck kommen (z. B. Baukasten-Stückliste). Verzeichnisse, die sich nicht auf die Menge 1 von Gegenständen beziehen, oder Auszüge aus Stücklisten werden als Listen bezeichnet (z. B. Auftrags-Liste, Ersatzteil-Liste).

Die **Baukasten-Stückliste** ist eine Stücklistenform, bei der in einer Stückliste alle Teile und Gruppen der nächsttieferen Stufe aufgeführt sind.

Besteht eine Position einer Baukasten-Stückliste aus einer Gruppe, so besteht für diese Gruppe eine eigene Stückliste (einstufige Aufgliederung; mehrstufige Aufgliederung s. Struktur-Stückliste).

Alle Baukasten-Stücklisten eines Enderzeugnisses bilden einen Stücklisten-Satz. Die Baukasten-Stückliste des Enderzeugnisses darf als „Haupt-Stückliste“ bezeichnet werden.

Die **Struktur-Stückliste** ist eine Stücklistenform, die zur Darstellung der Erzeugnisstruktur mit allen Gruppen und Teilen dient, wobei jede Gruppe jeweils bis zu ihrer niedrigsten Stufe aufgegliedert ist.

Die (mehrstufige) Gliederung der aufgeführten Gruppen und Teile entspricht in der Regel dem geplanten Zusammenbaufluss (einstufige Aufgliederung s. Baukasten-Stückliste).

Enthält eine Position für eine Gruppe in einer Struktur-Stückliste z. B. die Stückzahl 4, so werden alle zu dieser Gruppe gehörenden Teile mit dem Mengenfaktor 4 multipliziert.

Die **Benennung** ist der Name für einen Gegenstand.

Die Benennung dient nicht zur Identifizierung eines bestimmten Gegenstandes, sondern dazu, eine Vorstellung von seinen Eigenschaften und/oder Merkmalen zu vermitteln. Die Gegenstände sind möglichst nach ihrer Art und/oder Gestalt zu benennen und nur dann nach ihrer Funktion, wenn sie auch künftig nur zweckgebunden verwendet werden.

Die **Bezeichnung** ist die Zusammenfassung von Benennung und weiteren identifizierenden Merkmalen.

Es ist zu unterscheiden zwischen auf Zeichnungen dargestellten Teilen, bei denen sich die Bezeichnung aus Benennung und Sachnummer zusammensetzt, und Teilen, die ohne Angabe einer Fertigungs-Zeichnung in der Stückliste aufgeführt werden (z. B. Norm- und Katalogteile). Bei Normteilen besteht die Bezeichnung aus Benennungs-Block und Identifizierungs-Block (DIN 820-2).

Bei Fremtteilen kann anstelle der lieferantenspezifischen Kurzbezeichnung die Sachnummer stehen.

Die **Menge** ist die Angabe über die Anzahl der Einheiten von Gegenständen.

Bei Stücklisten gilt die Menge (für eine Position) für den im Schriftfeld genannten Gegenstand.

**Einheit.** Für Stücklisten gelten die Einheiten nach DIN 1301-1 sowie die Einheit „Stück“.

Die **Sachnummer** ist die identifizierende Nummer eines Gegenstandes (einer Sache).

Bei Bedarf kann unterschieden werden zwischen Teilenummer und Nummer für Unterlagen (z. B. Zeichnungsnummer, Stücklistennummer), DIN 6763-1, s. Norm.

## DIN EN ISO 216 Schreibpapier und bestimmte Gruppen von Drucksachen – Endformate – A- und B-Reihen und Kennzeichnung der Maschinenlaufrichtung (Mrz 2006)

### DIN 476-2 Papier-Endformate; C-Reihe (Feb 1991)

**Formate.** Maße von Ablagen für Zeichnungs-Unterlagen und Schriftgut und damit auch der Büromöbel hängen von den Formaten ab.

#### Aufbau der Formatordnung

Das Formatsystem ist auf folgender Grundlage aufgebaut:

a) **Häftungsgesetz:** Die Normalreihe (regulär abgeleitete Formate) wird aus einer Folge von Formaten gebildet, die dadurch entsteht, dass das nächstgrößte Format parallel zur kleinen Seite in zwei gleiche Teile unterteilt wird. Die Flächen zweier aufeinander folgender Formate verhalten sich demnach wie 2:1 (s. Bild 340.1).

b) **Ähnlichkeitssatz:** Alle Formate einer Reihe sind einander geometrisch ähnlich (s. Bild 340.2). Dar- aus ergibt sich folgende Gleichung für die Seiten  $x$  und  $y$  eines Formates

$$y : x = \sqrt{2} : 1 = 1,414$$

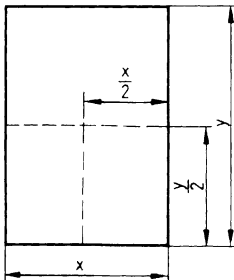


Bild 342.1 Das Häftungsgesetz

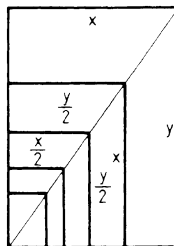


Bild 342.2 Der Ähnlichkeitssatz

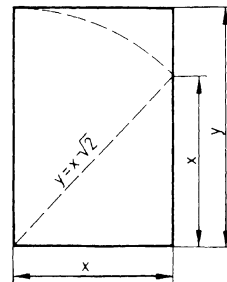


Bild 342.3 Das Prinzip der Proportionalität



Tabelle 341.1 A-Reihe mit Format 4 A0 und 2 A0

Kurzzeichen	Format in mm
4 A0	1682 × 2378
2 A0	1189 × 1682
A0 <sup>1)</sup>	841 × 1189
A1	594 × 841
A2	420 × 594
A3	297 × 420
A4	210 × 297
A5	148 × 210
A6	105 × 148
A7	74 × 105
A8	52 × 74
A9	37 × 52
A10	26 × 37

<sup>1)</sup> Ausgangsformat

Nach dem Prinzip der Proportionalität (s. Bild 342.3) ist demnach das Verhältnis zwischen den Seiten  $x$  und  $y$  gleich dem Verhältnis zwischen der Seite eines Quadrates und dessen Diagonale.

Die Formate basieren auf dem metrischen Maßsystem. Das Ausgangsformat (A0) der Hauptreihe (ISO-A-Reihe) hat eine Fläche von  $1 \text{ m}^2$ ; daraus ergibt sich die folgende Gleichung

$$x \cdot y = 1 \text{ m}^2$$

Aus den o. g. Gleichungen ergeben sich folgende Maße für die Seiten des Ausgangsformates der A-Reihe:  $x = 0,841 \text{ m}$ ,  $y = 1,189 \text{ m}$ .

Eine Zusatzreihe (ISO-B-Reihe) genügt der Bedingung, dass die geometrischen Mittelwerte von jeweils zwei aufeinander folgenden Formaten der A-Reihe ermittelt werden.

### DIN EN ISO 7200 Technische Produktdokumentation – Datenfelder in Schriftfeldern und Dokumentenstammdaten (Mai 2004)

#### DIN 6771-2 Vordrucke für technische Unterlagen – Teil 2: Stückliste (Feb 1987)

#### DIN EN ISO 5457 Formate und Gestaltung von Zeichnungsvordrucken (Jul 1999)

Eine Bedingung für die Übertragung und Darstellung von Informationen ist, dass die Datenfelder in Bezug auf Feldname, Inhalt der Information und Anzahl der Zeichen definiert sind.

Wenn Dokumentenverwaltungssysteme benutzt werden, differieren die für Datenfelder geltenden Bedingungen zu einem gewissen Grad von denen, die für nicht-computerunterstützte Dokumentenverwaltungssysteme gelten. Ein Datenfeld kann zur gleichen Zeit z. B. Teil von mehreren verschiedenen Dokumentenarten sein, da es möglich ist, den Inhalt mittels Computer durch Funktionen wie das Wie-

Tabelle 341.2 Identifizierende Datenfelder in Schriftfeldern

Feldname	Sprachenabhängig	Empfohlene Anzahl der Zeichen
Gesetzlicher Eigentümer	–	Nicht festgelegt
Sachnummer	Nein	16
Änderungsindex	Nein	2
Ausgabedatum	Nein	10
Abschnitts-/Blattnummer	Nein	4
Anzahl der Abschnitte/Blätter	Nein	4
Sprachenzeichen	Nein	4 pro Sprache

Tabelle 341.3 Beschreibende Datenfelder in Schriftfeldern

Feldname	Sprachenabhängig	Empfohlene Anzahl der Zeichen
Titel	Ja	25/30
Zusätzlicher Titel	Ja	2 × 25/30

Tabelle 341.4 Administrative Datenfelder in Schriftfeldern

Feldname	Sprachenabhängig	Empfohlene Anzahl der Zeichen
Verantwortliche Abteilung	Nein/Ja <sup>1)</sup>	10
Technische Referenz	Nein/Ja <sup>1)</sup>	20
Genehmigende Person	Nein/Ja <sup>1)</sup>	20
Ersteller	Nein/Ja <sup>1)</sup>	20
Dokumentenart	Ja	30
Klassifikation/Schlüsselwörter	Nein/Ja <sup>1)</sup>	Nicht festgelegt
Dokumentenstatus	Ja	20
Seitenzahl	Nein	4
Seitenanzahl	Nein	4
Papierformat	Nein	4

<sup>1)</sup> „Ja“, um die Darstellungen unterschiedlicher Alphabetarten zu unterstützen.

derauffinden, Änderung, Verbindung usw. zu übertragen. Wenn sich diese Funktionen eines Systems zufrieden stellend verhalten sollen, müssen die Informationen in korrekter Weise in das entsprechende Datenfeld eingegeben werden. Aus diesem Grund enthalten computerunterstützte Systeme normalerweise mehr dauerhafte Datenfelder als es für papierbasierte Systeme üblich ist.

In dieser Norm wurde das Grundprinzip für den Umgang mit digitalisierten Dokumenten übernommen. Die Anzahl von Datenfeldern im Schriftfeld wurde auf ein Mindestmaß begrenzt. Andere Datenfelder dagegen werden dynamisch behandelt und nur dann außerhalb des Schriftfeldes angegeben, wenn sie notwendig sind, z. B. Maßstab, Projektionssymbol, Toleranzen, Oberflächenangaben.

### Anordnung von Schriftfeldern

Die Position von Schriftfeldern auf technischen Zeichnungen ist in ISO 5457 festgelegt. Für Textdokumente gibt es keine ISO-Vorgabe.

Die Bilder 342.1 und 342.2 zeigen Beispiele für Schriftfelder, die sowohl in Zeichnungen als auch in Textdokumenten verwendet werden können.

Die Gesamtbreite ist 180 mm, sodass es auf eine A4-Seite mit den Randausrichtungen 20 mm (links) und 10 mm (rechts) passt. Das gleiche Schriftfeld ist auch für alle anderen Papiergrößen zu verwenden.

Verantwortliche Abt. ABC 2	Technische Referenz Patricia Johnson	Dokumentenart Teil-Zusammenbauzeichnung		Dokumentenstatus freigegeben			
Gesetzlicher Eigentümer	Erstellt durch: Jane Smith	Titel, zusätzlicher Titel Grundplatte		AB123 456-7			
	Genehmigt von: David Brown	Komplett mit Haltern		Änd. A	Ausgabedatum 2002-05-14	Spr. de	Blatt 1/5
180 mm							

Bild 342.1 Schriftfeld in Kompaktform mit maximalem Platz für den sachlichen Inhalt des Dokuments

Verantwortl. Abt. ABC 2	Technische Referenz Patricia Johnson	Erstellt durch Jane Smith	Genehmigt von David Brown				
Gesetzlicher Eigentümer	Dokumentenart Teil-Zusammenbauzeichnung		Dokumentenstatus freigegeben				
	Titel, Zusätzlicher Titel Grundplatte Komplett mit Haltern		AB123 456-7				
		Änd. A	Ausgabedatum 2002-05-14	Spr. en	Blatt 1/5		
180 mm							

Bild 342.2 Schriftfeld, bei dem die Felder mit Personen-Namen in einer zusätzlichen Zeile angeordnet sind. Das Feld für den gesetzlichen Eigentümer ist dadurch größer. In dem freien Feld oben rechts können Klassifikationen, Schlüsselwörter usw. eingetragen werden

In der Serien- und Massenfertigung wird jedes Teil einzeln auf einer Zeichnungsunterlage dargestellt. Nach Hauptzeichnungen werden die Teile zu Gruppen und diese zum ganzen Erzeugnis gefügt. Eine Stückliste enthält die zur Gruppe gehörenden Teile. Die Gruppen, aus denen das Erzeugnis besteht, werden in einer Haupt-Stückliste aufgeführt. Bild 343.4 zeigt einen Zeichnungsvordruck, Bild 343.1 das Schriftfeld für Zeichnungsunterlagen, Bild 343.3 die Stückliste.

Das Grundschriftfeld kann durch aufgesetzte Zusatzfelder erweitert werden, in die im Bedarfsfall Eintragungen für Auftraggeber, Auftragsausführende usw. untergebracht werden können (s. Norm). Für Änderungen, Beschreibungen usw. lässt sich mit den am Rande stehenden Buchstaben und Zahlen (s. Bild 343.4) das betroffene Feld (Planquadrat) bezeichnen.

Beim Ausfüllen der Stückliste enthält jede Eintragung eine Positionsnummer (s. Bild 343.3), auch wenn sie mehrere Zeilen beansprucht. Normteile können am Schluss hintereinander angegeben werden. Die Stückzahl gilt für einen Gegenstand (Teil, Gruppe), so wie diese in der zur Stückliste gehörenden Zeichnung dargestellt ist. Untergeordnete Gruppen mit eigener Stückliste werden wie ein Teil behandelt. Die Benennung wird stets in der Einzahl angegeben. In die Spalte „Bemerkungen“ werden ergänzende Angaben eingetragen.

Das Wort „Sachnummer“ besagt, dass auch das Teil, also eine Sache, mit der „Zeichnungsnummer“ bezeichnet werden kann.

Bei Teilen, die durch ihre Maße bestimmt sind und keiner Zeichnung bedürfen, z. B. OZ-Teile, wird je nach Untemeh-mensorganisation verschieden verfahren.

Bei Anwendung der Stückliste Form A erscheinen Werkstoffangaben auf der Teilzeichnung. Benötigt die Arbeitsvorbereitung Angaben über Werkstoff, Rohmaße usw., so kann eine Liste mit den gewünschten Spalten zusätzlich erstellt werden.

In DIN 6771-2 sind die folgenden Stücklisten genormt:

**Stückliste Form A** (s. Bild 343.3). Sie besteht aus dem Schriftfeld für Pläne und Listen und einem darüber angeordneten Stücklistenfeld.

1	2	3	4	5	6	7	8
Pos	Menge	Einheit	Benennung	Sachnummer/Norm-Kurzbezeichnung	Werkstoff	kg/Einheit	Bemerkung

Bild 343.1 Stückliste Form B

Tabelle 343.2 Zeichnungsvordrucke, Maße

Format-Kurzzeichen	Maße beschnitten
A0	841 × 1189
A1	594 × 841
A2	420 × 594
A2.0	420 × 1189
A2.1	420 × 841
A3	297 × 420
A3.0	297 × 1189
A3.1	297 × 841
A3.2	297 × 594
A4	210 × 297

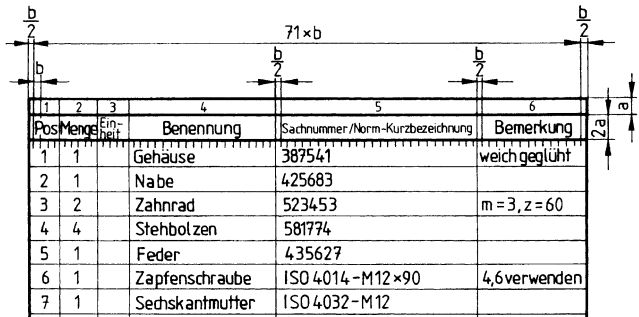
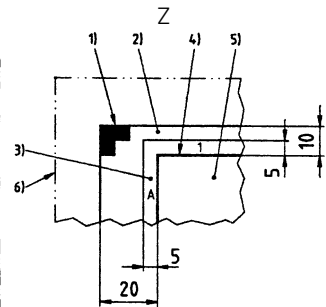
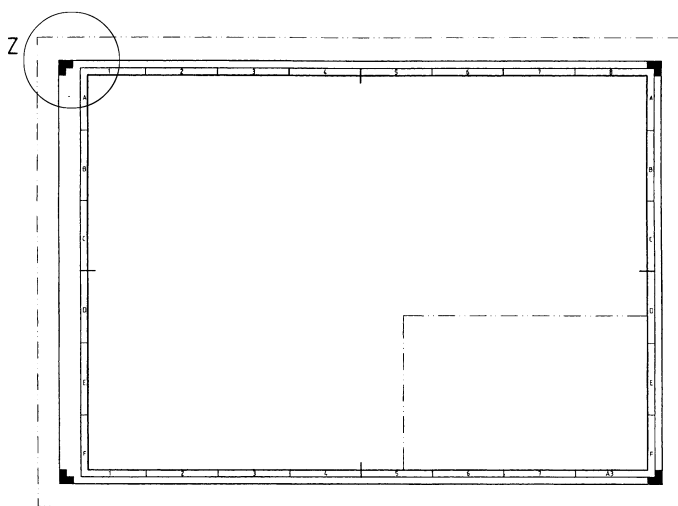


Bild 343.3 Stückliste Form A



- 1) Schneide-Kennzeichen
- 2) beschnittenes Format
- 3) Feldeinteilungs-Rahmen
- 4) Rahmen der Zeichenfläche
- 5) Zeichenfläche
- 6) unbeschnittenes Format

Bild 343.4 Zeichnungsvordruck A3 unbeschnitten, Bezeichnung der Ränder

**Stückliste Form B** (s. Bild 343.1). Sie besteht aus dem Schriftfeld für Pläne und Listen und einem darüber angeordneten Stücklistenfeld, das gegenüber Form A um weitere notwendige Spalten erweitert worden ist.

DIN EN ISO 5457 enthält Beispiele für die Gestaltung der Zeichnungsvordrucke einschließlich der Festlegungen für Ränder und Begrenzungen (s. Bild 343.4) sowie für Mittenmarkierungen und Feldeinteilungen. Die Größen für Endformate, ausgewählt aus der Hauptreihe A nach DIN EN ISO 216, sind in Tab. 343.2 angegeben.

Die einzelnen Felder sind von oben nach unten mit Großbuchstaben und von links nach rechts mit Zahlen gekennzeichnet. Die Länge der Felder beträgt 50 mm, beginnend an den Symmetrieachsen des beschnittenen Formats (Mittenmarkierung). Beim Format A4 wird die Feldeinteilung nur am oberen und linken Rand angebracht. Die Anzahl der Felder ist formatabhängig.

### DIN ISO 5455 Technische Zeichnungen – Maßstäbe (Dez 1979)

Es sind folgende Maßstäbe genormt: natürliche Größe 1:1, für Verkleinerungen 1:2, 1:5 bzw. jeweils vielfache davon; für Vergrößerungen 2:1, 20:1 sowie 5:1 und 50:1.

Im Schriftfeld der Zeichnungs-Unterlage sind der Hauptmaßstab in großer und die übrigen Maßstäbe in kleiner Schrift anzugeben; letztere sind bei den zugehörigen Darstellungen zu wiederholen. Bei Vergrößerungen (5:1 und 10:1) kleiner Teile wird empfohlen, eine Darstellung in natürlicher Größe ohne Maße hinzuzufügen.

### DIN 824 Faltung auf Ablageformat (Mrz 1981)

Zweck der genormten Faltung ist, das Schriftfeld bei einghefteter Zeichnungsunterlage sichtbar zu haben und diese ohne Lösen der Heftung entfalten zu können (s. Bild 344.1).

Neben der Handfaltung mit ausgefaltetem Heftrand (Form A) enthält die Norm auch Faltungen ohne Heftrand und solche, an deren linker Seite im Bedarfsfall Heftstreifen angeklebt werden können (Form B) sowie Hinweise auf das maschinelle Falten.

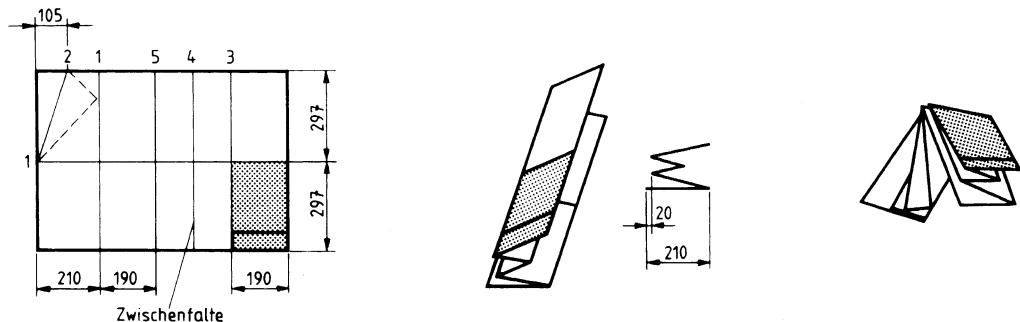


Bild 344.1 Faltung Form A, Beispiel A1

### DIN ISO 16016 Technische Produktdokumentation – Schutzvermerke zur Beschränkung der Nutzung von Dokumenten und Produkten (Mai 2002)

Das Bestehen und der Umfang des Schutzes von Dokumenten und Produkten richten sich primär nach den gesetzlichen Bestimmungen des gewerblichen Rechtsschutzes und Urheberrechtes. Über den gesetzlich vorgesehenen Schutz hinaus empfehlen sich zusätzliche Sicherungen durch die Anwendung von Schutzvermerken, um einer missbräuchlichen Verwertung von Dokumenten und Produkten entgegenzuwirken.

Die Norm legt Schutzvermerke für Dokumente und Produkte fest, deren Nutzung beschränkt und deren missbräuchlicher Nutzung vorgebeugt werden soll.

Schutzvermerke sollen mit Hilfe eines einheitlichen Textes auf die Existenz von Urheberrechten oder gewerblichen Schutzrechten aufmerksam machen und verdeutlichen, dass der Rechtsinhaber den gegebenen gesetzlichen Schutz in vollem Umfang in Anspruch nimmt und die Verwertung von Dokumenten und Produkten auch über den Rahmen des gesetzlichen Schutzes hinaus einschränken möchte.

Zum zusätzlichen Schutz des Inhaltes bzw. der Information wird empfohlen, auf Dokumenten den folgenden Schutzvermerk anzubringen:

„Weitergabe sowie Vervielfältigung dieses Dokuments, Verwertung und Mitteilung seines Inhalts sind verboten, soweit nicht ausdrücklich gestattet. Zuwiderhandlungen verpflichten zu Schadenersatz. Alle Rechte für den Fall der Patent-, Gebrauchsmuster- oder Geschmacksmustereintragung vorbehalten.“

An die Stelle des Wortes Dokument darf auch die konkrete Benennung (z. B. Zeichnung, Bedienungsanleitung usw.) für das betreffende Dokument gesetzt werden, wenn dies im Einzelfall notwendig erscheint. Die Nutzungseinschränkung für ein Dokument kann gegebenenfalls durch eine schriftliche Einwilligung des Schutzrechtsinhabers aufgehoben werden.

## 9.4 Bildliche Darstellung

Projektionsmethoden s. DIN ISO 10209-2 – Technische Zeichnungen; Projektionen, Begriffe – (s. Norm). Die Projektionsmethode 1 (Normalprojektion) wird vorwiegend angewendet, weiterhin kommen axonometrische Projektionen, z. B. Isometrie und Dimetrie zur Anwendung.

**DIN ISO 128-30 Technische Zeichnungen – Allgemeine Grundlagen der Darstellung – Teil 30: Grundregeln für Ansichten (ISO 128-30:2001) (Mai 2002)**

**DIN ISO 128-40 – Teil 40: Grundregeln für Schnittansichten und Schnitte (ISO 128-40:2001) (Mai 2002)**

In Gesamtzeichnungen/Gruppenzeichnungen (s. DIN 199-1) werden die Gegenstände i. Allg. in ihrer Gebrauchslage dargestellt. In Teil-Zeichnungen sind Gegenstände, die in beliebiger Lage verwendet werden, z. B. Bolzen, Wellen, Schrauben, Buchsen, bevorzugt in der Fertigungslage darzustellen.

DIN ISO 128-30 legt die allgemeinen Grundsätze für die Darstellung von Ansichten in allen Arten von technischen Zeichnungen (mechanische Technik, Elektrotechnik, Architektur, Tiefbau usw.) in Orthogonalprojektion nach ISO 5456-2 fest.

Die aussagefähigste Ansicht eines Gegenstandes muss unter Berücksichtigung z. B. seiner Gebrauchslage, Fertigungs- oder Einbaulage als Vorder- oder Hauptansicht benutzt werden.

Jede Ansicht, mit Ausnahme der Vorder- oder Hauptansicht (Ansicht, Grundriss, Prinzipzeichnung) muss deutlich mit einem Großbuchstaben gekennzeichnet sein, der in der Nähe des Bezugspfeils, der die Betrachtungsrichtung der entsprechenden Ansicht angibt, wiederholt wird. Unabhängig von der Betrachtungsrichtung ist der Großbuchstabe immer senkrecht, bezogen auf die Leserichtung der Zeichnung, anzuordnen und entweder oberhalb oder rechts von der Pfeillinie einzutragen.

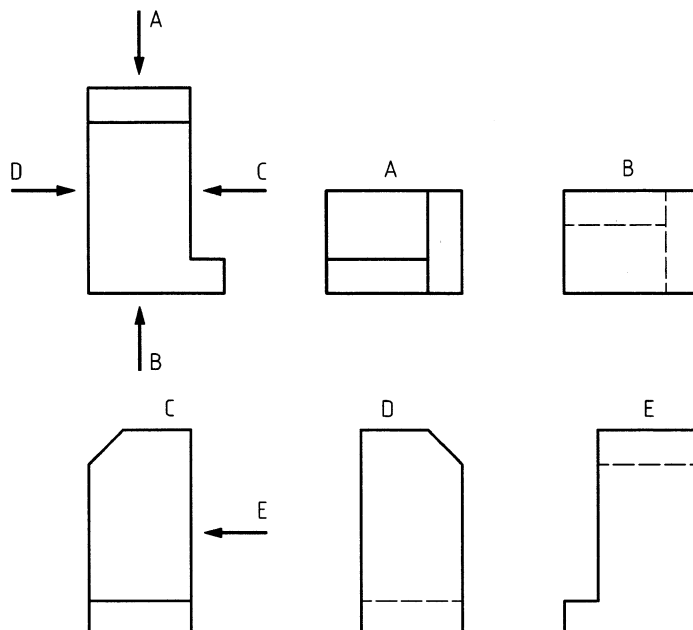


Bild 345.1 Kennzeichnung der zugehörigen Ansichten

Die gekennzeichneten Ansichten dürfen beliebig zur Hauptansicht angeordnet werden. Die Großbuchstaben, die die zugehörigen Ansichten kennzeichnen, müssen unmittelbar oberhalb der entsprechenden Ansichten angeordnet sein (s. Bild 347.1).

Wenn weitere Ansichten (einschließlich Schnittansichten und Schnitte) benötigt werden, sind diese nach den folgenden Grundsätzen auszuwählen:

- die Anzahl der Ansichten (Schnittansichten und Schnitte) ist auf das notwendige Maß zur eindeutigen und vollständigen Bestimmung des Gegenstandes zu beschränken;
- die Notwendigkeit von verdeckt darzustellenden Umrissen und Kanten ist zu vermeiden;
- die unnötige Wiederholung eines Details ist zu vermeiden.

Für die Anordnung der Ansicht von oben (Grundriss) und der übrigen Ansichten gilt, dass jeder Gegenstand nach den durch Bild 346.1 festgelegten Grundsätzen abzubilden ist (Projektionsmethode 1). Die Projektionsmethode 3 ist im Bild 346.2 dargestellt.

Zum Kennzeichnen der angewendeten Methode wird bei Bedarf, z. B. in Zeichnungen für überseeische Länder, das in Betracht kommende Kennzeichen (graphisches Symbol) (s. Bild 346.3 oder 346.4) in der Nähe des Zeichnungsschriftfeldes eingetragen.

Auch um schrägliegende Kanten darf geklappt werden, damit das wirkliche Bild entsteht (s. Bild 346.5).

Einfache Darstellungen aus einer zur Zeichenfläche senkrechten Ebene, z. B. Armquerschnitte oder Profile, können in schmalen Volllinien in eine Ansicht eingezeichnet werden (s. Bild 346.6); vereinfacht können z. B. auch Löcher und Lochkreis eines Flansches dargestellt werden (s. Bild 346.5). Im Allg. genügen die Vorderansicht, Draufsicht und eine Seitenansicht (s. Bild 347.1). Oft ist ein Gegenstand schon aus 2 Ansichten klar erkennbar (s. Bild 346.6). Für runde Körper genügt meist die Vorderansicht weil das Durchmesserzeichen vor der Maßzahl (s. DIN 406-11) die Kreisform kennzeichnet, sinngemäß gilt dies für quadratische Körper. Muss, z. B. bei Platzmangel, von der in Bild 346.1 festgelegten Darstellung abgewichen werden, so ist die Blickrichtung durch Pfeil und Großbuchstaben anzugeben (s. Bild 347.2). Die Wortangaben „Ansicht“, „Einzelheit“ und „Schnitt“ werden nicht geschrieben.

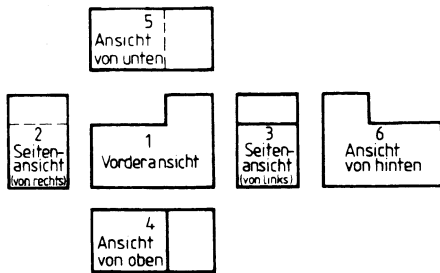


Bild 346.1 Darstellen eines Gegenstandes nach der Projektionsmethode 1

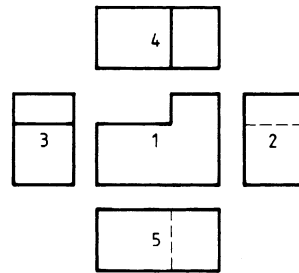


Bild 346.2 Darstellen des Gegenstandes aus Bild 346.1 nach der Projektionsmethode 3; Rückansicht rechts neben 2 (entspr. Bild 348.1)

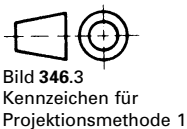


Bild 346.3 Kennzeichen für Projektionsmethode 1

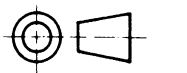


Bild 346.4 Kennzeichen für Projektionsmethode 3

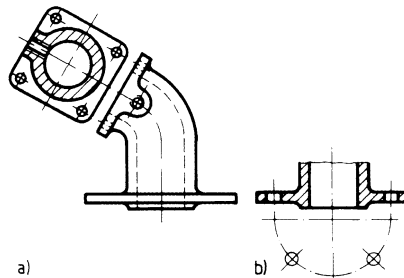


Bild 346.5 Klappen eines Gegenstandes um eine schrägliegende Kante. Lochkreis und Löcher vereinfacht dargestellt

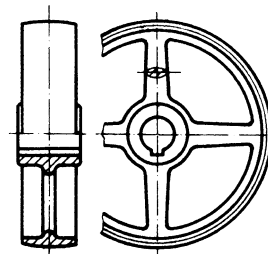


Bild 346.6 Darstellung in abgebrochener Vorderansicht und einer Seitenansicht im Halbschnitt, Armquerschnitt vereinfacht dargestellt

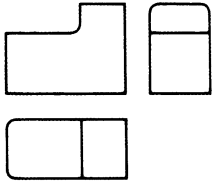


Bild 347.1 Beispiel eines Körpers, der in drei Ansichten eindeutig dargestellt ist

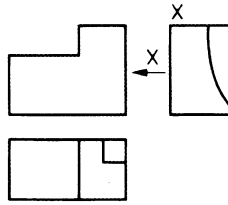


Bild 347.2 Kennzeichnen einer von Bild 346.1 abweichenden Darstellung; letzte Buchstaben des ABC bevorzugt

Schnittdarstellungen werden angewendet, wenn die Ansichten einen Gegenstand nicht erschöpfend wiedergeben. Ein Schnitt ist die gedachte Zerlegung eines Gegenstandes durch eine oder mehrere Ebenen senkrecht zur Zeichenebene. Die in der Schnittebene liegenden Flächen werden Schnittflächen genannt.

Der Schnittverlauf wird, wenn er nicht klar erkennbar ist, durch eine breite Strichpunktlinie (Schnittlinie) nach DIN ISO 128-24 gekennzeichnet, die gerade oder geknickt sein kann. Kurz vor den Enden der Strichpunktlinie geben Pfeile (Spitze auf der Schnittlinie) die Blickrichtung an (s. Bilder 347.3, 347.4 u. Ä.).

Unterschieden wird: Vollschnitt (s. Bild 347.3 u. a.) und Halbschnitt, der bei symmetrischen Körpern, z. B. Rundkörpern, entweder unter der waagerechten Mittellinie (s. Bild 346.6) oder rechts von der

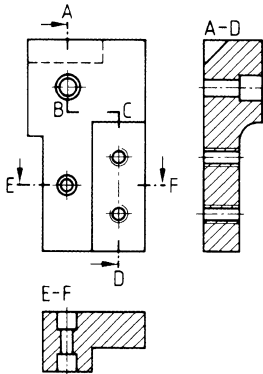


Bild 347.3 Vollschnitt mit Kennzeichnung des Schnittverlaufs

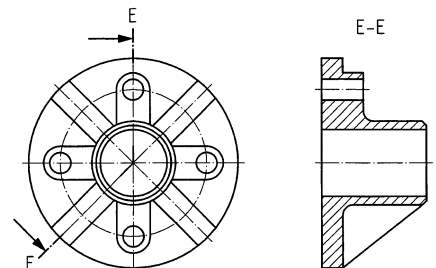


Bild 347.4 Schnitt in zwei sich schneidenden Ebenen

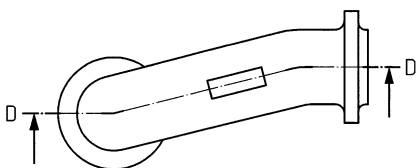
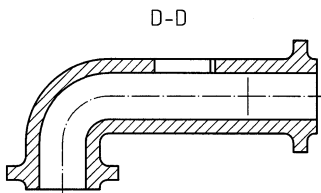


Bild 347.5 Schnitt in drei benachbarten Ebenen (Im Schnitt erscheint der Bereich der schrägliegenden Ebene als Projektion)

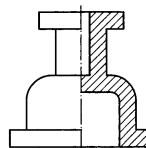


Bild 347.6 Halbschnitt symmetrischer Teile

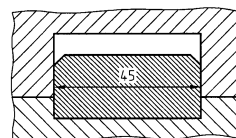


Bild 347.7 Schraffur unterbrochen durch Beschriftung

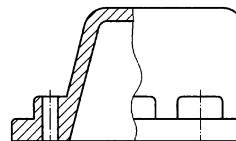
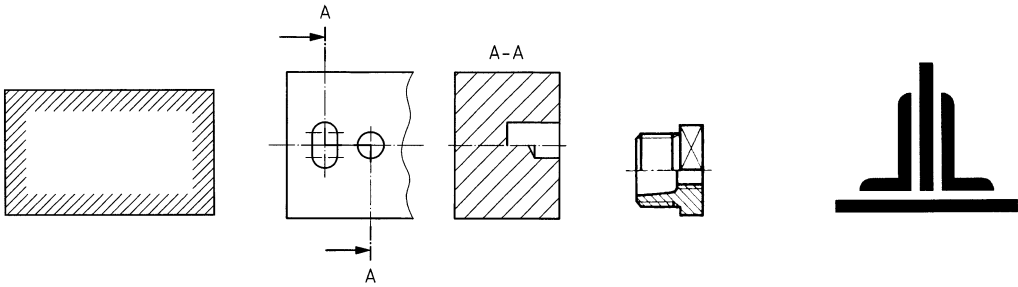


Bild 347.8 Teilschnittansicht



**Bild 348.1**  
Schraffiert Randzone  
längs der Umrisslinie  
einer großen Fläche

**Bild 348.2**  
Schraffur einer Schnittfläche der  
parallelen Schnittansichten oder  
Schnitte

**Bild 348.3**  
Halbschnitt mit  
Körperkante auf  
Mittellinie

**Bild 348.4**  
Schmale aneinander  
grenzende Schnitt-  
flächen

senkrechten (s. Bild 347.6) gekennzeichnet wird, sowie Teilschnitt, auch Teilausschnitt (s. Bild 347.7) oder Ausbruch (s. Bilder 347.5, 347.7) genannt. Ein Ausbruch wird durch Freihandlinien (s. Bild 347.8) begrenzt. Ist die Kennzeichnung eines Schnittverlaufs nötig, so werden Anfang und Ende sowie zwecks guter Übersicht meist auch etwaige Knickstellen der Schnittlinie mit Großbuchstaben versehen (s. Bild 347.3), die in Leserichtung (nach DIN 406-11) der Zeichnung stehen. Zulässig sind auch gleiche Großbuchstaben für einen Schnitt (A–A usw.), falls das ABC verbraucht ist, auch A1, B1, C1 usw. Schnittflächen werden mit schmalen Volllinien möglichst unter 45° zur Achse oder zu den Hauptumrissen schraffiert; der Linienabstand ist der Schnittflächenengröße anzupassen. Alle Schnittlinien desselben Teiles haben gleiche Schraffur (s. Bilder 348.1 und 348.2). Angrenzende Schnittflächen verschiedener Teile werden unterschiedlich schraffiert: Schraffurlinien anders gerichtet und/oder mit verschiedenem Abstand (s. Bild 348.5). Bei großen Schnittflächen kann die Schraffur auf die Randzone beschränkt bleiben (s. Bild 348.1). Für Maßzahlen usw. ist die Schraffur zu unterbrechen (s. Bild 347.7). Angrenzend dargestellte Schnittflächen zweier paralleler Schnittebenen desselben Teils mit gleichartiger Schraffur zeigt Bild 348.2.

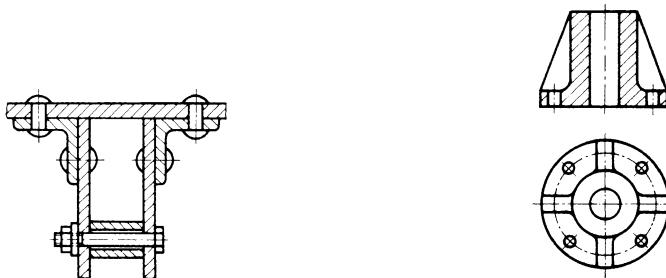
Eine Körperkante, die bei einem Schnitt nach Bild 348.3 auf der Mittellinie liegt, ist wie in einer Ansicht darzustellen.

Schmale Schnittstellen werden geschwärzt, aneinander stoßende sind in geringem Abstand zu zeichnen (s. Bild 348.4).

In der Schnittebene liegende Rippen, Speichen, Niete, Schrauben usw. nicht längs geschnitten zeichnen (s. Bilder 348.6 und 348.5). Flansche mit Naben und Löchern sowie ähnliche Teile werden nach Bild 348.6 ohne Angabe des Schnittverlaufs dargestellt. Niete, Schrauben, Bolzen werden nicht längs geschnitten gezeichnet. Mehrere Schnitte durch eine Welle (z. B. Nockenwelle) dürfen nach Bild 349.1 angeordnet werden.

Schnitte werden projektionsgerecht angeordnet (s. Bild 348.6). Abweichende Anordnungen sind zu erläutern, z. B.: Schnitt E–F um 30° nach links gedreht. Schnitte von Schnitten sind nur in Sonderfällen anzuwenden, z. B. für einen Teilschnitt des Vollkörpers (s. Bild 348.3).

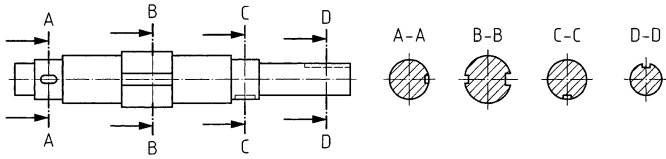
Gegenstände können zwecks Ersparnis an Zeichenarbeit und/oder an Zeichenfläche mit unterbrochener Ansicht dargestellt werden, mit Freihandlinien oder Zickzacklinien nach DIN ISO 128-24 als Bruch-



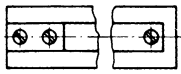
**Bild 348.5** Verschiedene Teile in einer  
Schnittebene

**Bild 348.6** Vollschnitt eines Flansches o. dgl. mit Rippen  
und Löchern

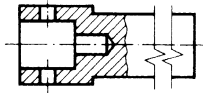




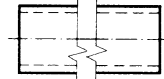
**Bild 349.1** Anordnung mehrerer aufeinander folgender Schnitte durch eine Welle



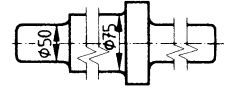
**Bild 349.2** Langer Gegenstand, abgebrochen dargestellt (Zickzacklinie darf auch angewendet werden)



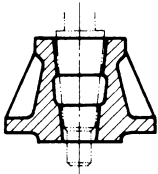
**Bild 349.3** Voller Rundkörper, abgebrochen und im Ausbruch; Durchdringung vereinfacht dargestellt



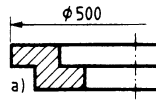
**Bild 349.4** Hohler Rundkörper, abgebrochen, nicht geschnitten dargestellt



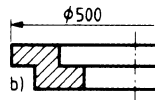
**Bild 349.5** Rundkörper abgebrochen



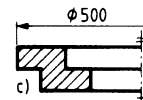
**Bild 349.6** Benachbartes Teil in schmaler Strich-Zweipunktlinie eingezeichnet



a) abgebrochen mit Bruchlinie



b) unvollständig ohne Bruchlinie



c) Körperkante bis zur Symmetrielinie (Symmetrie durch zwei kurze parallele Striche, schmale Volllinien, gekennzeichnet)

**Bild 349.7** Symmetrisches Teil (hier Rundkörper) im Schnitt vereinfacht dargestellt

linien (s. Bilder 349.2 bis 349.5). Die unterbrochene Darstellung mit Bruchlinie darf bei Rundkörpern angewendet werden, bei denen aus der Maßeintragung oder einer Seitenansicht die Form eindeutig zu erkennen ist.

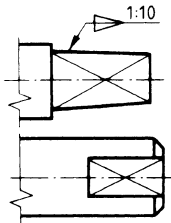
Auf flach verlaufenden Durchdringungskurven bei der Durchdringung von Zylindern mit wesentlich verschiedenen Durchmessern kann verzichtet werden (s. Bild 349.3).

Lichtkanten (als schmale Volllinien gezeichnet) gerundeter Übergänge enden vor den Körperkanten (s. Bild 347.5); Biegelinien werden bis an die Körperkante gezogen (s. Abschn. 8, DIN 6935).

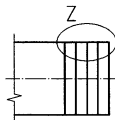
Beim Einzeichnen benachbarter Teile (s. Bild 349.6) wird das Hauptteil auch an den scheinbar verdeckten Stellen durch breite Volllinien, das benachbarte Teil durch schmale Strich-Zweipunktlinien dargestellt.

Vereinfachte Darstellung symmetrischer Körper (mit entsprechender Maßeintragung nach DIN 406) s. Bild 349.7.

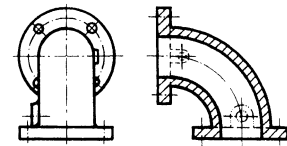
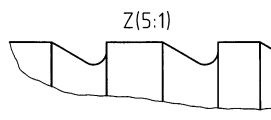
Ebene Flächen müssen durch ein Diagonalkreuz (schmale Volllinie) gekennzeichnet werden, wenn eine zweite Ansicht fehlt (s. Bild 349.8); ist diese vorhanden, so darf das Diagonalkreuz zusätzlich angewendet werden.



**Bild 349.8** Diagonalkreuz kennzeichnet ebene Flächen



**Bild 349.9** Bauteile in einem größeren Maßstab (der Maßstab ist stets anzugeben)



**Bild 349.10** Vor der Schnittebene liegende Einzelheit in schmaler Strich-Zweipunktlinie eingezeichnet (unteres Auge)

Was im Maßstab der Zeichnung nicht deutlich veranschaulicht und bemaßt werden kann, wird als Einzelheit im vergrößerten Maßstab herausgezeichnet (s. Bild 349.9). Dieses Bild ist in der Nähe der Umrahmung (schmale Volllinie) anzuordnen, das durch einen Großbuchstaben gekennzeichnet wird. Empfohlen wird, dafür einen der letzten Buchstaben des Alphabets zu wählen.

Vor der Schnittebene liegende Einzelheiten werden in schmalen Strich-Zweipunktlinien dem Schnitt beigefügt (s. Bild 349.10).

### DIN ISO 6433 Positionsnummern (Sep 1982)

Positionsnummern werden mindestens eine Schriftgröße größer als Maßzahlen geschrieben, neben oder in das Bild gesetzt und möglichst im Uhrzeigersinn angeordnet (s. Bild 350.1). Hinweislinien sind nach DIN 406-11 schräg aus der Darstellung zu ziehen.

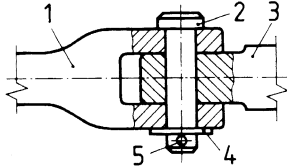


Bild 350.1 Positionsnummern in Zusammenbau-Zeichnungen

Für zwei spiegelbildliche Teile genügt in Ausnahmefällen (z. B. Einzelanfertigung) eine Darstellung mit entsprechender Erläuterung, z. B.: Teil 2 wie Teil 1, jedoch als Spiegelbild (entgegengesetzt, wie gezeichnet). Zu empfehlen ist, besonders bei großen Teilen, zusätzlich neben dem Schriftfeld beide Teile in den Hauptumrissen verkleinert darzustellen und den spiegelbildlichen Unterschied (Anschlussfläche o. dgl.) hervorzuheben.

Wenn nötig, z. B. in Gruppenzeichnungen, können Werkstoffe durch Schraffuren nach **DIN ISO 128-50** (s. Norm) gekennzeichnet werden; das ist aber kein Ersatz für präzise Werkstoffangaben im Schriftfeld oder in der Stückliste.

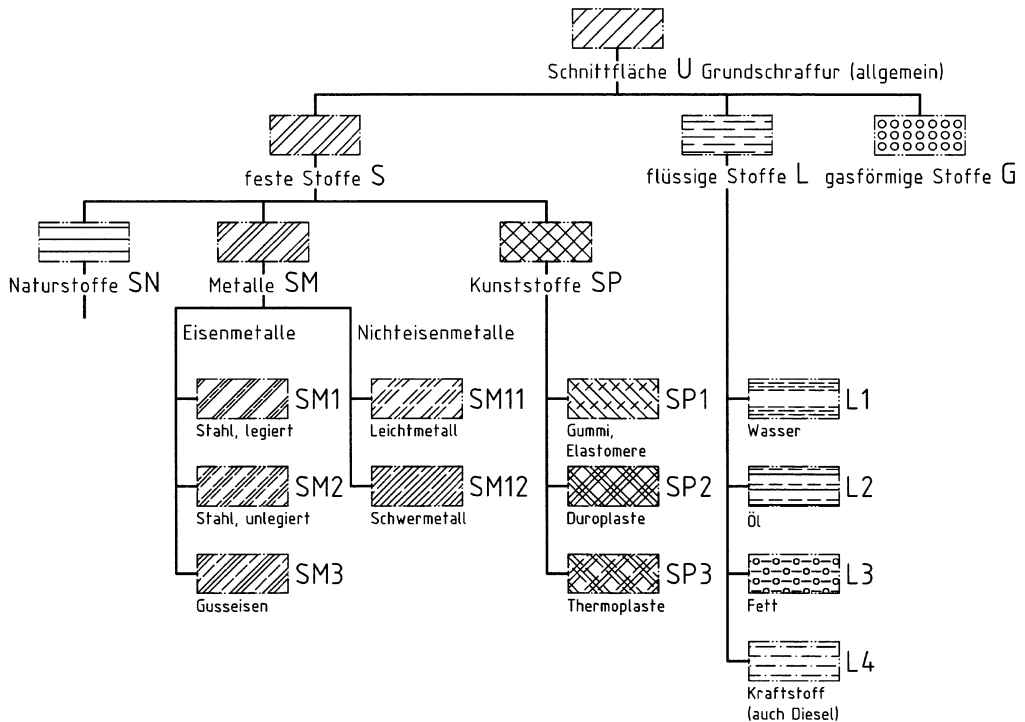


Bild 350.2 Schraffuren nach DIN ISO 128-50

**DIN ISO 5456-3 Technische Zeichnungen – Projektionsmethoden – Teil 3: Axonometrische Darstellungen (ISO 5456-3:1996) (Apr 1998)**

**DIN ISO 10209-2 Technische Produktdokumentation – Begriffe – Teil 2: Begriffe für Projektionsmethoden; identisch mit ISO 10209-2:1993 (Dez 1994) (s. Norm)**

Axonometrische Darstellungen sind einfache bildliche Darstellungen, die durch Projizieren des darzustellenden Gegenstandes von einem im Unendlichen liegenden Punkt (Projektionszentrum) auf eine einzelne Projektionsebene (im Regelfall die Zeichenfläche) entstehen. Diese Art der parallelen Projektion ergibt in einer Ansicht drei sichtbare Körperhauptebenen, wenn auch in verzerrter Form.

Unter den vielen Möglichkeiten der axonometrischen Darstellung sind nur einige für Zeichnungen in allen Gebieten der Technik (Mechanik, Elektrotechnik, Bauwesen usw.) empfohlen, insbesondere sind dies die isometrische und die dimetrische Projektion.

Die Koordinatenachsen X, Y, Z sind mit Großbuchstaben anzugeben. Für alle weiteren Angaben (z. B. Maße) in Tabellen oder Zeichnungen sind zur besseren Unterscheidung Kleinbuchstaben (x, y, z) anzuwenden.

Die isometrische Projektion ist die rechtwinklige Axonometrie, bei der die Projektionsebene drei gleiche Winkel mit den drei Koordinatenachsen X, Y und Z bildet (Bild 351.1). Daraus ergibt sich, dass

- die drei Hauptebenen als (formverzerrte) Flächen dargestellt sind,
- die senkrechten Kanten weiterhin senkrecht verlaufen,
- die rechtwinklig zu den senkrechten Kanten liegende Körperkante unter 30° zur Horizontale,
- die Kanten (Höhe, Länge, Breite) in ihren Maßen verhältnismäßig abgebildet sind (Bild 351.2).

Die isometrische Axonometrie gibt allen drei Flächen des Würfels dieselbe visuelle Bedeutung. Ein Beispiel für eine Maßeintragung für eine isometrische Projektion ist in Bild 351.3 dargestellt.

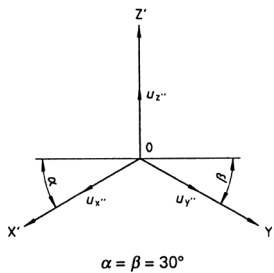


Bild 351.1 Isometrisches Koordinatensystem

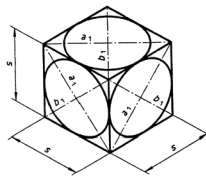


Bild 351.2 Isometrische Projektion. Darstellung eines Würfels mit drei Ansichten

Länge der Ellipsenachsen  
 $a_1 = \sqrt{\frac{3}{2}} s = 1,22 s$   
 $b_1 = \sqrt{\frac{1}{2}} s = 0,71 s$

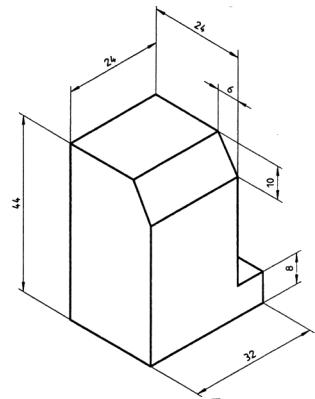


Bild 351.3 Isometrische Projektion. Beispiel für Darstellung und Bemaßung

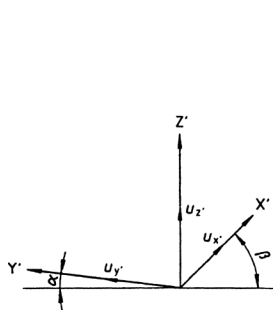


Bild 351.4 Dimetrisches Koordinatensystem

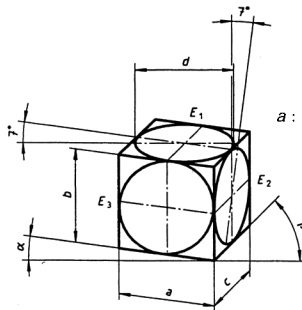


Bild 351.5 Dimetrische Projektion. Darstellung eines Würfels mit drei Ansichten

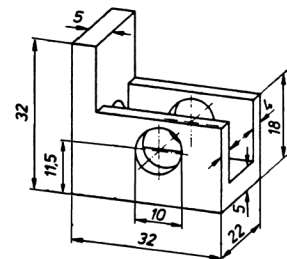


Bild 351.6 Dimetrische Projektion. Beispiel für Darstellung und Bemaßung

Die dimetrische Projektion wird angewendet, wenn eine Ansicht des darzustellenden Gegenstandes besonders wichtig ist. Die Projektion der drei Koordinatenachsen ist in Bild 351.4 angegeben. Die entstehende Darstellung hat folgende Eigenschaften:

- die drei Hauptebenen sind als (formverzerrte) Flächen dargestellt,
- die senkrechten Kanten verlaufen weiterhin senkrecht,
- die rechtwinklig zu den senkrechten Kanten liegenden Körperkanten verlaufen unter  $7^\circ$  und  $42^\circ$  zur Horizontale,
- die senkrechten Kanten und die unter  $7^\circ$  verlaufenden Kanten sind in ihren Maßen verhältnismäßig, die unter  $42^\circ$  verlaufenden sind ca. 1:2 verkürzt abgebildet.

Die dimetrische Projektion eines Würfels mit Kreisen, die auf den sichtbaren Seiten gezeichnet sind, ist in Bild 351.5, ein Beispiel für die Maßeintragung ist in Bild 351.6 dargestellt.

## 9.5 Linien und ihre Anwendung

**DIN EN ISO 128-20 Technische Zeichnungen – Allgemeine Grundlagen der Darstellung – Teil 20: Linien, Grundregeln (ISO 128-20:1996) (Dez 2002)**

**DIN EN ISO 128-21 – Teil 21: Ausführung von Linien in CAD-Systemen (ISO 128-21:1997) (Dez 1997)**

**DIN ISO 128-22 – Teil 22: Hinweis- und Bezugslinien, Grund- und Anwendungsregeln (Nov 1999)**  
(s. Norm)

**DIN ISO 128-24 – Teil 24: Linien in Zeichnungen der mechanischen Technik (Dez 1999)**

Teil 20 enthält Festlegungen zu Linienarten, ihre Bezeichnung und Konfiguration sowie allgemeine Regeln für das Zeichnen von Linien in technischen Zeichnungen, z. B. in Schemazeichnungen, Plänen oder Karten. Teil 21 gibt Verfahren zur Berechnung der wichtigsten Grundarten von unterbrochenen Linien und ihrer Linienelemente an, z. B. Strichlinien und Strich-Punktlinie). Formeln s. Norm.

In Zeichnungen der mechanischen Technik werden im Regelfall zwei Linienbreiten verwendet, wobei das Verhältnis der Linienbreiten 1:2 beträgt. Diese beiden Linienbreiten bilden eine Liniengruppe. Liniengruppen nach DIN ISO 128-24 sind in Tab. 352.1 angegeben; je nach Zeichnungsformat und Komplexität erfolgt die Auswahl einer Gruppe. Die Anwendung der Linienarten s. Tab. 353.1

Tabelle 352.1 Liniengruppen nach DIN ISO 128-24, Maße in mm

Liniengruppe	Linienbreiten für die Linien mit den Kennzahlen	
	01.2–02.2–04.2	01.1–02.1–04.1–05.1
0,25	0,25	0,13
0,35	0,35	0,18
0,5 <sup>1)</sup>	0,5	0,25
0,7 <sup>1)</sup>	0,7	0,35
1	1	0,5
1,4	1,4	0,7
2	2	1

<sup>1)</sup> Vorzugs-Liniengruppen

## 9.6 Maßeintragung, Passungs- und Toleranzangaben

Eine technische Zeichnung wird i. Allg. erst durch zweckmäßig eingetragene Maße brauchbar. Die Bemessung richtet sich nach Funktion, Herstellung oder Prüfung der Erzeugnisse.

Beispielsweise zeigt DIN 406-11 wie Maße von Bezugsebenen aus einzutragen sind; auf welche Ebene die Maße zu beziehen sind, kann nur von Fall zu Fall entschieden werden.

**DIN 406-10 Technische Zeichnungen – Maßeintragung – Begriffe, Allgemeine Grundlagen (Dez 1992)** (s. Norm)

**DIN 406-11 – Grundlagen der Anwendung (Dez 1992)**

**DIN 406-12 – Eintragung von Toleranzen für Längen- und Winkelmaße (ISO 406 modifiziert) (Dez 1992)**

Tabelle 353.1 Anwendung der Linienarten nach DIN ISO 128-24

Linie		Anwendung	
01.1	Volllinie, schmal 	.1 Lichtkanten bei Durchdringungen .2 Maßlinien .3 Maßhilfslinien .4 Hinweis- und Bezugslinien .5 Schraffuren .6 Umrisse eingeklappter Schnitte .7 Kurze Mittellinien .8 Gewindegrund .9 Maßlinienbegrenzungen	.10 Diagonalkreuze zur Kennzeichnung ebener Flächen .11 Biegelinien an Roh- und bearbeiteten Teilen .12 Umrahmungen von Einzelheiten .13 Kennzeichnung sich wiederholender Einzelheiten .14 Zuordnungslinien an konischen Formelementen .15 Lagerichtung von Schichtungen .16 Projektionslinien .17 Rasterlinien
	Freihandlinie, schmal 	.18 Vorzugsweise manuell dargestellte Begrenzung von Teil- oder unterbrochenen Ansichten und Schnitten, wenn die Begrenzung keine Symmetrie- oder Mittellinie ist <sup>1)</sup>	
	Zickzacklinie, schmal 	.19 Vorzugsweise mit Zeichenautomaten dargestellte Begrenzung von Teil- oder unterbrochenen Ansichten und Schnitten, wenn die Begrenzung keine Symmetrie- oder Mittellinie ist <sup>1)</sup>	
01.2	Volllinie, breit 	.1 Sichtbare Kanten .2 Sichtbare Umrisse .3 Gewindespitzen .4 Grenze der nutzbaren Gewindelänge	.5 Hauptdarstellungen in Diagrammen, Karten, Fließbildern .6 Systemlinien (Metallbau-Konstruktionen) .7 Formteilungslinien in Ansichten .8 Schnittpfeillinien
02.1	Strichlinie, schmal 	.1 Verdeckte Kanten	.2 Verdeckte Umrisse
02.2	Strichlinie, breit 	.1 Kennzeichnung von Bereichen mit zulässiger Oberflächenbehandlung	
04.1	Strich-Punktlinie (langer Strich), schmal 	.1 Mittellinien .2 Symmetrielinien	.3 Teilkreise von Verzahnungen .4 Lochkreise
04.2	Strich-Punktlinie (langer Strich), breit 	.1 Kennzeichnung von Bereichen mit (begrenzter) geforderter Oberflächenbehandlung, z. B. Wärmebehandlung	.2 Kennzeichnungen von Schnittebenen
05.1	Strich-Zweipunktlinie (langer Strich), schmal 	.1 Umrisse benachbarter Teile .2 Endstellungen beweglicher Teile .3 Schwerlinien .4 Umrisse vor der Formgebung .5 Teile vor der Schnittebene	.6 Umrisse alternativer Ausführungen .7 Umrisse von Fertigteilen in Rohteilen .8 Umrahmung besonderer Bereiche oder Felder .9 Projizierte Toleranzzone

<sup>1)</sup> Es wird empfohlen, nur eine dieser Linienarten in einer Zeichnung anzuwenden.

Die Norm erläutert die drei möglichen Bemaßungsarten der Zeichnungen, und zwar

a) die funktions-, b) die fertigungs- und c) die prüfbezogene Bemaßungsart und definiert sie.

Vor der Bemaßung hat der Konstrukteur die folgenden drei voneinander unabhängigen grundsätzlichen Überlegungen anzustellen:

- Das Ziel der Maßeintragung soll sein, unter Beachtung der auftretenden Toleranzen das funktionsgerechte Zusammenpassen bzw. -arbeiten der zueinander gehörenden Teile oder Gruppen sicherzustellen.
- Die für die Werkstatt bestimmte technische Zeichnung muss den Gegenstand nach seinen geometrischen Eigenschaften in dem in der Zeichnung dargestellten Endzustand eindeutig beschreiben.
- Die prüfbezogene Maßeintragung soll möglichst den Gesichtspunkt der direkten Nachprüfung durch Messen ohne Umrechnung sicherstellen.

Bei der Anfertigung von Zeichnungen sind meist alle drei Bemaßungsarten zu berücksichtigen.

Weitgehend berücksichtigt sind in dieser Ausgabe die für technische Zeichnungen geltenden ISO-Normen. Im Wesentlichen sind folgende Festlegungen zu beachten: Die Zeichen  $\varnothing$  (für Durchmesser),  $\square$  (für Quadrat) und R (für Radius) stehen vor der Maßzahl.

Die Zeichnung erhält, je nach dem Zweck (s. DIN 199-1), für den sie bestimmt ist, die Maße, die für den dargestellten Endzustand des Gegenstandes gelten. Der dargestellte Endzustand kann sowohl ein Roh-, ein Zwischen- als auch der Fertigzustand des Gegenstandes sein und sich gegebenenfalls auch auf eine Oberflächenbehandlung beziehen.

Welche Maße im Einzelfall einzutragen sind, hängt vom Bestimmungszweck der Zeichnung ab.

**Maßlinien** (s. Bild 354.1) werden i. Allg. rechtwinklig zu den Körperkanten oder parallel zu dem anzugebenden Maß angeordnet (s. Bild 354.2a bis d). Abstand von der Körperkante  $\approx 10$  mm, untereinander  $\approx 7$  mm.

Mittellinien und Kanten dürfen nicht als Maßlinien benutzt werden.

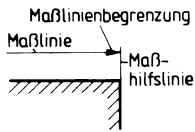


Bild 354.1 Maßlinien, Maßhilfslinien, Maßlinienbegrenzung (z. B. Pfeil)

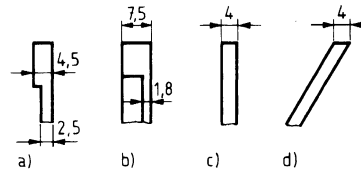


Bild 354.2 Anordnung der Maßlinien und Maßzahlen

Die **Maßlinie einer Bogenlänge oder eines Winkelmaßes** ist ein Kreisbogen, konzentrisch zum Körper oder um den Scheitelpunkt des Winkels liegend (s. Bilder 354.3 und 354.4); Sehnenmaß nach Bild 354.5.



Bild 354.3 Bogenmaß

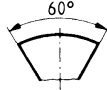


Bild 354.4 Winkelmaß



Bild 354.5 Sehnenmaß

Die Maßzahlen stehen entweder über der durchgezogenen Maßlinie oder dicht neben (hochgestellt) der Maßlinie (s. Bild 354.2a bis d). Gegebenenfalls sind Mittellinien (s. Bild 355.1), Maßhilfslinien und Schraffuren zu unterbrechen (s. Bild 347.7).

Mit **Maßhilfslinien** (s. Bilder 354.1 und 354.6) in gleicher Breite wie die Maßlinien (s. DIN ISO 128-24) wird ein Maß herausgezogen, das außerhalb der Körperkanten eingetragen werden muss. Maßhilfslinien stehen i. Allg. senkrecht zur Maßlinie und gehen 1 bis 2 mm über diese hinaus.

Maßhilfslinien dürfen nicht von einer Ansicht zur anderen durchgezogen und nicht für ein Maß aus zwei nebeneinander stehenden Ansichten herausgezogen werden. Sinngemäß gilt das auch für Mittellinien.

Maßhilfslinien dürfen, wenn es die Deutlichkeit erfordert, ausnahmsweise unter  $60^\circ$  stehen, wie bei den Kegeldurchmessern in Bild 354.7.

Nicht zu vermeidende **Bezugslinien für Maßzahlen** sind kurz zu halten; sie sollen schräg zur Darstellung stehen (s. Bild 355.1).

Bezugslinien sind versehen:

- mit einem Pfeil, wenn sie an einer Körperkante enden (s. Bild 355.1 und  $\varnothing 1$  in Bild 361.6)
- mit einem Punkt, wenn sie in einer Fläche enden (s. Bild 357.6)

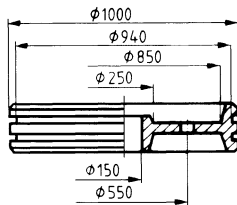


Bild 354.6 Maße mit Maßhilfslinien herausgezogen; gekürzte Maßlinien, etwas über die Mittellinie hinausgezogen

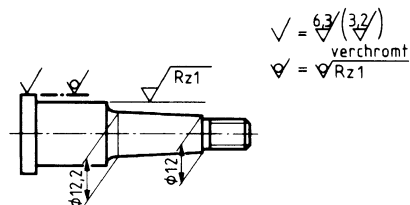


Bild 354.7 Maßhilfslinien unter  $60^\circ$ ; nur ausnahmsweise anwenden, Oberflächenangaben (Beispiel)

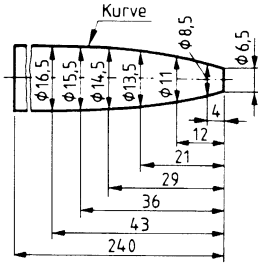


Bild 355.1 Maße für eine Sonderform: Bezugslinien

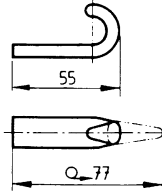


Bild 355.2 Angabe der gestreckten Länge

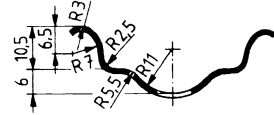


Bild 355.3 Maßeintragung bei dünnwandigen Teilen mit geschwärtztem Querschnitt

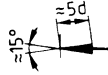
Mittellinien dürfen als Maßhilfslinien benutzt und dann außerhalb der Körperkanten als schmale Volllinie ausgezogen werden (s. Bild 354.6).

Bild 355.2 ist ein Beispiel für die Angabe der gestreckten Länge.

Für eine Maßlinie zwischen den Körperkanten werden die breiten Volllinien an den Maßpfeilen ausgespart. In gleicher Weise ist bei der Maßeintragung für dünnwandige Teile zu verfahren, deren Querschnitt geschwärtzt dargestellt ist (s. Bild 355.3).

Die Enden der Maßlinien werden begrenzt durch

– Maßpfeile



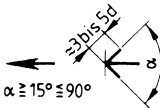
ausgefüllt

oder

nicht ausgefüllt

oder

offen



– Schrägstriche,

der Schrägstrich verläuft immer von links unten nach rechts oben, bezogen auf die jeweilige Maßlinie



Hinweis

$d$  ist die Linienbreite der Maßlinie (s. DIN ISO 128-24)

– Punkte

ausgefüllt

oder

nicht ausgefüllt



Die Maßzahlen dürfen durch Linien nicht getrennt oder gekreuzt werden. Sie dürfen auch nicht auf Kanten und auf Schnittpunkten von Linien stehen. Die Richtung der Maßlinien bestimmt die Stellung der Maßeintragungen. Diese müssen in der Leserichtung der Zeichnung und von rechts her leserlich sein, d. h. bezogen auf die Leselage des Schriftfeldes dürfen keine Maße „über Kopf“ eingetragen werden.

Die Maßzahlen sollen in Fertigungs-Zeichnungen möglichst nicht kleiner als 3,5 mm sein; gleiche Größe innerhalb einer Darstellung ist anzustreben.

Bei der rechnerunterstützten Anfertigung von Zeichnungen dürfen alle Maßeintragungen in einer Leserichtung stehen, wenn dadurch keine Irrtümer möglich sind.

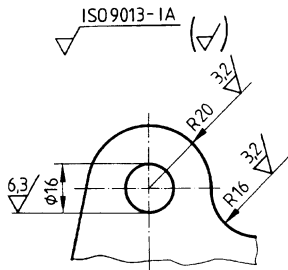


Bild 355.4 Radius (Halbmesser), Oberflächenangaben

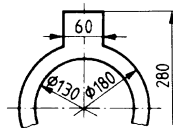


Bild 355.5 Unvollständig gezeichnete Durchmesser, Maßlinie etwas über die Mittellinie hinausgezogen

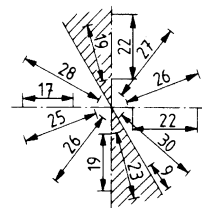


Bild 355.6 Für Maßeintragungen zu vermeidende Bereiche (schraffiert), Längenmaße

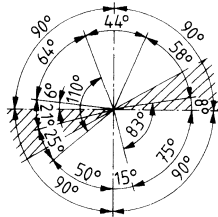
Sind Maßzahlen bzw. Winkelangaben in den durch Schraffur gekennzeichneten Bereichen nach Bild 355.6 und 356.1 nicht zu vermeiden, so müssen sie von links her leserlich sein.

Maßzahlen wie 6, 9, 66, 68, 86 und ähnliche, erhalten hinter der Zahl einen Punkt, wenn infolge ihrer Stellung Verwechslungen möglich sind. Der Punkt ist nicht erforderlich, wenn die Maßzahl auf ein Zeichen, z. B.  $\emptyset$ ,  $\square$ , M, R, SW folgt.

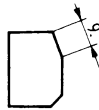
Maßzahlen und Winkelangaben, die wegen Platzmangels in der Nähe der Maßlinie geschrieben oder durch Bezugslinien herausgezogen werden, sollen möglichst in der gleichen Lage eingetragen werden, die sie an der Maßlinie hätten (s. Bild 355.1) oder in Leserichtung der Zeichnung.

Die überwiegend vorkommende Maßeinheit ist im Schriftfeld anzugeben, andere Maßeinheiten sind hinter der betreffenden Maßzahl anzugeben.

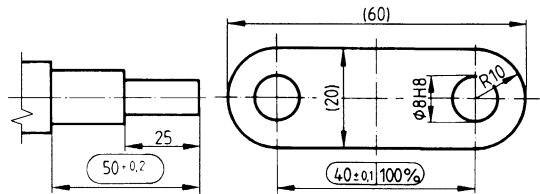
Maße, die für die geometrische Bestimmung des Gegenstandes nicht erforderlich sind (Hilfsmaße), sind einzuklammern (s. Bilder 359.1 bis 359.3). Bei diesen Maßen gelten nicht die Allgemeintoleranzen.



**Bild 356.1**  
Für Maßeintragen zu vermeidende Bereiche (schraffiert), Winkelmaß



**Bild 356.2**  
Maßzahl 9 mit Punkt



**Bild 356.3** Kennzeichnung eines Maßes, das vom Besteller (Empfänger) besonders geprüft wird

In Zeichnungs-Unterlagen mit vorgedruckten Darstellungen (Vordruck-Zeichnungen, s. DIN 30-7) oder z. B. bei Schraubenfedern brauchen die Maßzahlen der nicht maßstäblich dargestellten Maße nicht unterstrichen zu werden. Im Zeichnungsschriftfeld wird dann in das Feld für die Maßstabsangabe ein waagerechter Strich gesetzt.

Flache **Umrahmungen** (schmale Volllinie) erhalten Maße, die bei der Festlegung des Prüfumfanges besonders beachtet werden sollen (s. Bild 356.3).

Gegebenenfalls ist in der Zeichnung in der Nähe des Schriftfeldes die Bedeutung und der Prüfumfang, z. B. für „100%“ oder „Test ...“ zu erklären:

oder  
Funktion ist von der Einhaltung dieser Maße abhängig

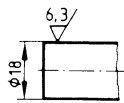
oder  
Maße werden vom Besteller (Empfänger) bei der Annahme besonders beachtet

oder  
Maße werden vom Besteller (Empfänger) bei der Abnahme 100%ig geprüft (keine Stichprobenprüfung!)

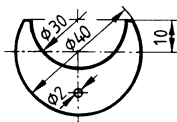
Das **Durchmesserzeichen**  $\emptyset$  kennzeichnet die Kreisform, es ist vor die Maßzahl in gleicher Höhe und Größe wie diese zu setzen (s. DIN EN ISO 3096-2 in Abschn. 7.9).

Der Maßpfeil soll möglichst von innen, darf aber bei Platzmangel auch von außen an den Kreisbogen gezogen werden. Hierbei ist bei Mittelpunktkennzeichnung die Maßlinie bis zum Mittelpunkt durchziehen (s. Bild 356.6).

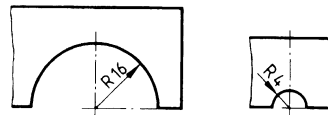
Vor der Maßzahl wird in allen Fällen der Großbuchstabe R eingetragen. Bei größeren Radien dürfen die Maßlinien gekürzt gezeichnet werden (s. Bild 357.3).



**Bild 356.4** Durchmesserzeichen an einem Drehteil, Oberflächenangabe



**Bild 356.5** Anwendung des Durchmesserzeichens



**Bild 356.6** Radius mit Mittelpunktkennzeichnung: Maßlinie bis zum Mittelpunkt

Viele zentral anzuordnende Radien brauchen nicht bis zum Kreismittelpunkt, sondern nur bis zu einem kleinen Hilfskreisbogen gezogen werden (s. Bild 357.2).

Der Mittelpunkt des Radius muss durch ein Mittellinienkreuz gekennzeichnet werden, wenn seine Lage für die Funktion, Fertigung oder Prüfung gebraucht wird.



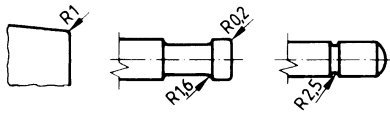


Bild 357.1 Radien ohne Mittelpunktkenzeichnung

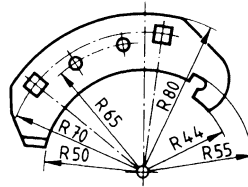


Bild 357.2 Hilfskreisbogen für mehrere von einem Punkt ausgehende Radien

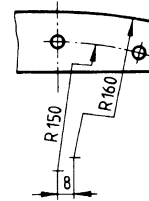


Bild 357.3 Der Mittelpunkt des Radius liegt außerhalb der Zeichenfläche

In eindeutigen Fällen darf auf die Kennzeichnung des Mittelpunktes verzichtet werden.

Muss bei großen Radien die Lage des Mittelpunktes maßlich festgelegt sein, so darf aus Platzgründen die Maßlinie rechtwinklig abgelenkt und verkürzt gezeichnet werden.

Der mit dem Maßpfeil versehene Teil der Maßlinie muss auf den geometrischen Mittelpunkt gerichtet sein. Die Maßzahl wird nicht unterstrichen.

Das **Diagonalkreuz** kennzeichnet ebene vierseitige Flächen; es muss gezeichnet werden, wenn Seitenansicht oder Ansicht von oben fehlen (s. Bilder 357.4 und 357.6). Sind diese Ansichten vorhanden, so darf es zusätzlich angegeben werden (s. auch Abschn. 7.4 DIN 6-1).

Das **Quadratzeichen** kennzeichnet die quadratische Form (s. Bild 357.4); es wird analog den Regeln für das  $\varnothing$ -Zeichen angewendet. Zu bevorzugen ist jedoch die Darstellung, bei der die Maße der Quadratform in einer Ansicht für zwei aneinanderstoßende Quadratseiten eingetragen sind (s. Bild 357.5). Maße s. Abschn. 7.9.

Bei genormten Vierkanten, bei denen die Form aus der Benennung hervorgeht, genügt die einmalige Angabe der Seitenlänge bzw. Schlüsselweite (SW). Sinngemäß gilt das für eine nach Bild 357.6 dargestellte Schlüsselfläche.

Ist eine **Kugelform** dargestellt, so wird der Maßzahl das Kennzeichen S (sphere = Kugel) vorangestellt (s. Bilder 357.7; Schriftgröße = Maßzahlgröße). Ist die Kugel unvollständig und ihr Mittelpunkt nicht dargestellt, so wird zwischen dem Kennzeichen S und der Maßzahl das  $\varnothing$ -Zeichen bzw. das R-Zeichen gesetzt (s. Bild 357.8). Das  $\varnothing$ -Zeichen ist auch dann zu setzen, wenn die Maßlinie über den dargestellten Mittelpunkt hinausgeht, aber nur mit einem Maßpfeil versehen ist (s. Bild 357.8).

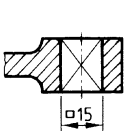


Bild 357.4 Innenvierkant mit Quadratzeichen und Diagonalkreuz

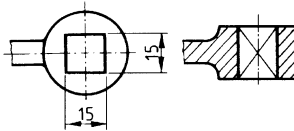


Bild 357.5 Quadratische Form, zu bevorzugende Darstellung und Maßeintragung

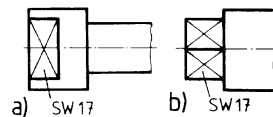


Bild 357.6 Schlüsselfläche mit vereinfachter Maßeintragung und Diagonalkreuz

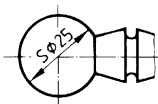


Bild 357.7 Kugelform (Maßlinie mit 2 Pfeilen)

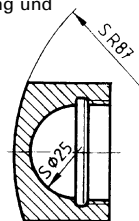


Bild 357.8 Kugelform (Maßlinie mit einem Pfeil)

**DIN ISO 3040 Eintragung von Maßen und Toleranzen für Kegel (Sep 1991)**

**DIN 254 Geometrische Produktspezifikation (GPS)-Reihen von Kegeln und Kegelwinkeln; Werte für Einstellwinkel und Einstellhöhen (Apr 2003)**

Kegel im Sinne von DIN 254 (und DIN EN ISO 1119) sind kegelige Werkstücke mit kreisförmigem Querschnitt. Der Begriff „Kegel“ bezieht sich dabei sowohl auf spitze Kegel als auch auf Kegelstümpfe. Die

Kegelverjüngung wird ausgedrückt durch die Formel

$$C = \frac{D-d}{L} = 2 \tan \frac{\alpha}{2} = \frac{1}{\frac{1}{2} \cot \frac{\alpha}{2}}$$

und ist eine dimensionslose Größe, die meistens als Verhältnis  $C = 1 : x$  angegeben wird.

Der Kegelwinkel  $\alpha$  ist der im Achsschnitt zwischen den Mantellinien des Kegels gemessene Winkel (s. Bild 358.1).

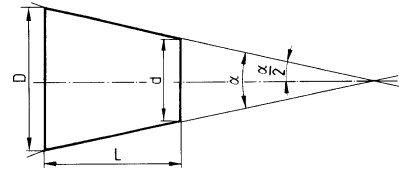


Bild 360.1 Kegel, Maßbuchstaben

Der Einstellwinkel  $\frac{\alpha}{2}$  ist der halbe Kegelwinkel. Er dient beim Bearbeiten und beim Prüfen zum Einstellen des Werkstücks und/oder des Werkzeugs bzw. des Prüfgerätes.

Vorzugswerte für Kegel. Die in Tab. 358.2 aufgeführten Kegel geben Beispiele für die allgemeine Anwendung (weitere Kegel für besondere Anwendung nach DIN 254 und Morsekegel nach DIN 228, s. Normen).

Hinzu kommen als Werkzeugkegel nach DIN 228 die Morsekegel 0 bis 6.

Tabelle 358.2 Kegel für allgemeine Anwendung

Reihe 1	Kegel Reihe 2	Kegelwinkel $\alpha^1)$	Kegelverhältnis C	Einstellwinkel $\frac{\alpha}{2}^2)$	Einstellhöhe h mm
120°	○ 165°	165°	1:0,065 826 2	82° 30'	99,144
	○ 150°	150°	1:0,133 974 6	75°	96,593
	○ 135°	135°	1:0,207 106 8	67° 30'	92,388
90°	○ 105	120°	1:0,288 675 1	60°	86,603
		105°	1:0,383 663 5	52° 30'	79,335
60°	75°	90°	1:0,500 000 0	45°	70,711
		75°	1:0,651 612 7	37° 30'	60,876
45°	1:4	60°	1:0,866 025 4	30°	50,000
30°		45°	1:1,207 106 8	22° 30'	38,268
		30°	1:1,866 025 4	15°	25,882
1:3	1:4	18° 55' 28,7199''	1:3	9° 27' 44''	16,440
1:5		18,924 644 42°	1:4	7° 7' 30''	12,403
		14° 15' 0,1177''			
1:5	1:6	14,250 032 70°	1:5	5° 42' 38''	9,950
		11° 25' 16,2706''			
		11,421 186 27°			
1:6	1:7	9° 31' 38,2202''	1:6	4° 45' 49''	8,305
		9,527 283 38°			
1:7	1:8	8° 10' 16,4408''	1:7	4° 5' 8''	7,125
		7° 9' 9,6075''			
1:8	1:9,98	7,152 668 75°	1:8	3° 34' 35''	6,238
		5° 44' 10,5500''			
1:9,98	1:10	5,736 263 88°	1:9,98	2° 52' 5''	5,004
5,724 810 45°					
1:10	1:12	5° 43' 29,3176''	1:10	2° 51' 45''	4,994
		4° 46' 18,7970''			
1:12	1:15	4,771 888 06°	1:12	2° 23' 9''	4,163
		3° 49' 5,8975''			
1:15	1:20	3,818 304 87°	1:15	1° 54' 33''	3,331
		2° 51' 51,0925''			
1:20	1:30	2,864 192 37°	1:20	1° 25' 56''	2,499
		1° 54' 34,8570''			
1:30	1:50	1,909 682 51°	1:30	57' 17''	1,666
		1° 8' 45,1586''			
1:50	1:100	1,145 877 40°	1:50	34' 23''	1,000
		34' 22,6309''			
1:100	1:200	0,572 953 02°	1:100	17' 11''	0,500
		17' 11,3219''			
1:200	1:500	0,286 478 30°	1:200	8' 36''	0,250
		6' 52,5295''			
1:500		0,114 591 52°	1:500	3' 26''	0,100

○ Diese Kegel sind in ISO 1119:1998 nicht enthalten.

<sup>1)</sup> Die Werte für  $\alpha$  in Grad, Minuten und Sekunden sind auf zehntausendstel Sekunden gerundet. Die Dezimalwerte für  $\alpha$  in Grad sind auf acht Stellen hinter dem Komma gerundet.

<sup>2)</sup> Die Werte für  $\frac{\alpha}{2}$  in Grad, Minuten und Sekunden sind auf Sekunden gerundet.

Genormt sind außerdem u. a. die Kegel

1:0,066 (165°)

1:0,134 (150°)

1:0,207 (135°)

1:0,384 (105°)

**Bemaßung von Kegeln (DIN ISO 3040)**

Um Größe, Form und Lage von Kegeln festzulegen, können die folgenden Maße in verschiedenen Kombinationen angegeben werden (die Bilder 359.1, 359.2, 359.3 und 359.4 zeigen typische Maßkombinationen):

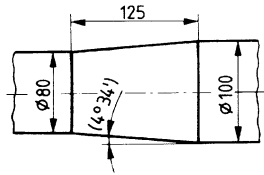


Bild 359.1 Maße für Kegel

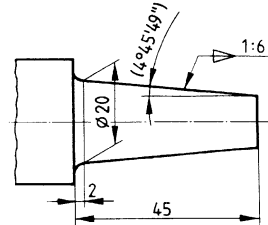


Bild 359.2 Kegelbemaßung von einer Bezugsebene aus, Außenkegel

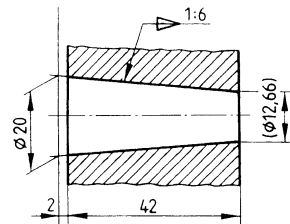


Bild 359.3 Kegelbemaßung von einer Bezugsebene aus, Innenkegel

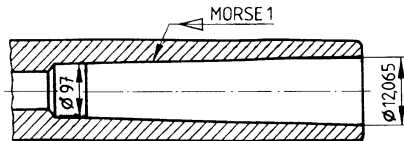


Bild 359.4 Kegelbemaßung mit Wortangabe

Tabelle 361.5 Toleranzeintragung für Kegel

Zeichnungseintrag	Bedeutung
	festgelegter Kegelwinkel; theoretische Maße: $D$ ; $\alpha$ $t$ = Breite der Toleranzzone
	festgelegte Kegelverjüngung; theoretische Maße: $D$ ; $C$ $t$ = Breite der Toleranzzone
	die Toleranzzone des Kegels bestimmt auch die axiale Lage; theoretische Maße: $D_x$ ; $L_x$ ; $C$ $t$ = Breite der Toleranzzone

Fortsetzung s. nächste Seite

Tabelle 359.5, Fortsetzung

Zeichnungseintrag	Bedeutung
	<p>Kegeltolerierung unabhängig von der axialen Lage; theoretische Maße: <math>D_x</math>; <math>C</math> <math>t</math> = Breite der Toleranzzone</p>
	<p>Kegeltolerierung mit Bezug auf ein Bezugselement; theoretische Maße: <math>D</math>; <math>\alpha</math> <math>t</math> = Breite der Toleranzzone</p>

- die Kegelverjüngung (als Verhältnis z. B. 1:x oder durch Angabe des eingeschlossenen Winkels  $\alpha$ ), gekennzeichnet durch das grafische Symbol  $\triangleright$ ,
- der größere Durchmesser ( $D$ ),
- der kleinere Durchmesser ( $d$ ),
- der Durchmesser an einem bestimmten Querschnitt, welcher innerhalb oder außerhalb des Kegels liegen kann ( $D_x$ ),
- die Länge des Kegels ( $L$ ),
- bei genormten Kegeln die Benennung und die entsprechende Nummer, z. B. für Morsekegel 1 (s. Bild 359.4) MORSE 1

**Neigungen** dürfen durch das Symbol  $\triangleright$  gekennzeichnet werden. Die Neigung ist das Verhältnis aus der Differenz der rechtwinklig zur Grundlinie stehenden Höhe und deren Abstand:

$$\text{Neigung} = \frac{H-h}{l} = \tan \beta \quad (\text{s. Bild 362.1}).$$

Die Richtung der Neigung, die der Antriebsrichtung des Keiles entspricht, ist durch entsprechende Eintragung des Symbolen anzugeben (s. Bild 360.2a).

**Nuten** für Passfedern und Keile in zylindrischen Wellen und Bohrungen werden entsprechend DIN 6881 nach Bild 361.1 bemaßt. Bei Nuten und Langlöchern in der Ansicht von oben genügt die Angabe von Breite und Länge (s. Bild 361.2).

Bei kegeligen Wellenenden und Bohrungen mit Nutgrund parallel zur geneigten Mittellinie wird die Maßeintragung nach Bild 361.3a bzw. in einem Schnitt senkrecht zur Mantellinie nach Bild 359.3b vorgenommen. Liegt der Nutgrund parallel zur Kegelachse, so wird er bevorzugt von der nächstgelegenen Zylinderfläche aus bemaßt (s. Bild 361.4). Damit ist der Nutgrund unabhängig von einem Kegdurchmesser festgelegt.

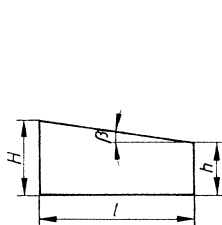


Bild 360.1 Neigung, Maßbuchstaben

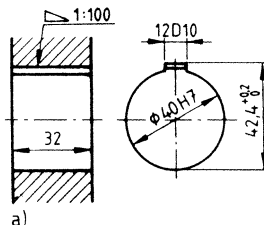
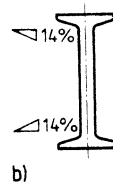


Bild 360.2 Maßeintragung für Neigung (Beispiele) a) an einer Keilnut, b) in %



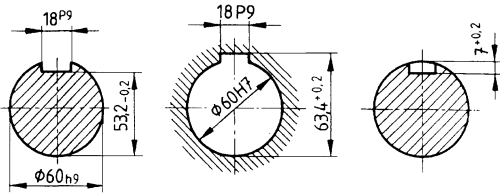


Bild 361.1 Maße der Nuten für Passfedern und Keile in zylindrischen Wellen und Bohrungen

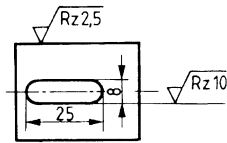


Bild 361.2 Langloch in Draufsicht bemaßt

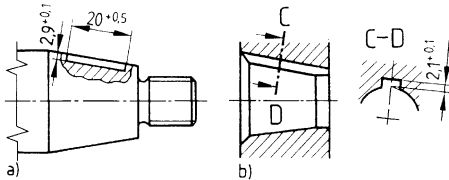


Bild 361.3 Maße für Nut im Kegel, Nutgrund parallel zur geneigten Mantellinie  
a) Außenkegel, b) Innenkegel

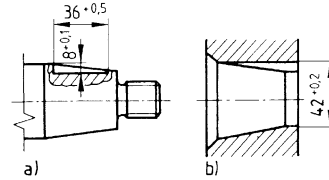


Bild 361.4 Maße für Nut im Kegel, Nutgrund parallel zur Kegelachse, Maßeintragung von der nächstgelegenen Zylinderfläche ausgehend  
a) Außenkegel, b) Innenkegel

Beim **Anordnen der Maße** ist zu beachten, dass jedes Maß nur einmal in der Zeichnung stehen soll, und zwar dort, wo der Zusammenhang am besten erkennbar ist. Doppelte Maßangabe (Überbestimmung) ist zu vermeiden (Ausnahme z. B. halber Kegelwinkel als Einstellwinkel).

Müssen Maße in Folgeblättern wiederholt werden, so sind sie in runde Klammern (Hilfsmaße) zu setzen. Sichtbare Kanten (breite Volllinien) sind zum Anschluss der Maße zu bevorzugen (s. Bild 361.5). Das Ansetzen von Maß- und Maßhilfslinien an Strichlinien (verdeckte Kanten) soll vermieden werden.

Liegen mehrere Maßlinien dicht übereinander, so sind die Maßzahlen der besseren Übersicht wegen zu versetzen (s. Bild 361.6).

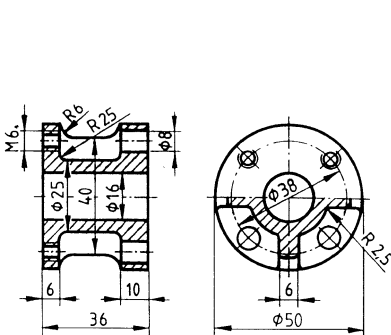


Bild 361.5 Anordnung der Maße; Anschluss der Maß- und Maßhilfslinien an sichtbare Kanten

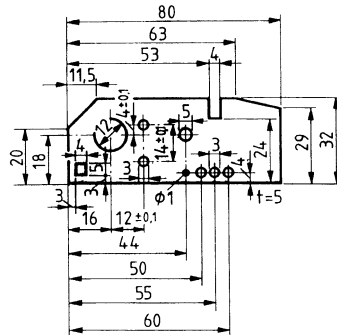


Bild 361.6 Maßeintragung von der Lochmitte ausgehend; Maße übereinander liegender Maßlinien versetzt angeordnet

Für Abmessungen, die sich bei der Fertigung von selbst ergeben, brauchen Maße nicht eingetragen zu werden (s. auch nachst.: geschlossene Maßketten).

Bei Drehteilen mit Kegel- und Linsenkuppen sind die Kuppen in das Längenmaß einzubeziehen (s. Bilder 363.4 und 366.2a).

Eine Länge soll möglichst nicht durch eine geschlossene Maßkette aufgeteilt werden, sonst wirkt sich die Summe der Abweichungen aller Kettenmaße auf die Gesamtlänge aus. In einer Maßkette werden vorwiegend die Abschnitte offen gehalten, deren Maße sich bei der Fertigung von selbst ergeben (z. B. Bild 361.5; Höhen der Ansätze links und rechts; Bezugsebene ist die rechte Fläche). In

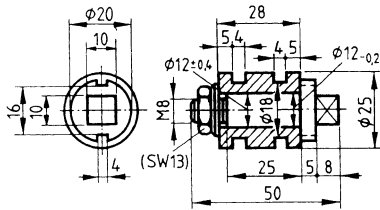


Bild 362.1 Maßketten zusammgebaut dargestellter Teile, für jedes Teil gesondert angeordnet

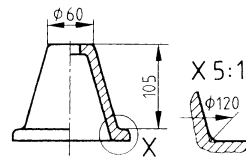


Bild 362.2 Vergrößert herausgezeichnete Einzelheit

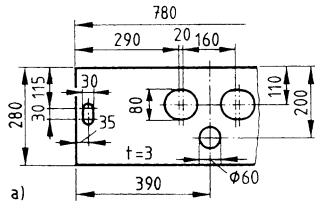
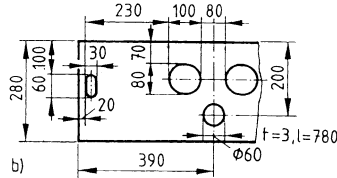


Bild 362.3 Maßeintragung von zwei Bezugsebenen ausgehend  
 a) auf Lochmitten bezogen, vorwiegend für spanende Fertigung  
 b) auf Lochränder bezogen, vorwiegend für spanlose Fertigung



Sonderfällen ist das entsprechende Maß in Klammern zu setzen. Bei Loch- und Kreisteilungen sind geschlossene Maßketten nicht immer zu vermeiden.

Sind Teile zusammgebaut dargestellt, so dürfen Maßketten nur für ein und dasselbe Teil gelten (s. Bild 362.1).

Einzelheiten im vergrößerten Maßstab werden nach Bild 362.2 dargestellt.

Eine Fase von 45° kann nach Bild 362.4 vereinfacht bemaßt werden. Die Maßzahl (3 in Bild 362.4) gibt die Fasenhöhe (Kathete) an. Sinngemäß gilt das für Senkungen von 90° (Fase 45°) nach Bild 362.4.c. Die Vereinfachung darf nur bei Fasen von 45° bzw. Senkungen von 90° angewendet werden.

Die Maßeintragung für Löcher ist unter Berücksichtigung der Fertigungsart und Fertigungsmittel vorzunehmen. Sie darf von unterschiedlichen Bezugsebenen oder von Mittellinien aus vorgenommen werden und sich auf Lochmitten und Lochkanten beziehen.

Die Dicke  $t$  und Länge  $l$  darf neben der Darstellung (s. Bild 362.3) angegeben werden.

Für innere und äußere Längen sind die Maße voneinander getrennt anzuordnen (s. Bild 362.5).

Für gleiche Elemente, die auseinander liegende gleiche Maße haben, dürfen verbindende Maßhilfslinien gezogen werden (s. Bild 362.6).

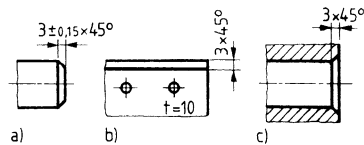


Bild 362.4 Vereinfachte Maßeintragung  
 a) und b) 45°-Fase  
 c) 90°-Senkung von (45°-Fase)

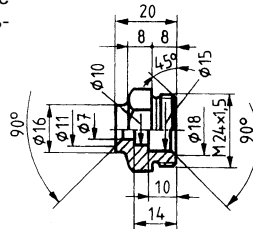


Bild 362.5 Innere und äußere Längenmaße getrennt angeordnet

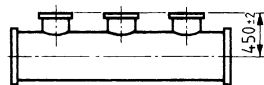


Bild 362.6 Auseinander liegende gleiche Maße mit verbindender Maßhilfslinie; gilt sinngemäß auch für andere Elemente

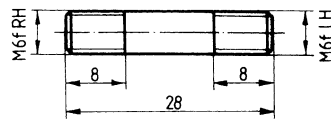


Bild 362.7 Links- und Rechtsgewinde an einem Teil (RH = right hand = rechts; LH = left hand = links).

Für genormte **Gewinde** werden Kurzbezeichnungen nach DIN 202 angewendet. Linksgewinde erhalten den Zusatz „LH“ zum Kurzzeichen. Rechts- und Linksgewinde von gleichem Durchmesser an demselben Teil sind nach Bild 362.7 zu kennzeichnen.

Zu beachten ist DIN ISO 6410 Gewinde und Gewindeteile.

Gewindeenden werden wie Schraubenenden nach DIN 78 so bemaßt, dass die Kuppe innerhalb der Gewindelänge liegt (s. Bilder 363.1 und 363.2).

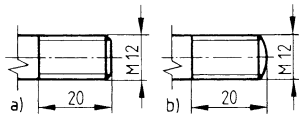


Bild 363.1 Gewindeenden, übliche Darstellung und Maßeintragung  
a) Kegelkuppe, b) Linsenkuppe

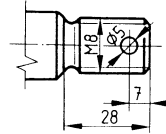


Bild 363.2 Gewindelänge bei dargestelltem Gewindefreistich

Gewindesenkungen werden i. Allg. nicht gezeichnet oder bemaßt, da in der Fertigung die Gewindeflöcher meist bis auf den Gewindeaußendurchmesser ausgesenkt werden. Soll die Senkung bemaßt werden, so sind Senkwinkel und Senktiefe (s. Bild 363.3) oder Senkwinkel und Senkdurchmesser anzugeben. Gepresste und gespritzte Gewinde in Formstoffen u. dgl. mit einer Schutzsenkung werden nach Bild 100.4 bemaßt.

Bei der Angabe der Gewindelängen ist zu beachten, dass die Längenangaben für Außen- und Innengewinde stets für die nutzbare Gewindelänge gilt.

Gewindefreistiche, Gewindeauslauf s. DIN 76.

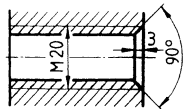


Bild 363.3 Gewindesenkung dargestellt und bemaßt

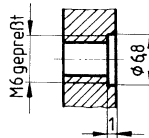


Bild 363.4 Gewinde in Formstoff

Der Gewindeauslauf liegt außerhalb des in der Zeichnung angegebenen Gewindelängenmaßes, d. h. außerhalb der Anschlusslinie (s. Bild 363.5). Er wird nur dann gezeichnet und bemaßt (s. Bild 363.6a), wenn es in besonderen Fällen erforderlich ist.

Beim Einschraubende der **Stiftschrauben** rechnet der Gewindeauslauf mit zur nutzbaren Gewindelänge; somit ist das Ende des Gewindeauslaufs auch die Begrenzung der Gewindelänge (s. Bild 363.6a). Stiftschrauben mit Freistich sind nach Bild 363.6b zu bemaßen.

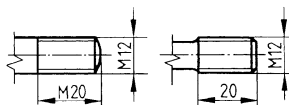


Bild 363.5 Gewindeauslauf nicht gezeichnet; liegt außerhalb der Abschlusslinie bzw. des Gewindelängenmaßes (der nutzbaren Gewindelänge)

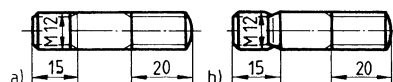


Bild 363.6 Einschraubende der Stiftschrauben, Gewindelänge (nutzbare)  
a) Gewindeauslauf wird einbezogen  
b) bei Gewindefreistich

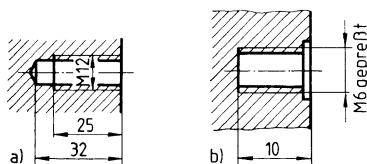


Bild 363.7 Gewindegrundlöcher, -länge (nutzbare) für  
a) geschnittene Gewinde  
b) gepresste und gespritzte Gewinde

Bei Gewindegrundlöchern für geschnittene Gewinde werden i. Allg. die Kernlochtiefe und die nutzbare Gewindelänge ohne Auslauf angegeben (s. Bild 363.7a). Gewindegrundlöcher für gepresste und gespritzte Gewinde sind nach Bild 363.7b darzustellen und zu bemaßen.

Soll ein Gewinde nur nach einem bestimmten Verfahren hergestellt werden, so ist die Gewindebezeichnung durch eine entsprechende Wortangabe zu ergänzen (s. Bild 364.1).

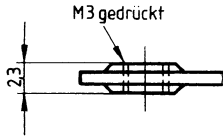


Bild 364.1 Angabe eines bestimmten Verfahrens für die Gewindeherstellung (z. B. in einem Blechteil)

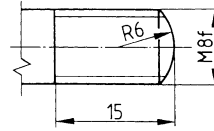


Bild 364.2 Angabe eines Kurzzeichens für Gewinde-Toleranz (Gütegrad)

Blechdurchzug mit Gewinde wird nach DIN 7952 bemaßt.

Einzelheiten über **Gewinde-Toleranzen** (Gütegrade), Toleranzklassen für Metrisches Gewinde nach DIN 13.

Die Kurzzeichen f und g für die Gewinde-Toleranzen (Gütegrade) fein und grob werden nach Bild 364.2 hinter die Maßzahlen des Gewindes auf gleicher Höhe und in gleicher Größe der Maßzahlen geschrieben. Die Toleranzklasse mittel braucht nicht eingetragen zu werden (s. DIN 13).

Sind Toleranzklassen für Bolzen- oder Muttergewinde anzugeben, so ist nach Bild 364.3 zu verfahren. Eine Passung für Bolzen- und Muttergewinde, die im zusammengeschraubten Zustand dargestellt sind, wird nach Bild 364.4 angegeben.

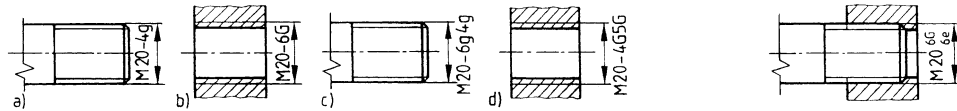


Bild 364.3 Angabe von Toleranzklassen für das Metrische Gewinde  
 a) Bolzengewinde: Toleranzklasse 4g gilt für Flanken- und Außendurchmesser  
 b) Muttergewinde: 6G sinngemäß wie a)  
 c) Bolzengewinde: Toleranzklasse 6G gilt für Flanken- und 4g für Außendurchmesser  
 d) Muttergewinde: 4G und 5G sinngemäß (in der Reihenfolge) wie c)

Bild 364.4  
 Passung zwischen Gewindeteilen (zusammengeschraubt dargestellt); für das Muttergewinde wird die Toleranzklasse hoch und für das Bolzengewinde tief gestellt

**Abmaße für Absatzmaße** sind nach Bild 364.5 einzutragen.

Die Vorzeichen (+ oder -) der Abmaße der Absatzmaße sind abhängig von der zuerst fertig zustellenden Bezugsebene. Die Bezugsebene ist entsprechend der Funktion zu wählen (z. B. Bild 364.5) und wenn nötig zu kennzeichnen (s. auch DIN EN ISO 1101).

Die Toleranz für den Mittenabstand mehrerer Löcher sowie für den Abstand der Lochmitte von einer Ebene liegt i. Allg. nach  $\pm$  (s. Bild 364.7). Aus Funktionsgründen kann der Abstand einer Kante oder Ebene von der Lochmitte aus bestimmt werden (s. Bild 364.6). Abstände rechteckiger Löcher s. nachstehend unter „Teilung“.

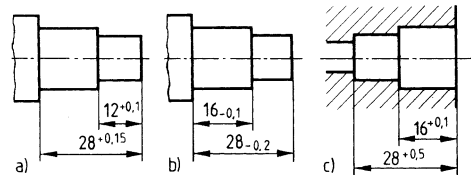


Bild 364.5 Abmaße für Absatzmaße, von verschieden gewählten Bezugsebenen aus eingetragen

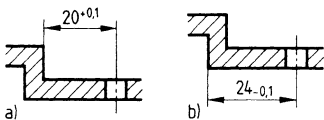
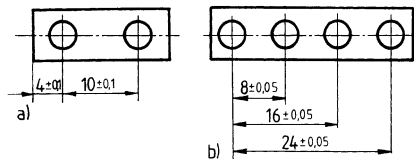


Bild 364.6 Kante von der Lochmitte aus bestimmt; der Fall a) ist wie ein Innenmaß, b) wie ein Außenmaß behandelt

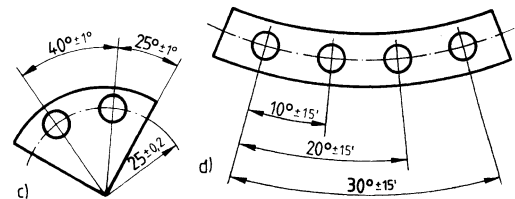


Bild 364.7 Beispiele für das Bemaßen von Lochmittenabständen



**Toleranzen** können durch Grenzabmaße (zahlenmäßige Toleranzangaben) oder durch Kurzzeichen der ISO-Toleranzfelder angegeben werden. Statistische Tolerierung; Istmaßverteilung im Toleranzfeld nach DIN 71100-1 (s. Norm).

Eintragung der zulässigen Form- und Lageabweichung s. DIN EN ISO 1101.

Bei der Angabe der Abmaße durch Zahlenwerte ist dem Bedarf entsprechend nach Bild 365.1 zu verfahren. Grenzabmaße werden nach Bild 365.1a) bis d) und f) bis i) oder nach Bild 365.2 eingetragen.

*Anmerkung:* Die verschiedenen Eintragungsmöglichkeiten in den Beispielen nach 365.1 beziehen sich, von derselben Basis (100 mm) ausgehend, auf unterschiedliche Funktionsfälle.

(Anwendungsbeispiele s. Bild 365.4).

Zeichen für Einheiten haben den Vorrang vor Toleranzangaben, also vor Grenzabmaßen oder Kurzzeichen (s. Bilder 365.2 und 365.3).

Die Abmaße sind hinter der Maßzahl mit dem Vorzeichen (+ oder - oder ±) einzutragen. Dem Nennmaß werden beide Grenzabmaße hinzugefügt; es wird also die Toleranzklasse angegeben.

- a)  $100 \pm 0,5$
- b)  $100 \pm 0,5$
- c)  $100 \begin{smallmatrix} +0,3 \\ -0,1 \end{smallmatrix}$
- d)  $100,1 \begin{smallmatrix} +0,2 \\ 0 \end{smallmatrix}$
- e)  $\begin{smallmatrix} 100,3 \\ 99,9 \end{smallmatrix}$
- f)  $100 \begin{smallmatrix} -0,02 \\ -0,03 \end{smallmatrix}$
- g)  $99,98 \begin{smallmatrix} 0 \\ -0,01 \end{smallmatrix}$
- h)  $99 \cdot 2$
- i)  $101 - 2$
- k)  $100 +0/-0,1$

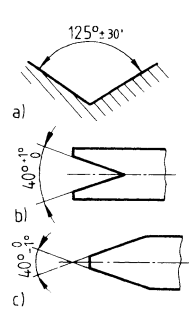


Bild 365.2 Grenzabmaße für Winkelmaße

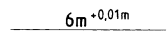


Bild 365.3 Zuordnung von Einheit und Grenzabmaß

Bild 365.1 Beispiele für Angabe von Grenzabmaßen durch Zahlenwerte; c und e sowie f und g unterscheiden sich nur durch die Schreibweise, die Toleranz ist gleich. Bei h und i könnte auch  $100 \pm 1$  geschrieben werden

Das obere Grenzabmaß ist i. Allg. ohne Rücksicht auf das Vorzeichen höher, das untere Grenzabmaß tiefer als die Maßzahl zu setzen. Bei gleichem oberem und unterem Grenzabmaß steht das Grenzabmaß nur einmal mit beiden Vorzeichen hinter der Maßzahl (s. Bild 365.1). Die Grenzabmaße werden i. Allg. etwas kleiner als die Maßzahlen, jedoch möglichst nicht kleiner als 2,5 mm geschrieben (Mikroverfilmung berücksichtigen). Grenzabmaße oder ISO-Toleranzfeldkurzzeichen dürfen auch in derselben Schriftgröße wie das Nennmaß eingetragen werden. Oberes und unteres Grenzabmaß sind dann durch einen Schrägstrich zu trennen.

Allgemein wird man die Toleranzklasse entsprechend der Bearbeitungsrichtung wählen, also bei Innenmaßen das Kleinstmaß, bei Außenmaßen das Größtmaß zum Nennmaß machen (s. Bild 365.4).

Bei zusammengebaut gezeichneten Teilen ist das Maß mit der Toleranz für das Außenteil (Innenmaß) über dem Maß mit der Toleranz für das Innenteil (Außenmaß) anzuordnen (s. Bild 365.5).

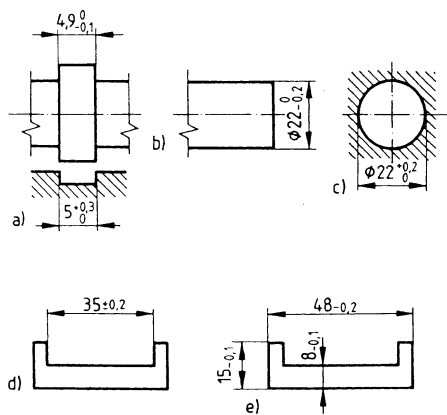


Bild 365.4 Anwendungsbeispiel für Grenzabmaße

Die Zuordnung der Maße ist durch Wortangabe, z. B. „Bohrung“, „Welle“, „Pos. Nr...“ oder durch die Zeichnungs-Nummer zu kennzeichnen. Ist für jedes Teil nur ein Grenzabmaß einzutragen, weil das andere Grenzabmaß gleich 0 (Null) ist, so ist nur eine Maßlinie erforderlich

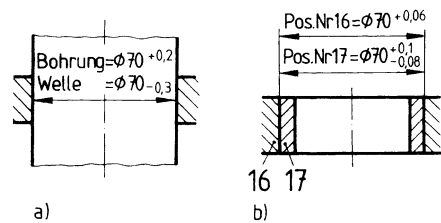


Bild 365.5 Angabe der Grenzabmaße bei zusammengebaut gezeichneten Teilen

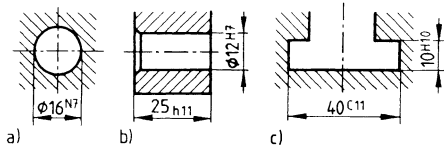


Bild 366.1 ISO-Kurzzeichen bei Innenmaßen

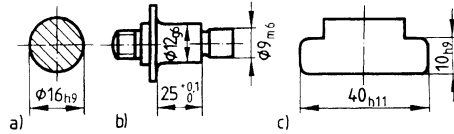


Bild 366.2 ISO-Kurzzeichen bei Außenmaßen

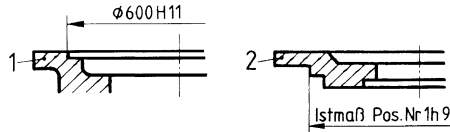


Bild 366.3 Anpassen mit vorgeschriebener Passtoleranz an zuerst gefertigtes Gegenstück (Teil 1)

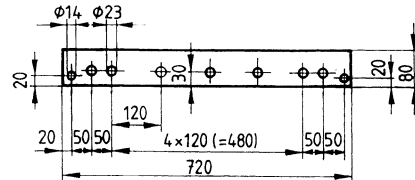


Bild 366.4 Lochdurchmesser verschieden; vereinfachte Maßeintragung für Loch  $\phi 23$  mit gleicher Teilung und langer Maßkette; die erste Teilung (120) muss zusätzlich eingetragen werden

(s. Bild 365.5a). Wenn es die Deutlichkeit der Zeichnung erfordert, sind Bezugslinien und/oder zwei Maßlinien vorzusehen (s. Bild 365.5b).

**ISO-Kurzzeichen** werden bei Außen- und Innenmaßen angewendet, jedoch nicht bei Absatzmaßen, Lochmittenabständen und Mittigkeiten. Die Großbuchstaben und Qualitätszahlen für Innenmaße (Bohrungen usw.) stehen höher (s. Bild 366.1 a) bis c), die Kleinbuchstaben und Zahlen für Außenmaße (Wellen usw.) stehen tiefer (s. Bild 366.2 a) bis c) als die Maßzahlen. Größe der Kurzzeichen:  $\approx 0,7$  der Maßzahlen, jedoch möglichst nicht kleiner als 2,5 mm.

Sollen neben den ISO-Kurzzeichen auch die entsprechenden Grenzabmaße auf einer Zeichnung angegeben werden, so werden sie in Klammern dem Kurzzeichen hinzugefügt, z. B.  $300\text{ F } 8 \left( \begin{smallmatrix} +0,137 \\ -0,056 \end{smallmatrix} \right)$ , oder in einer Übersetzungstabelle in der Zeichnung angegeben.

Soll ein Teil einem anderen zuerst gefertigten mit vorgeschriebener Passtoleranz angepasst werden, so kann man die Maßeintragung nach Bild 366.1 anwenden. Anstelle von „Istmaß Teil 1“ darf gesetzt werden „Istmaß des Gegenstückes“. Nennmaß des Außendurchmessers ist das Istmaß der (zuerst gefertigten) Bohrung.

Als Teilung gelten z. B. mehrere aufeinander folgende Mittenabstände, die auf einer Geraden oder auf einem Kreisbogen liegen.

Die Toleranzen wirken sich je nach Art der Bemaßung verschieden aus. Bei Bemaßung von Abstand zu Abstand (Maßkette) summieren sich die Toleranzen (s. Bild 366.4). Summentoleranzen entstehen nicht, wenn die Abstände einzeln von einer Bezugsebene (s. Bild 361.6) angegeben werden.

Bei gleicher Teilung dürfen lange Maßketten vereinfacht angegeben werden; dabei muss die erste Teilung bemaßt werden (s. Bilder 366.4 und 366.5). Das gilt nicht als doppelte Maßangabe (Überbestimmung).

Gegenstände mit vielen gleichen Teilungen und gleichen Lochdurchmessern dürfen nach Bild 366.5 vereinfacht bemaßt werden. Mittellinienkreuze dürfen bis auf das der ersten Teilung weggelassen werden.

Beispiele für die Bemaßung von Lochteilungen mit Grenzabmaßen sind die Bilder 366.6 und 367.7a. Das Maß für den ersten Lochabstand, das neben dem als Produkt eingetragenen Maß der Lochteilung angegeben ist, soll die Übersicht erleichtern (keine Überbestimmung, wie vorst. schon erwähnt).

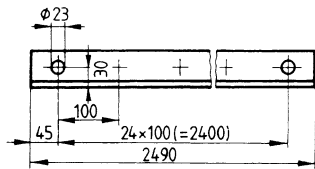


Bild 366.5 Gleiche Lochdurchmesser mit gleicher Teilung und langer Maßkette; vereinfachte Maßeintragung (entsprechend Bild 366.4)

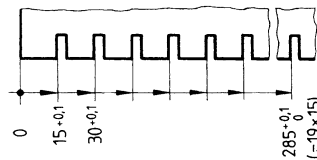
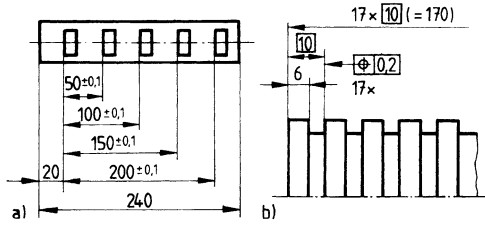


Bild 366.6 Gleiche Teilung auf einer Geraden; vereinfachte Maßeintragung durch Maßkette mit steigenden Maßen; Anfang der Maßeintragung durch einen Punkt und die Ziffer 0 gekennzeichnet



**Bild 367.1** Teilung von eckigen Löchern, Nuten u. dgl. von Kante zu Kante gemäß  
 a) Maßeintragung von einer Bezugskante aus eingetragenen (Vorzeichen der Grenzabweichungen gilt nur als Beispiel)  
 b) Maßeintragung mit Grenzabweichungen durch eingetragene Form- und Lagetoleranzen (DIN EN ISO 1101)

Teilungen für eckige Löcher, Nuten u. dgl. werden von Kante zu Kante bemaßt (s. Bild 367.1 a und b).

Die Bemaßung nach Bild 366.6 darf sinngemäß auch bei anderen aufeinander folgenden Abständen, z. B. bei eckigen Löchern und in einem Fall wie Bild 355.1 angewendet werden.

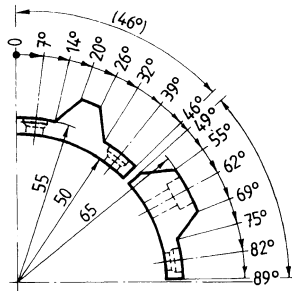
**Kreisteilungen** mit Maßangaben in Winkelgraden werden, von einem Punkt ausgehend, aneinander gereiht (s. Bild 367.2) oder als geschlossene Maßketten angegeben (s. Bild 367.3).

Bei gleichen Kreisteilungen auf dem gleichen Lochkreisdurchmesser wird über dem Teilungsmaß die Anzahl der Lochteilungen und das Teilungsmaß angegeben (s. Bild 367.4).

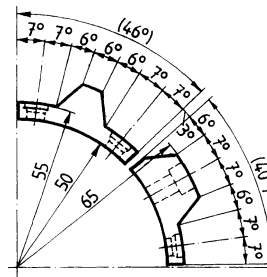
Kreisteilungen dürfen auch durch kartesische Koordinaten bemaßt werden (s. Bild 367.5).

Die beim Programmieren numerisch gesteuerter Werkzeugmaschinen zu beachtenden Vorzeichen brauchen in den Zeichnungen nur dann angegeben zu werden, wenn Maße auf demselben Maßstrahl, vom Ursprung ausgehend, in zwei entgegengesetzte Richtungen verlaufen. In diesem Fall sind die Maße in negativer Koordinaten-Richtung mit einem Minuszeichen zu versehen.

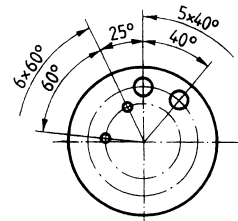
Beim Eintragen von Maßen für **Bogenlängen** mit einem Zentriwinkel  $\leq 90^\circ$  werden die Maßhilfslinien parallel zu den Winkelhalbierenden herausgezogen und dazwischen die betreffenden Maßlinien als konzentrischer Bogen gezeichnet (s. Bild 367.6). Bei Bogen mit Zentriwinkel  $> 90^\circ$  werden Maßlinien-



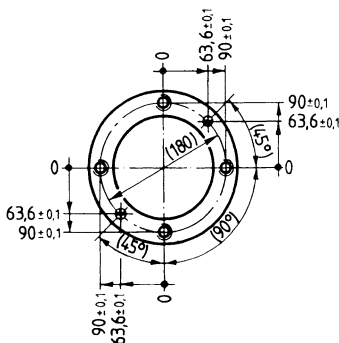
**Bild 367.2** Kreisteilung in Grad, steigende Maße (sinngemäß wie Bild 103.6)



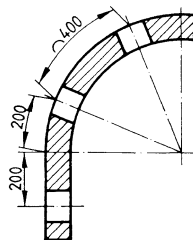
**Bild 367.3** Kreisteilung in Grad, als geschlossene Kette



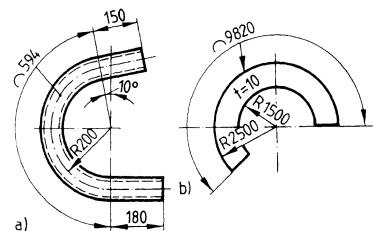
**Bild 367.4** Gleiche Kreisteilungen auf gleichen Lochkreisdurchmessern vereinfachte Maßeintragung (sinngemäß wie Bilder 366.4 und 366.5)



**Bild 367.5** Kreisteilung durch kartesische Koordinaten bemaßt



**Bild 367.6** Maße für Bogenlängen mit Zentriwinkel  $\leq 104^\circ$ , Maßhilfslinien der Maße 400 und 200 parallel zu den Winkelhalbierenden



**Bild 367.7** Maße für Bogenlängen mit Zentriwinkel  $> 90^\circ$   
 a) Bogenlänge der Rohrmitte ist angegeben  
 b) Bogenlänge gilt für die Außenkante des Blechteils

bogen vom Mittelpunkt des Bogens aus eingetragen, d. h. die Maßhilfslinien gehen ebenfalls durch den Mittelpunkt (s. Bild 367.7).

In beiden Fällen wird vor die Maßzahl ein Bogenzeichen gesetzt. Die Maßangabe nach Bild 367.7 wird u. a. bei gebogenen Rohren angewendet, um die gestreckte Länge des gebogenen Teiles festzulegen (s. Bild 367.7 a), aber auch um bogenförmige Blechflächen zu bemaßen (s. Bild 367.7 b). Bei Bogen mit Zentriwinkel  $> 90^\circ$  ist mit Bezugslinie auf die Linie hinzuweisen, für die das Maß gilt (s. Bild 367.7 a und b).

Für Winkelmaße gelten grundsätzlich die Regeln nach Bild 356.1. Beispiele für die Maßeintragung sind u. a. die Bilder 366.7c und d sowie 367.2 und 367.3.

Für unveränderliche Maße von Teilen, die sonst übereinstimmen, können Maßbuchstaben statt Zahlen benutzt werden (s. Bild 368.1). Die Zahlenwerte stehen dann in einer Tabelle. Bei mehr als 3 veränderlichen Maßen sind Zeichnungen für jedes Teil empfehlenswert (DIN 30-6 und DIN 30-8, s. Normen).

In Fertigungsunterlagen sollten Tabellen nur ausnahmsweise angewendet werden. Gegebenenfalls kann man Maßbuchstaben auch ohne Tabelle anwenden (s. Bild 368.2).

Bei Platzmangel können Durchmessermaße von außen an die dargestellten Körperkanten herangezogen werden (s. Bild 368.3).

Bei vereinfachter Darstellung gebogener Teile durch eine breite Volllinie, z. B. bei Rohren in Schema-Zeichnungen, werden die Maße nach Bild 368.4 eingetragen; sie beziehen sich bei Bögen, Abstands- und Winkelmaßen auf die Mittellinie des gebogenen Gegenstandes.

Beispiele für die Koordinatenbemaßung in isometrischer Darstellung sind in DIN ISO 6412-2 enthalten, s. Norm.

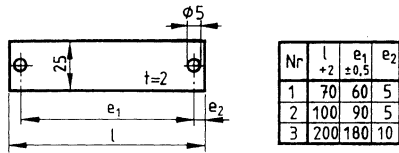


Bild 368.1 Unterschiedliche Maße gleicher Strecken in einer Tabelle angeben

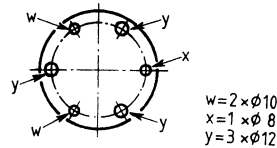


Bild 368.2 Gleiche Lochdurchmesser zur Vereinfachung durch Maßbuchstaben verschlüsselt angeben

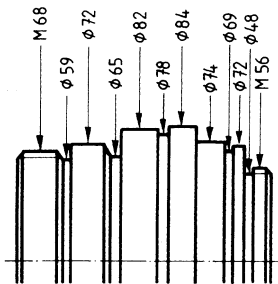


Bild 368.3 Durchmessermaße vereinfacht angeben

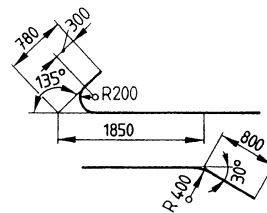


Bild 368.4 Maßeintragung gebogener Teile bei vereinfachter Darstellung in breiten Volllinien, DIN 15-A (z. B. bei Rohrleitungs-darstellungen)

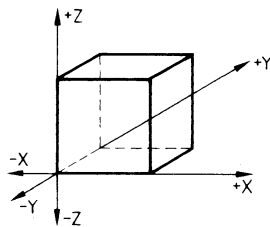


Bild 368.5 Werkstückbezogene Koordinatenachsen (kartesisch)

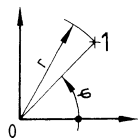


Bild 368.6 Eintragen der Polarkoordinaten

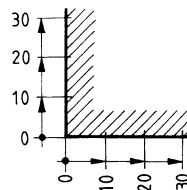


Bild 368.7 Maßeintragung durch Koordinaten

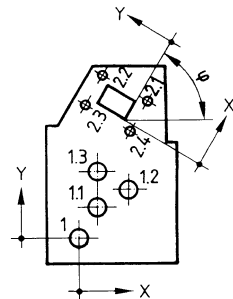


Bild 368.8 Koordinatensystem mit zwei Hauptsystemen

Die Bemaßung durch Koordinaten wird hauptsächlich für die Herstellung der Werkstücke auf numerisch gesteuerten Werkzeugmaschinen angewendet. Die Bemaßung ist jedoch auch für die konventionelle Fertigung geeignet.

Für die Bemaßung wird ein von den Einflüssen der Werkzeugmaschine unabhängiges Koordinatensystem (kartesisch, Bild 368.5 oder polar Bild 368.6) gewählt.

Die Koordinatenachsen, z. B. mit X, Y und Z gekennzeichnet, sind durch die Koordinaten-Nullpunkte und die Richtung der Bemaßung festgelegt (s. Bild 368.7). Der Polarwinkel wird positiv von der Polachse entgegen dem Uhrzeigersinn angegeben. An einem Werkstück sind mehrere Koordinatensysteme, z. B. Haupt- und Nebensysteme, möglich.

Die Positionsnummer eines Koordinatenpunktes setzt sich zusammen aus der Nummer des Koordinaten-Nullpunktes und der Zählnummer des entsprechenden Koordinatenpunktes, z. B. 2.4 in Bild 368.8.

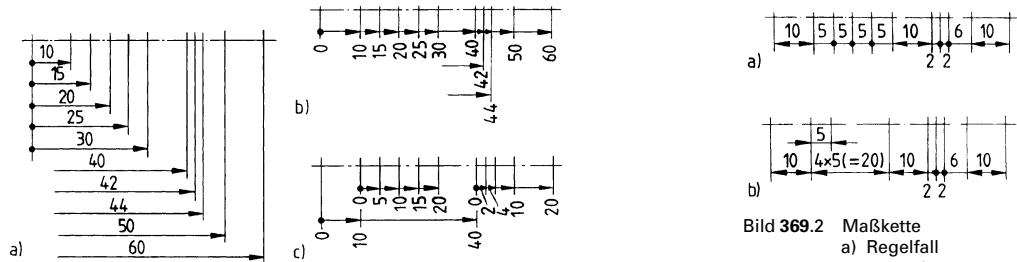
Die Grundlage für die Koordinatenbemaßung ist das Festlegen der Beziehung zwischen dem Bezugselement (Symmetrielinien, unbearbeitete oder bearbeitete Flächen usw.) und dem Koordinatensystem.

Für die Bemaßung durch Koordinaten werden die folgenden Systeme angewendet:

Bezugsbemaßung (absolutes Bemaßungssystem s. Bild 369.1)

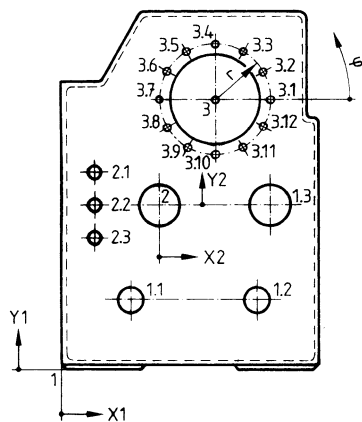
Zuwachsbemaßung (Kettenbemaßung) s. Bild 369.2

Bemaßung mit Hilfe von Tabellen s. Bild 369.3



**Bild 369.1** Bezugsbemaßung  
 a) mit einem Maßpfeil, b) steigende Maßeintragung,  
 c) steigende Maßeintragung mit Koordinaten-Haupt- und Nebensystem

**Bild 369.2** Maßkette  
 a) Regelfall  
 b) vereinfacht



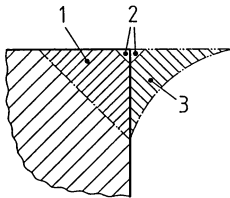
**Bild 369.3**  
 Maßeintragung mit Hilfe von Tabellen;  
 Angabe der Polarkoordinaten für Koordinatenpunkte in einem Nebensystem

**Tabelle 369.4** Tabelle für Maße Bild 369.3

Koordinaten-sprung	Pos.	Maße in mm					d
		Koordinaten					
		X1	X2	Y1	Y2	r	
1	1	0	0				—
1	1.1	325	320				∅ 120 H 7
1	1.2	900	320				∅ 120 H 7
1	1.3	950	750				∅ 200 H 7
1	2	450	750				∅ 200 H 7
1	3	700	1225				∅ 400 H 8
2	2.1	-300	150				∅ 50 H 11
2	2.2	-300	0				∅ 50 H 11
2	2.3	-300	-150				∅ 50 H 11
3	3.1			250	0°		∅ 26
3	3.2			250	30°		∅ 26
3	3.3			250	60°		∅ 26
3	3.4			250	90°		∅ 26
3	3.5			250	120°		∅ 26
3	3.6			250	150°		∅ 26
3	3.7			250	180°		∅ 26
3	3.8			250	210°		∅ 26
3	3.9			250	240°		∅ 26
3	3.10			250	270°		∅ 26
3	3.11			250	300°		∅ 26
3	3.12			250	330°		∅ 26

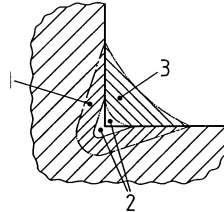
**DIN ISO 13715 Technische Zeichnungen – Werkstückkanten mit unbestimmter Form – Begriffe und Zeichnungsangaben (Dez 2000)**

Die Norm enthält Angaben über die zulässigen Kantenzustände, die bei den verschiedenen Fertigungsverfahren entstehen. Die Formen und Begriffe der Kantenzustände sind aus den Bildern 370.1 und 370.2 zu ersehen.



- 1 Bereich der Abtragung
- 2 scharfkantiger Bereich
- 3 Bereich des Grates

Bild 370.1 Kantenzustände einer Außenkante

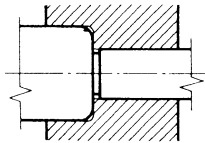


- 1 Bereich der Abtragung
- 2 scharfkantiger Bereich
- 3 Bereich des Übergangs

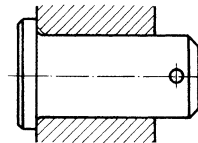
Bild 370.2 Kantenzustände einer Innenkante

Kanten mit einer bestimmten geometrischen Form werden nach DIN 406-11 bemaßt (ggf. kommen **Rundungen nach DIN 250** zur Anwendung), z. B. für Rundungen an Wellenenden, Rillen, Übergängen von Formen und Querschnitten, Kanten, Schraubenkuppen.

Wenn es zweckmäßig ist, beispielsweise an Wellenenden und Bohrungen, werden die Rundungen durch Schrägungen (Kegelkuppen, Senkungen) von 45° und Kathetenlänge = Rundungshalbmesser ersetzt (s. Bild 370.3 Fall 2).



Fall 1: Die größere der beiden Rundungen ist an der Welle



Fall 2: Die größere Rundung bzw. Schrägung ist an der Bohrung

Bild 370.3 Zusammentreffen zweier Rundungen

Die Radien in Tab. 370.4 entsprechen den Normzahlreihen R5, R10 und R20. Einige Werte werden den Rundwertreihen R''5, R'10 und R''10 entnommen.

Werden für alle Kanten gleiche Zustände gefordert, genügt die einmalige Eintragung der Angaben in der Nähe der Darstellung oder des Schriftfeldes (s. Bild 370.5). Bei überwiegend gleichem Kantenzustand kann die Angabe des von diesem abweichenden Kantenzustandes in Klammern hinter dem Symbol für den überwiegenden Kantenzustand gesetzt werden (s. Bild 370.6).

Tabelle 370.4 Genormte Rundungen (Vorzugsreihe nach DIN 250)

			0,2		0,4		0,6	
1		1,6		2,5		4		6
10		16	20	25	32	40	50	63
100	125	160	200					

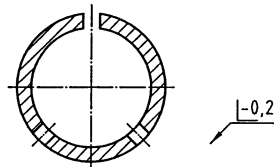


Bild 370.5 Kantenzustand für alle Werkstückkanten

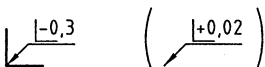


Bild 370.6 Zusätzliche Kantenzustände in Verbindung mit einer Sammelangabe

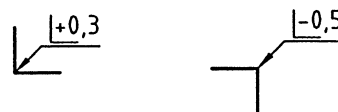


Bild 370.7 Kennzeichnung von Werkstückkanten

Tabelle 371.1 Empfohlene Kantenmaße

Maße in Millimeter

a	Anwendung
a +2,5 +1 +0,5 +0,3 +0,1	Werkstückkanten mit zugelassenem Grat oder Übergang; Abtragung nicht zugelassen
+0,05 +0,02	
-0,02 -0,05	scharfkantig
-0,1 -0,3 -0,5 -1 -2,5 a	
	Werkstückkanten mit zugelassener Abtragung; Grat und Übergang nicht zugelassen

<sup>a</sup> Zusätzliche Maße nach Erfordernis

Die Kennzeichnung der Werkstückkanten besteht aus dem Grundsymbol, dem Kantenmaß a und dem Symbolelement +, - oder ± (s. Bild 370.7).

Für die jeweils geforderten Ausführungen sind die aus Tab. 371.1 zu entnehmenden (empfohlenen) Kantenmaße einzusetzen.

Tab. 371.2 enthält für die einzelnen Kantenzustände Eintragungsbeispiele.

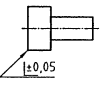

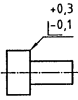
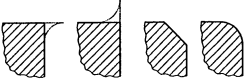

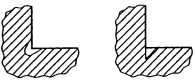










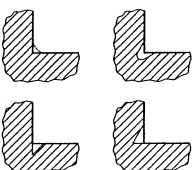
Gestaltungsregeln für das grafische Symbol (Verhältnisse und Maße) s. Norm.

Tabelle 371.2 Beispiele für Kantenangaben

Nr.	Angabe	Bedeutung	Erklärung
5.1			Außenkante mit zugelassenem Grat von 0 mm bis 0,3 mm; Gratrichtung unbestimmt
5.2			Außenkante mit zugelassenem Grat; Grathöhe und Gratrichtung unbestimmt
5.3			Außenkante mit zugelassenem Grat von 0 mm bis 0,3 mm; Gratrichtung bestimmt
5.4			
5.5			Außenkante ohne Grat; Abtragung von 0 mm bis 0,3 mm
5.6			Außenkante ohne Grat; Abtragung im Bereich von 0,1 mm bis 0,3 mm
5.7			Außenkante ohne Grat; Größe der Abtragung unbestimmt

Fortsetzung s. nächste Seite

Tabelle 371.2, Fortsetzung

Nr.	Angabe	Bedeutung	Erklärung
5.8			Außenkante mit zugelassenem Grat von 0 mm bis 0,05 mm oder zugelassener Abtragung von 0 mm bis 0,05 mm (scharfkantig); Richtung des Grates unbestimmt
5.9			Außenkante mit zugelassenem Grat von 0 mm bis 0,03 mm oder zugelassener Abtragung von 0 mm bis 0,1 mm; Gratrichtung unbestimmt
5.10			Innenkante mit zugelassener Abtragung von 0 mm bis 0,3 mm; Abtragsrichtung unbestimmt
5.11			Innenkante mit zugelassener Abtragung im Bereich 0,1 mm bis 0,5 mm; Abtragsrichtung unbestimmt
5.12			Innenkante mit zugelassener Abtragung von 0 mm bis 0,3 mm; Abtragsrichtung bestimmt
5.13			Innenkante mit zugelassenem Übergang bis 0,3 mm
5.14			Innenkante mit zugelassenem Übergang im Bereich von 0,3 mm bis 1 mm
5.15			Innenkante mit zugelassener Abtragung von 0 mm bis 0,05 mm oder mit zugelassenem Übergang bis 0,05 mm (scharfkantig); Abtragsrichtung unbestimmt
5.16			Innenkante mit zugelassenem Übergang bis 0,1 mm oder mit zugelassener Abtragung von 0 mm bis 0,03 mm; Richtung der Abtragung unbestimmt

## 9.7 Oberflächenangaben und Behandlungsangaben

Die Oberflächengüte des durch Darstellung und Maße bestimmten Gegenstandes in seinem Endzustand muss in der Zeichnung angegeben sein.

Soll die Oberfläche eines spanend oder spanend geformten Gegenstandes zusätzlich behandelt, z. B. brüniert, eloxiert, phosphatiert, mit Metall (Nickel, Chrom, Cadmium) oder anderen Stoffen (Email, Anstrich) überzogen werden, so muss die Zeichnung die dafür notwendigen Angaben enthalten. Die nachstehend wiedergegebenen Oberflächenangaben (ohne zusätzliche Wortangaben) bestimmen nur die Güte der Oberfläche, aber nicht das Bearbeitungsverfahren, sie sind also keine Bearbeitungszeichen.

Die Wahl des geeigneten Verfahrens ist i. Allg. Aufgabe der Arbeitsvorbereitung.



### DIN EN ISO 1302 Geometrische Produktspezifikation – Angabe der Oberflächenbeschaffenheit in der technischen Produktdokumentation (Juni 2002)

Diese Norm legt Regeln für die Angabe der Oberflächenbeschaffenheit in der technischen Produktdokumentation (z. B. Zeichnungen, Spezifikationen, Verträge, Berichte) mittels graphischer Symbole und Textangaben fest. Sie ist anwendbar für die Angabe von Anforderungen an Oberflächen mittels

- Profilkenngrößen nach ISO 4287 bezogen auf: das *R*-Profil (Rauheits-Kenngrößen), das *W*-Profil (Welligkeits-Kenngrößen) und das *P*-Profil (Struktur-Kenngrößen);
- Motivkenngrößen nach ISO 12085 bezogen auf: Rauheitsmotiv und Welligkeitsmotiv;
- Kenngrößen bezogen auf die Materialanteil-Kurve nach ISO 13565-2 und ISO 13565-3.

**Achtung:** Diese Ausgabe der DIN EN ISO 1302 wurde für die Anwendung mit den Neuausgaben der Normen über Oberflächenbeschaffenheit entwickelt. Diese Normen enthalten signifikante Änderungen verglichen mit dem Inhalt der früheren Normen über Oberflächenbeschaffenheit aus den 1980er Jahren. Die **Änderungen sind so radikal**, dass die Zeichnungsangaben in einigen Fällen eine völlig neue Interpretation erfahren. Tabelle I.1 der Norm gibt detaillierte Informationen über diese Änderungen (s. Norm).

Einzutragen sind am Grundsymbol (Bild 375.1) jeweils nur die Angaben, die nötig sind, um die Oberfläche ausreichend zu kennzeichnen.

Wenn eine materialabtrennende Bearbeitung verlangt wird, so ist dem Grundsymbol eine Querlinie hinzuzufügen (Bild 375.2). Ist eine materialabtrennende Bearbeitung nicht zugelassen, wird dem Grundsymbol ein Kreis hinzugefügt (Bild 373.3). Besondere Oberflächenangaben, wie z. B. Fertigungsverfahren, Beschichtungen, Behandlungen, werden als Wortangabe auf die waagerechte Verlängerung des längeren Schenkels des Symboles geschrieben (Bild 375.4).

Die vorgeschriebene Anordnung der verschiedenen Anforderungen an die Oberflächenbeschaffenheit am vollständigen Symbol sind im Bild 375.5 dargestellt.

Position **a** – Eine einzelne Anforderung an die Oberflächenbeschaffenheit; Position **a und b** – Zwei oder mehr Anforderungen an die Oberflächenbeschaffenheit; Position **c** – Fertigungsverfahren; Position **d** – Oberflächenrillen und -ausrichtung; Position **e** – Bearbeitungszugabe

Darüber hinaus können Angaben über Rillenrichtung (Tab. 376.1) und Bezugsstrecken (für die Rauheitsmessgröße) am grafischen Symbol eingetragen werden.



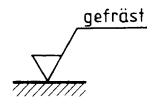
**Bild 373.1**  
Grundsymbol für die Kennzeichnung der Oberflächenbeschaffenheit



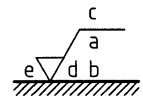
**Bild 373.2**  
Grafisches Symbol zur Kennzeichnung einer materialabtrennenden Bearbeitung



**Bild 373.3**  
Grafisches Symbol zur Kennzeichnung einer Oberfläche, die nicht materialabtrennend bearbeitet werden darf



**Bild 373.4**  
Grafisches Symbol mit Angabe über ein bestimmtes Fertigungsverfahren



**Bild 373.5**  
Positionen der Angaben für zusätzliche Anforderungen

### DIN 50960-2 Galvanische Überzüge – Teil 2: Zeichnungsangaben (Jan 2006)

Die Norm legt fest, wie in technischen Zeichnungen Angaben über galvanische Überzüge mit Hilfe der Bezeichnungen nach DIN EN 1403 – Korrosionsschutz von Metallen – Galvanische Überzüge – (s. Norm) und DIN 50960-1 – Galvanische Überzüge – Bezeichnung in technischen Dokumenten (s. Norm) auf einem grafischen Symbol nach DIN ISO 1302 einzutragen sind (Bild 375.1). Begrenzte Bereiche der Beschichtung werden mit den Linien nach Tab. 374.2 gekennzeichnet (Bild 375.2) (s. hierzu auch Abschn. 18).

Ein einheitlicher, allseitiger Überzug wird in der Nähe des Schriftfeldes bzw. im Schriftfeld angegeben (s. Bild 375.3). Alle Flächen des Teiles gelten dann als wesentliche Flächen (Funktionsflächen). Eine Fertigmaßbeschichtung, z. B. für Passmaße, ist besonders anzugeben. Das Maß für die Vorbearbeitung und das Fertigmaß sind festzulegen. Dies kann entweder in der Zeichnung (Bild 375.4) oder in zugeordneten technischen Unterlagen angegeben werden. Vorbearbeitungsmaße werden nach DIN 406-10 und DIN 406-11 durch eckige Klammern gekennzeichnet.

Wird die Darstellung eines Teiles durch die Angabe von Überzügen unübersichtlich oder ist eine Verwechslung mit anderen Behandlungsverfahren möglich, so ist auf der Zeichnung ein Beschichtungsbild hinzuzufügen oder eine getrennte Beschichtungszeichnung auszuführen (z. B. Zeichnungen für

Tabelle 374.1 Angabe der Oberflächenrillen

Graphisches Symbol	Auslegung und Beispiel	
	Parallel zur Projektionsebene der Ansicht, in der das Symbol angewendet wird	
	Rechtwinklig zur Projektionsebene der Ansicht, in der das Symbol angewendet wird	
	Gekreuzt in zwei schrägen Richtungen zur Projektionsebene der Ansicht, in der das Symbol angewendet wird.	
	Mehrfache Richtungen	
	Annähernd zentrisch zur Mitte der Oberfläche, auf die sich das Symbol bezieht	
	Annähernd radial zur Mitte der Oberfläche, auf die sich das Symbol bezieht	
	Nichtrillige Oberfläche, ungerichtet oder muldig	
<i>Anmerkung</i> Wenn es notwendig ist, eine Oberflächenstruktur festzulegen, die durch die angegebenen Symbole nicht eindeutig definierbar ist, so kann dies durch eine geeignete Anmerkung auf der Zeichnung erfolgen.		

Tabelle 374.2 Kennzeichnung begrenzter Bereiche

	Linienart nach DIN ISO 128-24	Bedeutung
04.2		Bereiche, die entsprechend der Bezeichnung einen Überzug erhalten müssen; wesentliche Flächen
02.2		Bereiche, die einen Überzug haben dürfen, der aber nicht erforderlich ist
05.1		Bereiche, die innerhalb von 04.2 und 02.2 keinen Überzug haben dürfen

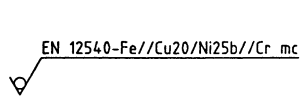


Bild 375.1

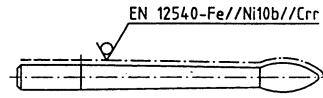


Bild 375.2

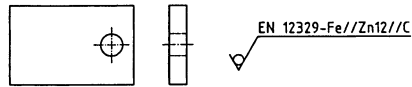


Bild 375.3

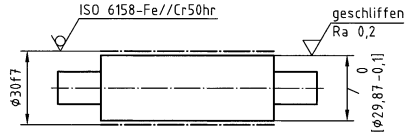
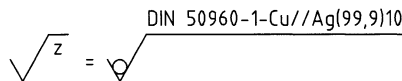
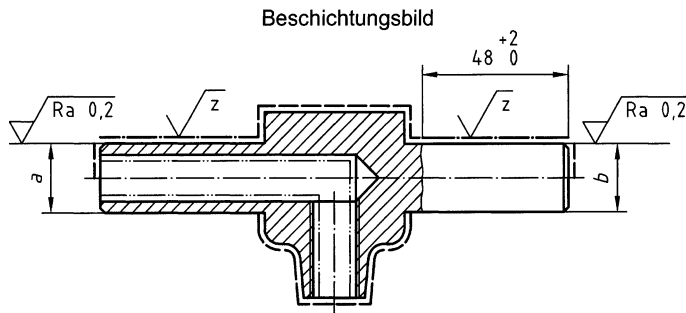


Bild 375.4



	Fertigmaß mm	Grenzabmaße mm	Vorbearbeitungsmaß mm	Schichtdicke $\mu\text{m}$
a	$\varnothing 22,24 \text{ h9}$	0 -0,052	0 $\varnothing 22,208 - 0,04$	10 bis 16
b	$\varnothing 21,85 \text{ h8}$	0 -0,033	0 $\varnothing 21,818 - 0,021$	

Bild 375.5

vorbearbeitetes Teil und Fertigteil). Eine maßstabsgetreue Darstellung ist nicht erforderlich. Das Beschichtungsbild enthält die Kennzeichnung „Beschichtungsbild“ und ist mit allen für die Kennzeichnung der Beschichtung notwendigen Angaben zu versehen (s. Bild 373.5).

**DIN 6773 Wärmebehandlung von Eisenwerkstoffen – Darstellung und Angaben wärmebehandelter Teile in Zeichnungen (Apr 2001)**

DIN 6773 gilt nicht für Angaben über die Art und Weise, wie der in der Zeichnung angegebene Endzustand erreicht werden soll. Diese Angaben können in ergänzenden Unterlagen, z. B. in einer Wärmebehandlungs-Anweisung (WBA) nach DIN 17023 enthalten sein.

**Begriffe** „Härten, Anlassen, Vergüten, Randschichthärten, Einhärtungstiefe (Rht), Einsatzhärten, Aufkohlen, Carbonitrieren, Einsatzhärtetiefe (Eht), Nitrieren, Diffusionsschicht, Verbindungsschicht, Aufstickungstiefe, Nitrierhärtetiefe (Nht), Verbindungsschichtdicke“ s. DIN EN 10052.

Die Zeichnung muss, neben den Angaben über den Werkstoff, den gewünschten Endzustand, z. B. „gehärtet“, „randschichtgehärtet und angelassen“, „einsatzgehärtet“, „nitriert“, beschreiben und die

Tabelle 376.1 Wahl des Prüfverfahrens zur Festlegung der Härteangaben entsprechend der Mindest-Härtetiefe und der Oberflächen-Mindesthärte in HV

Mindest-Härtetiefe Rht, Eht, Nht, Sht in mm	Oberflächen-Mindesthärte in HV						
	200 HV bis 300 HV	über 300 HV bis 400 HV	über 400 HV bis 500 HV	über 500 HV bis 600 HV	über 600 HV bis 700 HV	über 700 HV bis 800 HV	über 800 HV
0,05	–	–	–	HV 0,5	HV 0,5	HV 0,5	HV 0,5
0,07	–	HV 0,5	HV 0,5	HV 0,5	HV 0,5	HV 1	HV 1
0,08	HV 0,5	HV 0,5	HV 0,5	HV 0,5	HV 1	HV 1	HV 1
0,09	HV 0,5	HV 0,5	HV 0,5	HV 1	HV 1	HV 1	HV 1
0,1	HV 0,5	HV 1	HV 1	HV 1	HV 1	HV 1	HV 3
0,15	HV 1	HV 1	HV 3	HV 3	HV 3	HV 3	HV 5
0,2	HV 1	HV 3	HV 5	HV 5	HV 5	HV 5	HV 5
0,25	HV 3	HV 5	HV 5	HV 5	HV 10	HV 10	HV 10
0,3	HV 3	HV 5	HV 10	HV 10	HV 10	HV 10	HV 10
0,4	HV 5	HV 10	HV 10	HV 10	HV 10	HV 30	HV 30
0,45	HV 5	HV 10	HV 10	HV 10	HV 30	HV 30	HV 30
0,5	HV 10	HV 10	HV 10	HV 30	HV 30	HV 30	HV 30
0,55	HV 10	HV 10	HV 30	HV 30	HV 30	HV 50	HV 50
0,6	HV 10	HV 10	HV 30	HV 30	HV 50	HV 50	HV 50
0,65	HV 10	HV 30	HV 30	HV 50	HV 50	HV 50	HV 50
0,7	HV 10	HV 30	HV 50	HV 50	HV 50	HV 50	HV 50
0,75	HV 30	HV 30	HV 50	HV 50	HV 50	HV 100	HV 100
0,8	HV 30	HV 30	HV 50	HV 50	HV 100	HV 100	HV 100
0,9	HV 30	HV 30	HV 50	HV 100	HV 100	HV 100	HV 100
1,0	HV 30	HV 50	HV 100	HV 100	HV 100	HV 100	HV 100
1,5 <sup>a</sup>	HV 30	HV 50	HV 100	HV 100	HV 100	HV 100	HV 100
2,0 <sup>a</sup>	HV 30	HV 50	HV 100	HV 100	HV 100	HV 100	HV 100
2,5 <sup>a</sup>	HV 30	HV 50	HV 100	HV 100	HV 100	HV 100	HV 100

notwendigen Angaben für die Oberflächenhärte<sup>1)</sup> und die Wärmebehandlungstiefe (Rht, Eht, Nht) enthalten.

Festigkeitsangaben werden nur angegeben, wenn Form und Maße des Teiles eine Prüfung der Festigkeit zulassen. In diesem Fall entfällt die Angabe der Kernhärte. Die Wahl des Prüfverfahrens zur Festlegung der Härteangaben entsprechend der Mindest-Härtetiefe und der Oberflächen-Mindesthärte in HV kann nach Tab. 376.1 vorgenommen werden.

Die Tabellen enthalten nur die Prüfverfahren mit den jeweils höchstzulässigen Prüfkraften. Anstelle dieser Angaben dürfen auch Prüfverfahren mit niedrigerer Prüfkraft angegeben werden.

Anwendungsbeispiel s. Tab. 376.2.

Tabelle 376.2 Anwendungsbeispiele für Tab. 376.1

Anforderungen	Prüfkraft	Zeichnungsangabe
Oberflächenhärte 650 + 100 HV Einhärtungstiefe Rht 0,6 + 0,6 Grenzhärte 525	HV 50	randschichtgehärtet 650 + 100 HV 50 Rht 525 = 0,6 + 0,6
Oberflächenhärte 750 + 100 HV Einsatzhärtungstiefe Eht = 0,5 + 0,3	HV 30	einsatzgehärtet 750 + 100 HV 30 Eht = 0,5 + 0,3
Oberflächenhärte 500 + 50 HV Nitrierhärte Nht = 0,3 + 0,1	HV 10	nitriert 500 + 50 HV 10 Nht = 0,3 + 0,1

<sup>1)</sup> s. DIN EN ISO 6507-1:2006-03 Vickershärte  
DIN EN ISO 6506-1:2006-03 Brinellhärte  
DIN EN ISO 6508-1:2006-03 Rockwellhärte

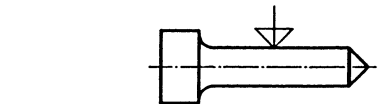
Die Stellen, an denen die Härtewerte gemessen (geprüft) werden sollen, sind, wenn erforderlich, durch das grafische Symbol nach Bild 377.1 zu kennzeichnen (Beispiel Bild 377.2).

In der zeichnerischen Darstellung sind diejenigen Bereiche eines Teiles, welche wärmebehandelt sein müssen, durch eine breite Strichpunktlinie gekennzeichnet. Bereiche, die wärmebehandelt sein dürfen, sind durch eine breite Strichlinie zu kennzeichnen (s. Bild 377.4). Allseitige Wärmebehandlung wird durch entsprechende Wortangabe gekennzeichnet (s. Bild 377.2, 377.3, 378.1a) bis d).



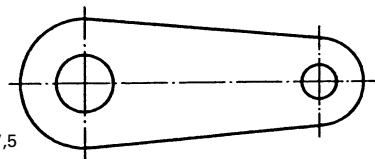
a) Allgemeine Bemaßung einer Messstelle  
b) Bemaßung der Messstelle 2

Bild 377.1 Kennzeichnung der Messstellen



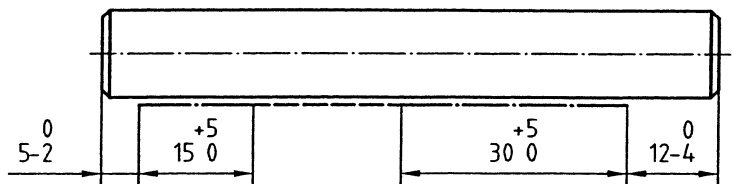
gehärtet  
60 + 4 HRC

Bild 377.2



vergütet  
350 + 50 HBW 2,5/187,5

Bild 377.3



..... randschichtgehärtet und ganzes Teil angelassen  
525 + 100 HV 10  
Rht 425 = 0,4 + 0,4

Bild 377.4 Randschichtgehärtetes Teil mit Bereich zugelassener Wärmebehandlung

Bei der Randschichthärtung eines Teiles kann sich, verfahrensbedingt, eine Schlupfzone ergeben. Die zulässige Lage der Schlupfzone wird durch ein grafisches Symbol gekennzeichnet, die Bemaßung gibt die zulässige Breite der Schlupfzone an (s. Bild 378.1b).

Zusätzliche Angaben sind in einem Wärmebehandlungsplan (WBP) enthalten.

Bei örtlich begrenzter Wärmebehandlung können zur eindeutigeren Darstellung die entsprechenden Angaben in ein Wärmebehandlungsbild eingetragen werden (s. Bild 378.2).

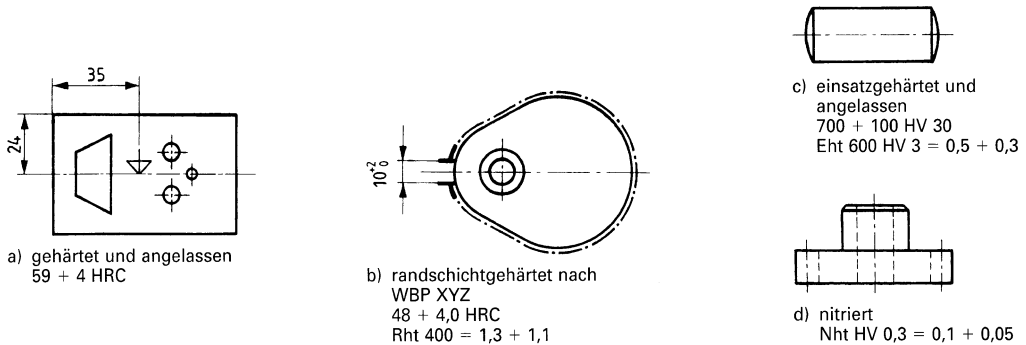


Bild 378.1 Wortangaben für Wärmebehandlung

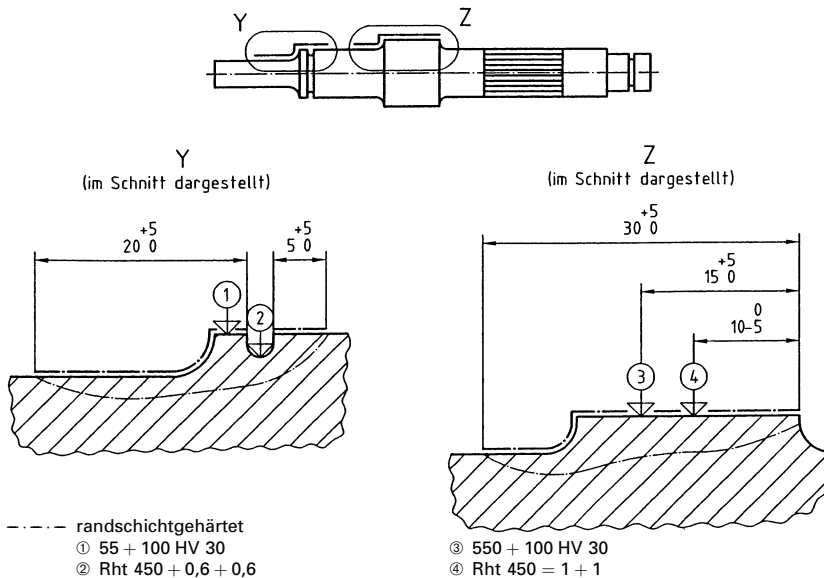


Bild 378.2 Wärmebehandlungsbild

## 9.8 Vereinfachte Darstellungen, grafische Symbole, grafische Darstellungen

### 9.8.1 Vereinfachte Darstellungen

Vereinfachte Darstellungen, z. B. Sechskantschraubenköpfe und Sechskantmuttern ohne Fasenlinien, ersparen Zeichenarbeit. Weitergehende Vereinfachungen führen zum grafischen Symbol, das in wenigen sinnvollen Linien lediglich die Art eines Gegenstandes andeutet.

**DIN ISO 6410-1 Technische Zeichnungen – Darstellung von Gewinden und Gewindeteilen – Teil 1: Allgemeines (Dez 1993)**

**DIN ISO 6410-2 – Teil 2: Gewindeeinsätze (Dez 1993) (hier nicht behandelt, s. Norm)**

**DIN ISO 6410-3 – Teil 3: Vereinfachte Darstellungen (Dez 1993)**

Teil 1 legt die vereinfachte Darstellungsweise von Gewinden in Technischen Zeichnungen fest. Diese Darstellungsweise ist unabhängig von der angewendeten Gewindeart.

Gewindeart und Maße sind durch Bezeichnungen anzugeben, die in den entsprechenden Normen für Gewinde festgelegt sind (z. B. nach DIN 202).

Bei **sichtbaren Gewinden** sind die Gewindespitzen durch eine breite Volllinie (Linienart 01.2 nach DIN ISO 128-24) und der Gewindegrund durch eine schmale Volllinie (Linienart 01.1 nach DIN ISO 128-24) darzustellen (s. Bilder 379.1 und 379.2)

Es wird empfohlen, dass der Abstand zwischen den Linien, die die Gewindespitzen bzw. den Gewindegrund darstellen, möglichst genau der Gewindetiefe entspricht. Der Abstand soll jedoch in allen Fällen nicht geringer sein als

- die zweifache Breite der breiteren Linie oder
- 0,7 mm

je nachdem, welcher der größere ist.

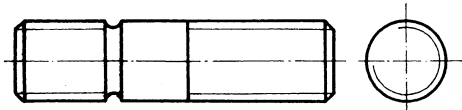


Bild 379.1 Bolzengewinde (Aussengewinde)

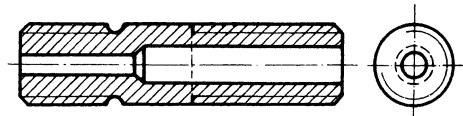


Bild 379.2 Bolzengewinde am geschnittenen Teil

Bei **verdeckten Gewinden** sind die Gewindespitzen und der Gewindegrund durch eine Strichlinie (Linienart 02.1 nach DIN ISO 128-24) darzustellen (s. Bilder 379.3 und 379.4).

Bei Gewindeteilen, die im **Schnitt** dargestellt sind, ist die Schraffur bis zu der Linie auszuziehen, die die Gewindespitzen darstellt (s. Bilder 379.2, 379.3 und 379.4).

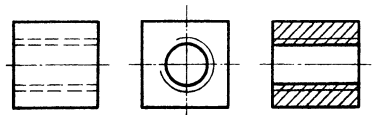


Bild 379.3 Muttergewinde (Innengewinde)

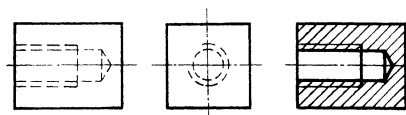


Bild 379.4 Gewindegrundloch

In der Ansicht in Achsrichtung auf ein sichtbar (nicht verdeckt) dargestelltes Gewinde ist der Gewindegrund durch einen  $\frac{3}{4}$ -Kreis darzustellen, der mit einer schmalen Volllinie (Linienart 01.1 nach DIN ISO 128-24) zu zeichnen ist (s. Bilder 379.1, 379.2 und 379.3). Bei verdeckt gezeichneten Gewinden ist der  $\frac{3}{4}$ -Kreis mit einer Strichlinie (Linienart 02.1 nach DIN ISO 128-24) zu zeichnen (s. Bild 379.4).

Gewindeausläufe sind nur dann zu zeichnen, wenn dies aus Funktionsgründen notwendig ist (s. Bild 379.5).

Die Grenze der nutzbaren Gewindelänge ist bei sichtbaren Gewinden durch eine breite Volllinie (Linienart 01.2 nach DIN ISO 128-24) und bei verdeckten Gewinden durch eine Strichlinie (Linienart 02.1 nach DIN ISO 128-24) darzustellen. Diese Linie endet an der Linie, die die Gewindespitzen darstellt (s. Bilder 379.1, 379.2, 379.4 und 379.5).

Die oben genannten Regeln gelten auch für zusammengebaute Gewindeteile. Teile mit Außengewinde sind jedoch stets so darzustellen, dass sie die Teile mit Innengewinde überdecken und nicht von diesen verdeckt werden (s. Bilder 379.5 und 379.6).

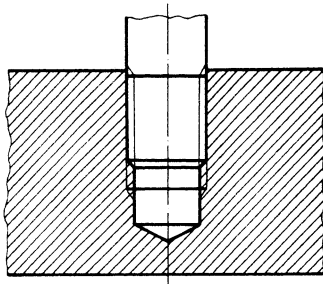


Bild 379.5 Zusammengebaute Gewindeteile, nutzbare Gewindelänge

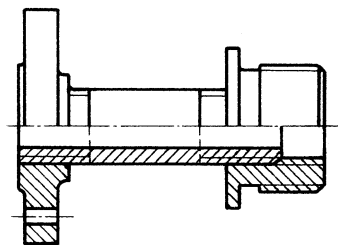


Bild 379.6 Zusammengebaute Gewindeteile

Es ist zulässig, die Darstellung und/oder Angabe von Maßen zu vereinfachen, wenn

- der Durchmesser (in der Zeichnung) kleiner oder gleich 6 mm ist oder
- es ein regelmäßiges Muster von Löchern oder Gewinden derselben Art und Größe gibt.

Die Bezeichnung muss alle nötigen Angaben einschließen, die im Regelfall in einer konventionellen Darstellung und/oder Maßeintragung dargestellt werden. Sie erscheint auf einer Hinweislinie, die auf die Mittellinie des Loches weist und mit einem Pfeil endet (s. Bilder 380.1 bis 380.4).

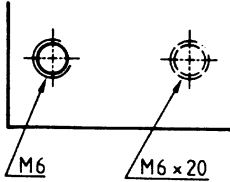


Bild 380.1

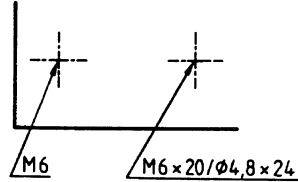


Bild 380.2

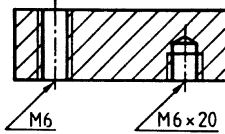


Bild 380.4

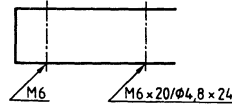


Bild 380.3

**DIN ISO 2162-1 Technische Produktdokumentation – Federn – Teil 1: Vereinfachte Darstellung; identisch mit ISO 2162-1:1993 (Aug 1994)**

**DIN ISO 2162-2 – Teil 2: Angaben für zylindrische Schraubendruckfedern; identisch mit ISO 2162-2:1993 (Aug 1994)**

**DIN ISO 2162-3 – Teil 3: Begriffe; identisch mit ISO 2162-3:1993 (Aug 1994)** (Teile 2 und 3 hier nicht behandelt)

Federn werden umfassend im Kapitel 11.8 behandelt.

Die Norm legt mit Hilfe von Beispielen die Regeln für die Darstellung von Federn in technischen Zeichnungen fest.

Normen über Berechnungs- und Konstruktionsgrundlagen s. Abschn. 11.8.

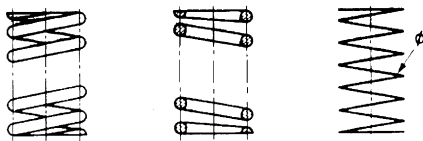


Bild 380.5 Zylindrische Schraubendruckfeder aus Draht mit rundem Querschnitt (DIN 2089, DIN 2095, DIN 2096)

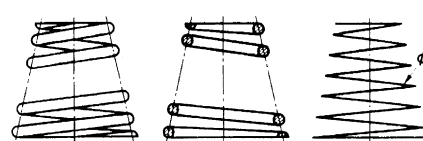


Bild 380.6 Kegelige Schraubendruckfeder aus Draht mit rundem Querschnitt

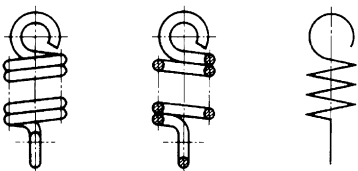


Bild 380.7 Zylindrische Schrauben-Zugfeder aus Draht mit rundem Querschnitt (DIN 2089, DIN 2097)

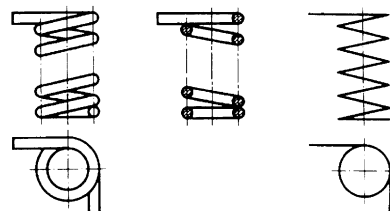


Bild 380.8 Zylindrische Schrauben-Drehfeder (Schenkelfeder) aus Draht mit rundem Querschnitt (Wickelrichtung rechts) (DIN 2088)



In den bildlichen Darstellungen sind Beispiele nur für rechtsgewickelte Federn enthalten. Linksgewickelte Federn müssen entweder in der Wickelrichtung gezeichnet werden oder sind, z. B. in Vordruck-Zeichnungen, durch Wortangaben zu kennzeichnen: LH (für links – left hand) oder RH (für rechts – right hand).

Um die internationale Verständigung zu gewährleisten, sind nur ausgeschriebene (nicht gekürzte) Wortangaben, z. B. Rund-, Vierkant-, Flachstahl oder die international festgelegten grafischen Symbole anzuwenden.

In Deutschland sind außer den dargestellten Zeichen  $\emptyset$  und  $\square$  noch folgende üblich:  $\square$ ,  $\square$ , sowie Kurzzeichen Rd, 4 Kt, Fl. usw.

In Bild 380.1 bis 380.8 sind Vorderansicht, Schnitt und vereinfachte Darstellung nebeneinander angeordnet. Schnittdarstellungen der Tellerfedern s. Bilder 381.1 bis 381.2. Für Maßeintragung usw. gelten die in ( ) angegebenen Normen.

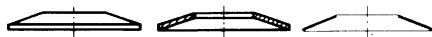


Bild 381.1 Tellerfeder

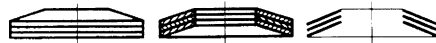


Bild 381.2 Tellerfederpaket (Teller gleichsinnig geschichtet)

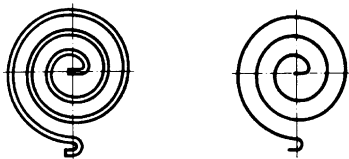


Bild 381.3 Spiralfeder

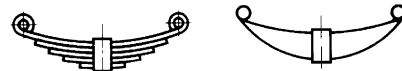


Bild 381.4 Halbelliptische Blattfeder (Mehrfach-Blattfeder)

### DIN ISO 2203 Darstellung von Zahnrädern (Jun 1976)

Die Norm legt die Darstellung der gezahnten Teile von Zahnrädern, Schnecken- und Kettenrädern fest (Zahnräder werden umfassend in Abschn. 11.4 behandelt). Grundsätzlich sollen diese Teile als ein Teil ohne Zähne dargestellt werden. Die Bezugsfläche (z. B. Teilkreis, Mittenkreis, Teilzylindermantellinien) wird durch eine schmale Strichpunktlinie gekennzeichnet. Im Schnitt stellen die Körperkanten ein Zahnrad mit zwei gegenüberliegenden Zähnen dar, auch wenn die Zähnezahzahl ungerade ist (s. Bilder 381.5 bis 381.6). Die Zahnfußfläche wird im Allgemeinen nur in Schnitten dargestellt. Falls jedoch eine Eintragung in der Ansicht notwendig wird, ist sie als schmale Volllinie zu zeichnen (s. Bild 382.5). In besonderen Fällen kann auch die Angabe der Zahnfußfläche z. B. als die vereinfachte Darstellung von wiederkehrenden Elementen („Zähne“) dargestellt werden (s. Bild 382.1). Die Flankenrichtung eines Rades oder einer Zahnstange kann durch drei parallele schmale Volllinien in entsprechender Form und Richtung gekennzeichnet werden (s. Bild 382.2).

Beispiele für die Darstellung von Zahnradpaaren s. Bilder 382.3 bis 382.5. Weitere Angaben für Zahnräder s. DIN 3966-1 und DIN 3966-2 (Abschn. 9.4).

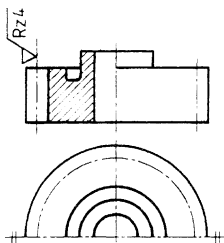


Bild 381.5 Stirnrad

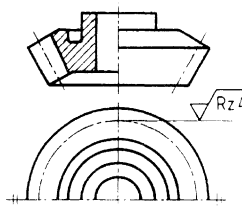


Bild 381.6 Kegelrad

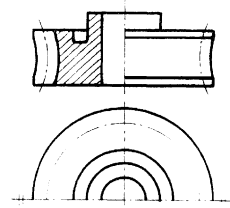


Bild 381.7 Schneckenrad

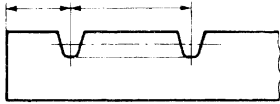


Bild 382.1 Zahnstange

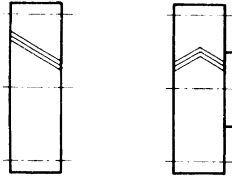


Bild 382.2 Kennzeichnung der Flankenrichtung

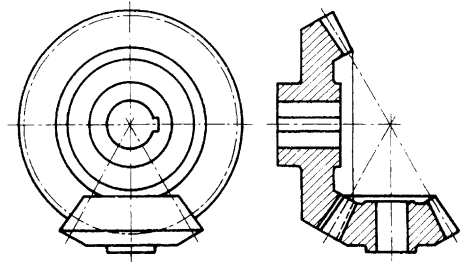


Bild 382.3 Kegelräder

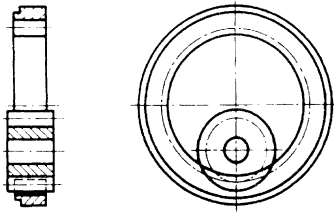


Bild 382.4 Stirnrad mit innenliegendem Gegenstand

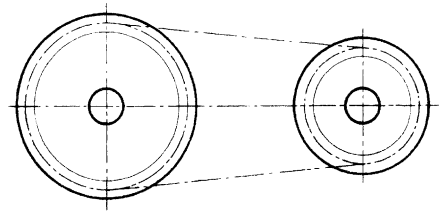


Bild 382.5 Kettenräder

**DIN ISO 6413 Technische Zeichnungen – Darstellung von Keilwellen und Kerbverzahnungen (Mrz 1990)**

Die Norm legt Regeln fest für die Darstellung von Keilwellen, Zahnwellen und Kerbverzahnungen in Einzelteil- und Zusammenbau-Zeichnungen.

Sie enthält auch Bezeichnungsbeispiele in Anlehnung an ISO 14 und ISO 4156 in Verbindung mit einem grafischen Symbol, das die Art der Verbindung angibt (Bild 382.6 und 382.7).

Im Regelfall ist eine vereinfachte Darstellung für die notwendigen Informationen ausreichend. Hierbei werden die gezahnten Teile der Verbindung als ganzes Teil ohne Zähne dargestellt (ähnlich der Darstellung von Zahnrädern nach DIN ISO 2203).

Beispiele für Darstellung und Eintragung der Bezeichnung s. Bilder 382.7 bis 382.9.

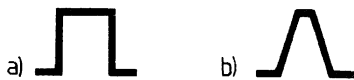


Bild 382.6 a) grafisches Symbol für Keilwellen bzw. -naben  
b) grafisches Symbol für Zahnwellen bzw. -naben und für Kerbverzahnungen

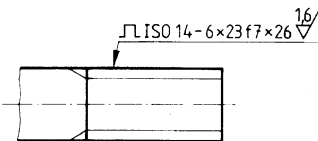


Bild 382.7 Eintragung der Bezeichnung für Keilwelle in Zusammenbau-Zeichnungen

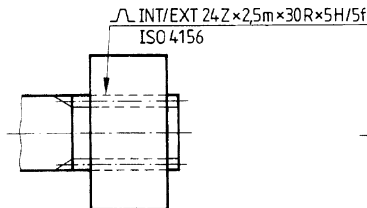


Bild 382.8 Eintragung der Bezeichnung für Keilwelle und Keilnabe in Zusammenbau-Zeichnungen

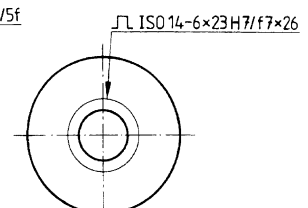


Bild 382.9 Eintragung der Bezeichnung für Kerbverzahnungen in Zusammenbau-Zeichnungen

**DIN ISO 8826-1 Technische Zeichnungen – Wälzlager – Teil 1: Allgemeine, vereinfachte Darstellung (Dez 1990)**

Die Norm legt Regeln für die vereinfachte Darstellung von Wälzlagern z. B. in Zusammenbau-Zeichnungen fest, wenn es **nicht** notwendig ist, die genaue Form oder andere Einzelheiten zu zeigen. (Wälzlager werden umfassend in Abschn. 11.2.1 behandelt.)

Die Darstellung besteht aus einem Quadrat oder Rechteck, das den vorgesehenen Einbauraum umschließt, und einem in dessen Mitte dargestellten freistehenden Kreuz (Bild 383.1).

Wenn in besonderen Fällen mehr Informationen erforderlich sind (z. B. die Form des Wälzkörpers), ist ein Schnitt zu zeichnen. Der Wälzkörper wird hierbei nicht schraffiert, die beiden Ringe erhalten eine einheitliche gleichlaufende Schraffur (Bild 383.2).

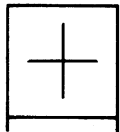








Bild 383.1 Allgemeine vereinfachte Darstellung für Wälzlager



Bild 383.2 Schraffur, Wälzlager im Schnitt

Tabelle 383.3 Beschreibung der Darstellungselemente von Wälzlagerteilen

Nr.	Element	Beschreibung	Anwendung
11	 <sup>1)</sup>	Lange, gerade Volllinie	Linie, die die Achse des Wälzelementes darstellt, ohne Einstellmöglichkeit
12	 <sup>1)</sup>	Lange, gebogene Volllinie	Linie, die die Achse des Wälzelementes darstellt, mit Einstellmöglichkeit
13	<p>Alternative Angabe (Beispiele)</p>   <sup>2)</sup>  <sup>2)</sup>  <sup>2)</sup>	<p>Kurze, gerade Volllinie, die die lange Volllinie [identisch mit der Mittellinie (radial) jedes Wälzelementes] Nr. 11 oder 12 unter einem Winkel von 90° kreuzt (bevorzugte vereinfachte Angabe)</p> <p>Kreis</p> <p>breites Rechteck</p> <p>schmales Rechteck</p>	<p>Die Anzahl der Reihen und die Länge der Wälzelemente</p> <p>Kugel</p> <p>Rolle</p> <p>Nadel</p>

<sup>1)</sup> Dieses Element darf schräg dargestellt werden, abhängig von der Art des Wälzlagers.

<sup>2)</sup> Anstelle der kurzen, geraden Volllinie darf dieses Element angewendet werden, um das Wälzelement darzustellen.

In detaillierten, vereinfachten Darstellungen können Wälzlagerelemente mit Hilfe grafischer Darstellungselemente in das Quadrat oder Rechteck gezeichnet werden (Tab. 384.1, 384.2).

Anwendungsbeispiele für vereinfachte Darstellungen von Wälzlagern s. Bilder 385.1 bis 385.4.

Tabelle 384.1 Beispiele für die Kombination von Darstellungselementen



















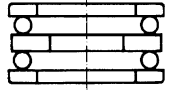


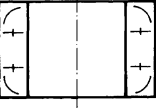
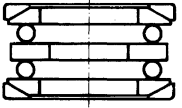


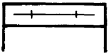


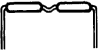


Wälzteile Lastrichtung	zwei Ringe		drei Ringe	
	einreihig	zweireihig	einreihig	zweireihig
Radial, mit Einstellmöglichkeit				
Axial, ohne Einstellmöglichkeit				
Radial und Axial, ohne Einstellmöglichkeit				

Tabelle 384.2 Beispiele für detaillierte, vereinfachte Darstellungen

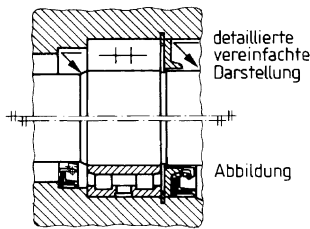
Detaillierte, vereinfachte Darstellung	Anwendung <sup>1)</sup> und Hinweis	
	 Radial-Rillenkugellager, einreihig ISO 15, ISO 8443 Spannlager ISO 9628	 Zylinder-Rollenlager, einreihig ISO 15
	 Schräggugellager, zweireihig, selbsthaltend	
	 Zweiseitig wirkendes Axial-Kugellager ISO 104	
	 Kegelrollenlager, zweireihig, mit geteiltem Innenring ISO 355	
	 Rillenkugellager, zweiseitig wirkend, mit kugeligen Gehäusescheiben	

Fortsetzung und Fußnote s. nächste Seite

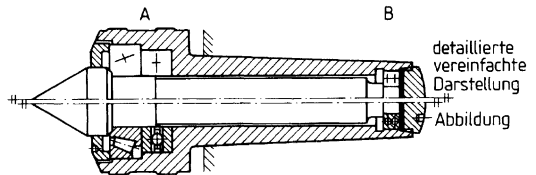
Tabelle 384.2, Fortsetzung

Detaillierte, vereinfachte Darstellung	Anwendung <sup>1)</sup> und Hinweis		
	 Axial-Pendelrollenlager mit asymmetrischen Rollen ISO 104		
	 Nadellager, zweireihig	 Nadellager mit gezogenem Außenring, ohne Innenring, zweireihig	 zweireihiger Nadelkranz ISO 3031
	 Kombiniertes Radial-Nadellager/Axial-Kugellager ohne Innenring		

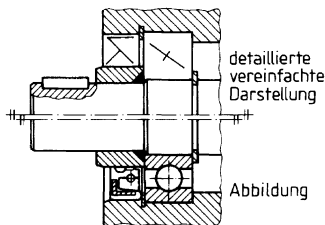
<sup>1)</sup> unvollständig, zur Information



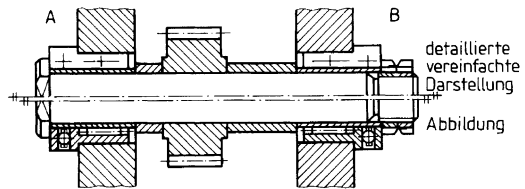
**Bild 385.1**  
 Zweireihiges Radialrollenlager, nicht einstellbar; mit beidseitigen Radialwellendichtungen\*) und angegebener Dichtrichtung



**Bild 385.2**  
 Einreihiges Kegelrollenlager und nicht einstellbarem Axialkugellager auf der A-Seite; zweireihiges Radialkugellager auf der B-Seite



**Bild 385.3**  
 Einreihiges Schrägkugellager, nicht einstellbar; mit Radialwellendichtung\*) mit Staublippe



**Bild 385.4**  
 A- und B-seitig je 1 kombiniertes Radialnadellager/Axialkugellager ohne Innenring

\*) vereinfachte Darstellung nach DIN ISO 9222-2

## DIN ISO 9222-1 Technische Zeichnungen – Dichtungen für dynamische Belastung – Teil 1: Allgemeine, vereinfachte Darstellung (Dez 1990)

### DIN ISO 9222-2 – Teil 2: Detaillierte, vereinfachte Darstellung (Mrz 1991)

Die Norm regelt die vereinfachte Darstellung von Dichtungen z. B. in Zusammenbau-Zeichnungen, wenn es **nicht** notwendig ist, die genaue Form oder andere Einzelheiten zu zeigen.

Die Darstellung besteht aus einem Quadrat oder Rechteck, das den vorgesehenen Einbauraum umschließt, und einem in dessen Mitte dargestellten freiliegenden Kreuz (Bild **386.1**). Wenn in besonderen Fällen mehr Informationen erforderlich sind (z. B. Dichtrichtung), wird dem diagonalen Kreuz ein Pfeil hinzugefügt (Bild **386.2**).

Schraffuren in Schnittdarstellungen sind zu vermeiden. Falls größere Klarheit notwendig ist (ggf. für Kataloge), sind z. B. alle Einlagen und Verstärkungen in derselben Richtung zu schraffieren oder zu schwärzen (Bilder **386.3** und **386.4**).

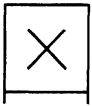


Bild **386.1**  
Allgemeine vereinfachte Darstellung für Dichtungen

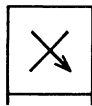


Bild **386.2**  
Angabe der Dichtrichtung










Bild **386.3**  
Dichtung im Schnitt



Bild **386.4**  
Schwärzung anstelle Schraffur

In detaillierten, vereinfachten Darstellungen können Dichtelemente, Lippen, Abstreifringe, Labyrinth usw. in das Quadrat oder Rechteck gezeichnet werden (Tab. **386.5**, **387.1** und **387.2**).

Tabelle **386.5** Beschreibung der Elemente von Dichtungen

Nr.	Element	Beschreibung	Anwendung
1		Lange, gerade Volllinie (parallel zur Dichtfläche)	Das statische (fest eingepresste) Dichtelement (Dichtung oder Teil einer Dichtung oder Funktion)
2		Lange, gerade Volllinie (diagonal zu den Umrisslinien) <sup>1)</sup>	Das dynamische Dichtelement (Lippe) oder die Funktion (Teil der Dichtung) In Verbindung mit dem Element 1 zeigt es die Lage der dynamischen Dichtseite, Dichtrichtung entgegen der Strömung von Flüssigkeiten, Gasen und festen Stoffen
3		Kurze, gerade Volllinie (diagonal zu den Umrisslinien und unter 90° zum Element 2) <sup>1)</sup>	In Kombination mit dem Element 2 Staublippen, Abstreifringe usw.
4		Kurze, gerade Linie, die zum Mittelpunkt des Quadrates zeigt <sup>1)</sup>	Dichtlippen von U-Dichtungen, V-Ringe, Packungs-Sätze usw.
5		Kurze, gerade Volllinie, die zum Mittelpunkt des Quadrates zeigt <sup>1)</sup>	für U-Dichtungen, V-Ringe, Packungs-Sätze usw.
6		T (männlich)	Berührungsfreie Dichtungen, z. B. Labyrinthdichtungen
7		U (weiblich) (T in U)	

<sup>1)</sup> Ein Pfeil darf hinzugefügt werden, um die Darstellungsrichtung zu kennzeichnen.

Tabelle 387.1 Beispiele für detaillierte, vereinfachte Darstellungen

Detaillierte, vereinfachte Darstellung	Drehbewegung	zuständige Internationale Norm	geradlinige Bewegung	zuständige Internationale Norm	Abbildung <sup>1)</sup>
	Radial-Wellendichtringe ohne Staublippe, mechanische Dichtungen	ISO 6194-1	Kolbenstangendichtungen ohne Abstreifer	ISO 5597	ISO 6194-1, Form 1 gummiummantelt 
	Radial-Wellendichtringe ohne Staublippe, doppelt wirkend, mechanische Dichtungen	-	doppelt wirkende Kolbenstangendichtungen	-	metall- gefasst, Doppellippe gummi- ummantelt, Doppellippe 
	Radial-Wellendichtringe ohne Staublippe, doppelt wirkend mechanische Dichtungen	-	doppelt wirkende Kolbenstangendichtungen	ISO 6547	


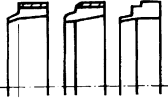





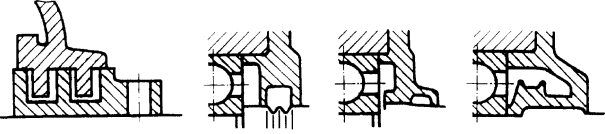
<sup>1)</sup> Diese Art der Abbildung wird üblicherweise nicht in technischen Zeichnungen angewandt, aber in Katalogen, Gebrauchsanweisungen, Prospekten usw.

Tabelle 387.2 Detaillierte Darstellung von U-Dichtungen, Packungs-Sätzen und V-Ringen

Detaillierte, vereinfachte Darstellung	Anwendung

Fortsetzung s. nächste Seite

Tabelle 389.2, Fortsetzung

Detaillierte, vereinfachte Darstellung	Anwendung
	
	
	
	

**Anwendungsbeispiele** für vereinfachte Darstellungen s. Bilder 388.1 bis 388.5

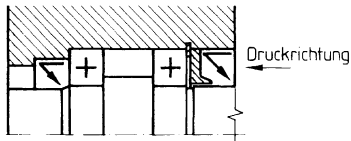


Bild 388.1 Radial-Wellendichtring (Dichtring entgegen der Strömung von Flüssigkeiten) (mit Wälzlager)

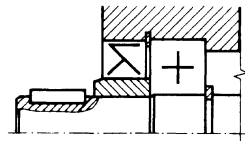


Bild 388.2 Radial-Wellendichtring mit Staublippe (mit Wälzlager)

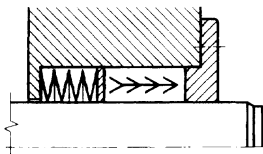


Bild 388.3 Packungs-Satz

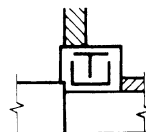


Bild 388.4 Labyrinthdichtung

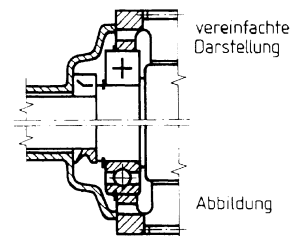


Bild 388.5 V-Ring (mit Wälzlager)

### DIN ISO 5261 Technische Zeichnungen – Vereinfachte Angabe von Stäben und Profilen (ISO 5261:1995) (Apr 1997)

Die Norm enthält zusätzlich zu den Regeln in DIN 6 und DIN 406 Festlegungen für die vereinfachte Darstellung von Stäben und Profilen in Zusammenbau- und Einzelteil-Zeichnungen, unter anderem für

- Metallbau-Konstruktionen aus Blechen, Profilen und Zusammenbauten (einschließlich Brücken, Fachwerke, Pfeiler usw.);
- Hebe- und Transport-Einrichtungen;



- Speicher- und Druckbehälter;
- Aufzüge, Fahrtreppen und Förderbänder.

Die vereinfachte Angabe von Stäben und Profilen besteht aus der entsprechenden ISO-Bezeichnung und – bei Erfordernis – der Länge der Stäbe oder Profile, die durch einen Mittelstrich voneinander getrennt werden. Diese Bezeichnung gilt auch für das Ausfüllen von Stücklisten (s. DIN 6771-2).



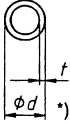





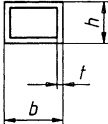


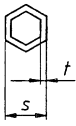
Stäbe und Profile werden umfassend im Abschn. 8 Werkstoffe behandelt.

**Beispiel** Die vereinfachte Angabe eines gleichschenkligen Winkelprofils nach ISO 657-1 mit den Abmessungen 50 mm × 50 mm × 4 mm und einer Profillänge von 1000 mm:

**Winkelprofil ISO 657-1 – 50 × 50 × 4 – 1000.**

Wenn in Internationalen oder anderen Normen keine Bezeichnung festgelegt ist, wird die Bezeichnung aus dem grafischen Symbol nach Tab. 389.1 (für Stäbe) und 390.1 (für Profile) sowie den erforderlichen Maßen gebildet.

Tabelle 389.1 Grafische Symbole für Halbzeug

Benennung der Stäbe	Maße	Bezeichnung	
		Grafisches Symbol	Erforderliche Maße
Rundstab			<i>d</i>
Rohr			<i>d × t</i>
Quadratischer Stab			<i>b</i>
Rohr mit quadratischem Querschnitt			<i>b × t</i>
Flachstab			<i>b × h</i>
Rohr mit rechteckigem Querschnitt			<i>b × h × t</i>
Sechskantstab			<i>s</i>
Rohr mit sechseckigem Querschnitt			<i>s × t</i>

Fortsetzung s. nächste Seite

Tabelle 389.1, Fortsetzung














Benennung der Stäbe	Maße	Bezeichnung	
		Grafisches Symbol	Erforderliche Maße
Dreikantstab			$b$
Halbrundstab			$b \times h$

Tabelle 390.1 Grafische Symbole für Profile

Benennung der Profile	Bezeichnung	
	Grafisches Symbol	Kurzzeichen
Winkelprofil		L
T-Profil		T
I-Profil		I
H-Profil		H
U-Profil		U
Z-Profil		Z
Schienen-Profil		
Wulstwinkel-Profil		
Wulstflach-Profil		

Die Bezeichnung wird in der Nähe des entsprechenden Stabes oder Profiles angeordnet (Bild 391.1). Grafische Symbole der Profile sollten so angeordnet werden, dass sie die Lage der Profile beim Zusammenbau widerspiegeln.

Zusammengebaute Tragwerke von Metallbau-Konstruktionen können schematisch mit breiten Volllinien an der Stelle der Schwerlinien der Elemente dargestellt werden. In diesem Fall müssen die Abstände zwischen den Schnittpunkten der Schwerlinien direkt an den Darstellungen der Elemente eingetragen werden (Bild 391.2). Geschlossene Maßketten dürfen angegeben werden. Wenn sich dadurch die Toleranzen summieren, muss ein Ausgleich über eines der Maße geschaffen werden.

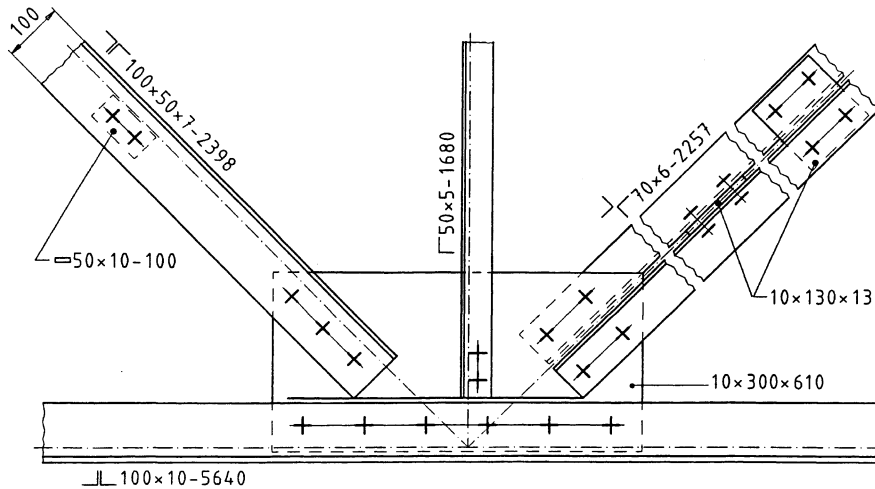


Bild 391.1 Bezeichnung von Profilen und Blechen in der Darstellung

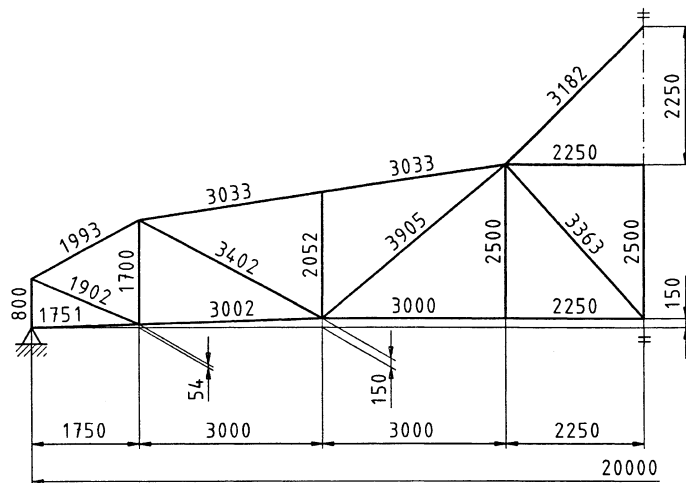


Bild 391.2 Vereinfachte Darstellung und Maßeintragung einer Metallbaukonstruktion

**DIN ISO 5845-1 Technische Zeichnungen – Vereinfachte Darstellung von Verbindungselementen für den Zusammenbau (ISO 5845-1:1995) (Apr 1997)**

Zur Darstellung von Löchern, Schrauben und Nieten in der Zeichenebene senkrecht zu ihrer Achse ist die symbolische Darstellung mit breiten Volllinien anzuwenden. Die Lage des Verbindungselementes wird durch ein Mittenkreuz dargestellt. Zusätzliche Informationen sind nach Tab. 392.1 anzugeben. Für eine Darstellung der Elemente parallel zur Zeichenebene s. Tab. 392.2 und 392.3. Zur Unterscheidung von Schrauben und Nieten von Löchern muss die genaue Bezeichnung der Löcher oder Verbindungselemente nach der jeweiligen Norm angegeben werden. Beispiel: Die Bezeichnung eines Loches ist  $\varnothing 13$ , einer Schraube mit metrischem Gewinde  $M12 \times 50$ , eines Nietes dagegen  $\varnothing 12 \times 50$ .

Tabelle 392.1 Symbolische Darstellung von Löchern sowie von in die Löcher passenden Schrauben und Nieten senkrecht zur Zeichenebene

Loch <sup>1)</sup> und Schraube oder Niet	Loch			
	ohne Senkung	Senkung auf der Vorderseite	Senkung auf der Rückseite	Senkung auf beiden Seiten
in der Werkstatt gebohrt und eingebaut				
in der Werkstatt gebohrt und auf der Baustelle eingebaut				
auf der Baustelle gebohrt und eingebaut				

<sup>1)</sup> Zur Unterscheidung von Schrauben und Nieten von Löchern, muss die genaue Bezeichnung der Löcher oder Verbindungselemente nach der jeweiligen Internationalen Norm angegeben werden.

Tabelle 392.2 Symbolische Darstellung von Löchern parallel zur Zeichenebene

Loch	Loch		
	ohne Senkung	Senkung auf einer Seite	Senkung auf beiden Seiten
in der Werkstatt gebohrt			
auf der Baustelle gebohrt			

Tabelle 392.3 Symbolische Darstellung von in die Löcher passenden Schrauben und Nieten

Schraube oder Niet <sup>1)</sup>	Loch			
	ohne Senkung	Senkung auf einer Seite	Senkung auf beiden Seiten	Schraube mit Lageangabe der Mutter
in der Werkstatt eingebaut				
auf der Baustelle eingebaut				

Fortsetzung und Fußnote s. nächste Seite

Tabelle 392.3, Fortsetzung

Schraube oder Niet <sup>1)</sup>	Loch			
	ohne Senkung	Senkung auf einer Seite	Senkung auf beiden Seiten	Schraube mit Lageangabe der Mutter
Loch auf der Baustelle gebohrt und Schraube oder Niet auf der Baustelle eingebaut				

<sup>1)</sup> Zur Unterscheidung von Schrauben und Nieten muss die genaue Bezeichnung der Verbindungselemente nach der jeweiligen Internationalen Norm angegeben werden.

Darstellung in Zeichnungen erfolgt wie in Bild 393.1 und 393.2. Ein deutlich erkennbarer Punkt darf in die Mitte des Kreuzes gesetzt werden, um den Gebrauch von Zeichnungskopien als Schablone zu erleichtern. Der Durchmesser des Punktes muss der fünffachen Breite der für das Mittenkreuz verwendeten Linie entsprechen.

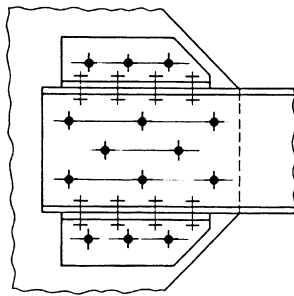


Bild 393.1

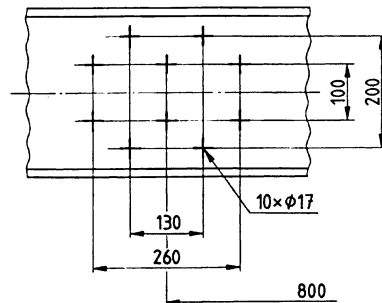
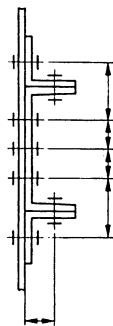


Bild 393.2

### 9.8.2 Grafische Symbole, grafische Darstellungen

Grafische Symbole sind unerlässlich zum Zeichnen von Schema-Zeichnungen. Viele grafische Symbole allgemeiner Art und solche für besondere Fachgebiete sind genormt. Von den zahlreichen Normen werden hier nur einige wieder gegeben. Die Proportionen der jeweiligen grafischen Symbole sollen den Gestaltungsregeln nach DIN EN ISO 81714-1 (s. Norm) entsprechen.

#### DIN EN 22553 Schweiß- und Lötnahte – Symbolische Darstellung in Zeichnungen (ISO 2553: 1992) (Mrz 1997)

Entsprechend den internationalen Vereinbarungen werden die grafischen Symbole senkrecht an der Bezugslinie dargestellt. Für zusammengesetzte Fugenformen und deren Benennungen gelten die Festlegungen für die Grundsymbole (die frühere X-Naht wird damit Doppel-V-Naht). Entgegen früheren Festlegungen kennzeichnet das grafische Symbol nur noch die Nahtvorbereitung.

Schweiß- und Lötverbindungen sollen eindeutig gekennzeichnet werden; dabei sind, soweit notwendig, anzugeben:

- a) Nahtvorbereitung,
- b) Art des Verfahrens,
- c) Bemaßung der Naht,
- d) Bewertungsgruppe,
- e) Ausführung der Verbindung, Zusatzwerkstoffe, Hilfsstoffe

Zur Vereinfachung der Zeichenarbeit sind grafische Symbole und Kennzeichen anzuwenden. Ist die Eindeutigkeit hierdurch nicht sichergestellt, sind die Nähte gesondert zu zeichnen und vollständig zu bemaßen. Die grafischen Symbole und deren Benennungen sind nicht an bestimmte Schweiß- und Lötverfahren gebunden.

Tab. 394.1 zeigt die **Grundsymbole** für Nahtarten. Sofern nicht die Nahtart angegeben werden soll, sondern nur dargestellt werden soll, dass eine Naht geschweißt oder gelötet wird, ist das grafische Symbol n. Bild 396.1 allerdings ohne Strichlinie anzuwenden.

Zusatzsymbole können die Ausführung der Oberflächenform der Nähte kennzeichnen (s. Tab. 395.1). Die Oberflächenform kann auch durch Nacharbeit erzielt werden.

Ergänzungssymbole geben Hinweise auf den Verlauf der Nähte, z. B. „ringsum“-verlaufende Nähte, und Hinweise auf Montagenähte (s. Tab. 395.2).

Zusammengesetzte grafische Symbole bestehen aus Grund- und Zusatzsymbol (Beispiele s. Tab. 395.3).

**Beispiele** für die zeichnerische Darstellung von **Punktnähten** s. Abschn. 19.1.2.

Für Schweißstöße, Schweißfugen und Schweißnähte sind in DIN EN 12345 die folgenden Begriffe und Benennungen aufgenommen.

**T-Stoß:** Die Teile stoßen rechtwinklig (T-förmig) aufeinander.



**Doppel-T-Stoß (Kreuzstoß):** Zwei in einer Ebene liegende Teile stoßen rechtwinklig (kreuzend, Doppel-T) gegen ein dazwischenliegendes drittes Teil.



**Schrägstoß:** Ein Teil stößt schräg gegen ein anderes Teil.



**Stumpfstoß:** Die Teile liegen in einer Ebene. Sie stoßen stumpf gegeneinander.



**Parallelstoß:** Die Teile liegen parallel aufeinander.



**Überlappstoß:** Die Teile liegen parallel aufeinander. Sie überlappen sich.



**Eckstoß:** Zwei Teile stoßen unter beliebigem Winkel aneinander (Ecke).



**Mehrfachstoß:** Drei oder mehr Teile stoßen unter beliebigem Winkel aneinander.



**Kreuzungsstoß:** Zwei Teile liegen kreuzend übereinander.



Tabelle 394.1 Grundsymbole für Nahtarten

Nr.	Benennung	Illustration <sup>1)</sup>	grafisches Symbol	Nr.	Benennung	Illustration <sup>1)</sup>	grafisches Symbol
1	Bordelnaht			8	HU-Naht (Jot-Naht)		
2	I-Naht			9	Gegenlage		
3	V-Naht			10	Kehlnaht		
4	HV-Naht			11	Lochnaht		
5	Y-Naht			12	Punktnaht		
6	HY-Naht						
7	U-Naht						

Fortsetzung und Fußnote s. nächste Seite

Tabelle 395.1, Fortsetzung

Nr.	Benennung	Illustration <sup>1)</sup>	grafisches Symbol	Nr.	Benennung	Illustration <sup>1)</sup>	grafisches Symbol
13	Liniennaht <sup>2)</sup>			17	Auftragung		
				18	Flächennaht		
14	S(teilflanken)-Naht			19	Schräгнаht		
15	H(alb)-S(teilflanken)-Naht					20	Falznaht
16	Stirnflachnaht						

<sup>1)</sup> Die Illustration dient nur zur Erläuterung der Lage einer Naht.  
<sup>2)</sup> Beim Rollennahtschweißen: Rollennaht.

Weitere Definitionen aus DIN EN 12345 s. Abschn. 13.

Zusatzsymbole und Grundsymbole können zusammengesetzt sein (Beispiele s. Tab. 395.3).

Das **Bezugszeichen** besteht aus der Bezugslinie (Bezugs-Volllinie und Bezugs-Strichlinie) und der Pfeillinie (s. Bild 396.1). Die Bezugslinie soll waagrecht zur Zeichnungs-Leserichtung oder – wenn dies nicht möglich ist – senkrecht dazu verlaufen. Die Gabel ist nur erforderlich, wenn Angaben z. B. über

Tabelle 395.1 Zusatzsymbole

Form der Oberflächen oder der Naht	Symbol
a) flach (üblicherweise flach nachbearbeitet)	
b) konvex (gewölbt)	
c) konkav (hohl)	
d) Nahtübergänge kerbfrei	
g) verbleibende Beilage benutzt	
h) Unterlage benutzt	

Tabelle 397.2 Ergänzungssymbole

Verlauf und Art der Naht	Ergänzungssymbol
ringsum-verlaufende Nähte, z. B. Kehlnähte	
Baustellennähte	

Tabelle 395.3 Zusammengesetzte grafische Symbole für Nahtarten (Beispiele)

Benennung	Darstellung	Symbol
Flache V-Naht		
Gewölbte Doppel-V-Naht		
Hohlkehlnaht		
Flache V-Naht mit flacher Gegenlage		
Y-Naht mit Gegenlage		
Flach nachbearbeitete V-Naht		
Kehlnaht mit kerbfreiem Nahtübergang		

<sup>1)</sup> Symbol nach ISO 1302; es kann auch das Hauptsymbol  $\surd$  benutzt werden.

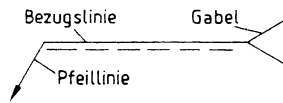


Bild 396.1 Bezugszeichen

Prozess, Bewertungsgruppe, Schweißposition, Zusatzwerkstoffe, Hilfsstoffe eingetragen werden.

Das grafische Symbol steht senkrecht zur Bezugslinie. Die Lage der Naht am Stoß wird durch die Stellung des Symbols zur Bezugslinie gekennzeichnet. Die Seite des Stoßes, auf die die Pfeillinie hinweist, ist die Bezugsseite, die andere Seite des Stoßes ist die Gegenseite (s. Bild 396.3). Die Pfeillinie soll bevorzugt auf die „Obere Werkstückfläche“ weisen.

Die Anordnung der Bezugs-Strichlinie zur Bezugs-Volllinie und der Lage des Symbols für die Naht kennzeichnen, ob die Naht von der Bezugsseite (grafisches Symbol an der Bezugs-Volllinie, Strichlinie gegenüberliegend; (s. Bild 396.2a)) oder von der Gegenseite (grafisches Symbol an der Strichlinie, der Bezugs-Volllinie gegenüberliegend; (s. Bild 396.2b)) zu schweißen ist.

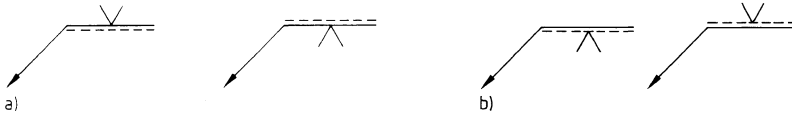


Bild 396.2 Lage des grafischen Symbols zur Bezugslinie  
a) Naht, ausgeführt von der Pfeilseite, b) Naht, ausgeführt von der Gegenseite

Für einseitig zu schweißende Nähte ist stets die doppelte Bezugslinie anzuwenden (s. Bild 396.3b). Bei Kehlnähten ist es besonders wichtig, die Buchstaben „a“ für Nahtdicke oder „z“ für Nahtschenkel vor das jeweilige Maß zu setzen, um folgenschwere Missverständnisse auszuschließen, denn  $z = a \sqrt{2}$  und in angelsächsischen Ländern üblich.

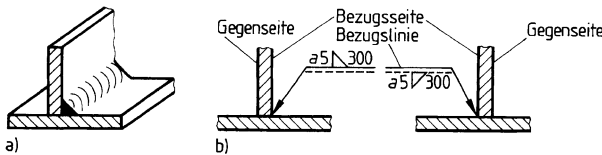


Bild 396.3 Stellung des grafischen Symbols für Kehlnähte  
a) Illustration, b) symbolische Darstellung

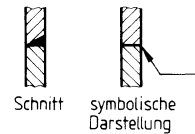


Bild 396.4 Richtung der Pfeillinie bei einer HV-Naht

Bei unsymmetrischer Nahtfuge mit einer zur „oberen Werkstückfläche“ senkrechten Fugenflanke weist die Pfeillinie in Richtung auf die nicht senkrechte Fugenflanke, z. B. HV- und HU-Naht (s. Bild 396.4). Die symbolische Darstellung von Schweiß- und Lötnähten und die Maßeintragungen in Zeichnungen müssen klar, unmissverständlich und eindeutig sein. Sind dabei Missdeutungen möglich, so sind die Nähte bildlich darzustellen und zu bemaßen.

Zur eindeutig symbolischen Darstellung sind die folgenden Angaben auf dem Bezugszeichen erforderlich (s. Bild 396.5).

Die Lage einer Schweißnaht im Raum und die Schweißrichtung bestimmen die Schweißposition. Die Schweißposition und deren Toleranzen von geraden und gekrümmten Schweißnähten werden durch den Nahtneigungswinkel  $\nu$  und den Nahtdrehwinkel  $\varrho$  beschrieben. Einzelheiten s. DIN EN ISO 6947.

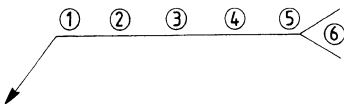


Bild 398.5 Angaben am Bezugszeichen

① Bei Stumpfnähten: Nahtdicke  $s$  in mm (nur dann, wenn der Querschnitt nicht voll durchgeschweißt wird)  
Bei Kehlnähten: Maßbuchstabe  $a$  mit Nahtdicke  $a$  in mm ( $a$  – Höhe des größten, im Nahtquerschnitt eingeschriebenen gleichschenkligen Dreiecks) oder Maßbuchstabe  $z$  mit Nahtschenkellänge in mm ( $z$  = Schenkel des größten gleichschenkligen Dreiecks, das sich in die Schnittdarstellung eintragen lässt).

Bei Loch-, Punkt- und Liniennähten: Lochbreite  $c$ , Punktdurchmesser  $d$  bzw. Breite der Liniennaht  $c$

② Symbol für die Nahtart

③ Nahtlänge (soweit erforderlich)

④ Anzahl der Nähte  $\times$  Nahtlänge

Bei unterbrochenen Nähten, bei Loch- und Punktnähten entfällt die Angabe der Nahtlänge

⑤ Nahtabstand

Bei unterbrochenen Nähten

⑥ Zusätzliche Angaben in folgender Reihenfolge

Prozess nach DIN EN ISO 4063 (s. Norm)

Bewertungsgruppe nach DIN EN 25817

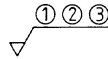
Schweißposition nach DIN EN ISO 6947

Schweißzusatzwerkstoff, z. B. nach DIN 1732, DIN EN 756



**Zeichnungsangaben für thermisches Schneiden**

Angaben in technischen Unterlagen für **thermisches Schneiden** nach DIN EN ISO 9013 sind neben den Maßen, die Güte und die Toleranzklasse. Die Güte und die Toleranzklasse werden in Zeichnungen auf einem grafischen Symbol nach DIN ISO 1302 in folgender Reihenfolge angegeben (s. Bild 397.1).



- ① Normnummer
- ② Angabe der Güte (entweder I oder II)  
Die Güte wird bestimmt durch die zulässige Rechtwinkligkeits- und Neigungstoleranz und die zulässige gemittelte Rautiefe  $R_{p5}$ .
- ③ Angabe der Toleranzklasse (verschlüsselt durch die Buchstaben A bis L)  
Die Toleranzklasse wird bestimmt durch Grenzabmaße in Abhängigkeit von der Schnittdicke.

Bild 397.1 Zeichnungsangaben für thermisches Schneiden

**Beispiele für Angaben in Zeichnungen:**

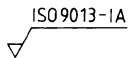


Bild 397.2 Verlangt werden die Güte I und die Toleranzklasse A

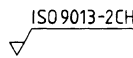


Bild 397.3 Verlangt werden die Güte mit Kurzzeichen 20 (Feld 2 für  $u$ , keine Festlegung für  $R_{p5}$ ) und die Toleranzklasse H

Im **Schriftfeld** technischer Unterlagen ist die Schnittgüte anzugeben durch den Identifizierungsblock der Bezeichnung, z. B. ISO 9013-IA.

**DIN 2429-2 Grafische Symbole für technische Zeichnungen – Teil 2: Rohrleitungen; Funktionelle Darstellung (Jan 1988)**



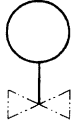



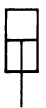





Die in dieser Norm festgelegten grafischen Symbole für Rohrleitungen, Armaturen und Stellantriebe sollen es ermöglichen, Rohrleitungen einheitlich, klar und einfach darzustellen. Bei der Festlegung

Tabelle 397.4 Grafische Symbole nach DIN 2429-2 (Auszug)

Nr.	grafisches Symbol	Benennung <sup>1)</sup>	Nr.	grafisches Symbol	Benennung <sup>1)</sup>
1a 1b		Grundleitung mit Angabe der Fließrichtung	11		Kompensator, allgemein
2		Grundleitung mit Begleitheizung oder -kühlung	12		Wellrohr-Kompensator
3		Verschluss allgemein	13		Lyra-Kompensator
4		Blindflansch	14		Schiebemuffe
5		Flanschverbindung	15		Schauglas
6		Klammerverbindung	16		Absperrarmatur, allgemein
7		Schraubverbindung	17		Absperrventil
8		Einsteckmuffe	18		Absperrhahn
9		Kupplung	19		Absperrklappe
10		Schweiß- oder Lötverbindung			

Fortsetzung und Fußnote s. nächste Seite

Tabelle 397.4, Fortsetzung

Nr.	grafisches Symbol	Benennung <sup>1)</sup>	Nr.	grafisches Symbol	Benennung <sup>1)</sup>
20		Rückschlagklappe	26		Stellantrieb, handbetätigt
21		Stellantrieb mit rotierendem System – allgemein	27		Stellantrieb mit Federkraft
22		– mit Elektromotor	28		Stellantrieb mit Membrane
23		Stellantrieb mit Kolben	29		Stellantrieb mit Gewicht
24		Stellantrieb mit Elektromagnet	30		Stellantrieb mit Schwimmer
25		Stellantrieb, dessen Hilfsenergie der Durchflussstoff der Rohrleitung ist	31		Kondensatableiter, allgemein

<sup>1)</sup> Die Benennung einzelner grafischer Symbole kann ggf. fachspezifisch sein und in anderen Normen synonym angewendet werden.

der Symbole wurde das Typische der Konstruktion hervorgehoben und bewusst auf Einzelheiten verzichtet (s. Tab. 397.4).

Die grafischen Symbole stellen Teile oder Funktionen dar, die allgemein in Rohrleitungen vorkommen.

Die Lage der grafischen Symbole in der Zeichnung entspricht dem Verlauf der Leitung, Anwendungsbeispiele s. DIN-Taschenbuch 170\*). In Tab. 397.4 sind Bereiche, die nicht Gegenstand des betreffenden grafischen Symbols sind (z. B. Leitungsanschlüsse) in Strich-Zweipunktlinie dargestellt. Allgemeine Hinweise zur Darstellung sind in DIN 2429-1 (s. Norm) enthalten.

#### DIN 461 Grafische Darstellung in Koordinatensystemen (Mrz 1973)

Die Norm beinhaltet u. a. qualitative und quantitative Darstellungen sowie ausführliche Angaben über die zeichnerische Darstellung (Linienbreite, Beschriftung usw.).

Voneinander abhängige Größen (z. B. Zugfestigkeit und Querschnitt) oder fortlaufende statistische Werte (z. B. Einfuhr und Ausfuhr je Monat) können zum Veranschaulichen in ein rechtwinkliges Liniennetz eingetragen und durch einen Linienzug verbunden werden.

Die Nulllinien sind breiter als die Netzlinien, aber schmaler als die Schaulinien. Wird nicht vom Nullpunkt, sondern von einem anderen Bezugspunkt ausgegangen, so ist das Netz nach der betreffenden

\*) DIN-Taschenbuch 170 – Rohrleitungssysteme, Grafische Symbole; Beuth Verlag GmbH, Berlin, Wien, Zürich.

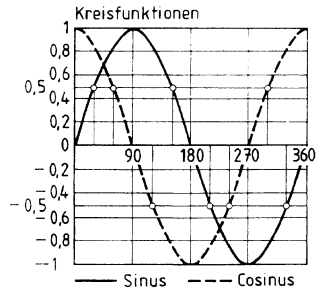


Bild 399.1 Grafische Darstellung nach DIN 461 (positive und negative Werte)

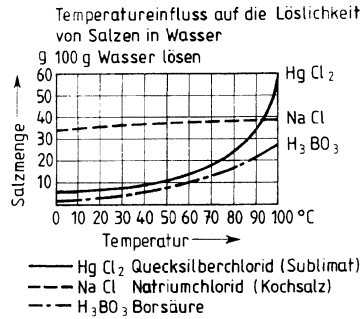


Bild 399.2 Grafische Darstellung nach DIN 461 (positive Werte)

Seite hin nicht durch eine breitere Linie abzuschließen. Eine Netzunterbrechung wird durch Bruchlinien (Freihandlinien) kenntlich gemacht. Schaulinien müssen sich deutlich abheben. Mehrere Linien sind durch verschiedene Linienarten zu unterscheiden. Jede Darstellung ist mit Titel und gegebenenfalls auch mit Quellenangaben zu versehen (s. Bilder 399.1 und 399.2).

## 9.9 Schriften

### DIN 1450 Schriften – Leserlichkeit (Jul 1993)

Textinformationen müssen unter verkehrsüblichen Bedingungen leserlich sein.

DIN 1450 bezieht sich beispielhaft auf Schriften nach DIN 1451-2 und 1451-3 und gibt eine Übersicht über Anforderungen und Einflussgrößen, unter denen ausreichende Leserlichkeit erreicht wird.

Bei gedruckten und ähnlichen Schriften (z. B. Schreibmaschine oder Schnelldrucker) in verkehrsüblichen Schriftwerken soll die Schriftgröße  $h$  nicht kleiner als 1,75 mm (1,5 mm für Indizes und Exponenten) bezogen auf eine Sehweite von 400 mm sein (dies entspricht einem Sehwinkel von 15').

Tabelle 399.3 Richtwerte für Schriftgrößen und Leseentfernung

Schriftgröße $h$	Lesebedingungen			Schriftgröße $h$	Lesebedingungen		
	gut $f = 0,3$	ausreichend $f = 0,23$	ungünstig $f = 0,12$		gut $f = 0,3$	ausreichend $f = 0,23$	ungünstig $f = 0,12$
	Leseentfernung in m $E = h \cdot f \cdot 1000$				Leseentfernung in m $E = h \cdot f \cdot 1000$		
1,75	0,525	0,4	0,21	56	16,8	12,88	6,72
2	0,6	0,46	0,24	63	18,9	14,49	7,56
2,5	0,75	0,575	0,3	70	21	16,1	8,4
3	0,9	0,69	0,36	77	23,1	17,71	9,24
3,5	1,05	0,805	0,42	84	25,2	19,32	10,08
4	1,2	0,92	0,48	98	29,4	22,54	11,76
5	1,5	1,15	0,6				
6	1,8	1,38	0,72	105	31,59	24,15	12,6
7	2,1	1,61	0,84	112	33,60	25,76	13,44
8	2,4	1,84	0,96	126	37,8	28,98	15,12
10	3	2,3	1,2	140	42	38,2	16,80
				175	52,5	40,25	21,0
				210	63	48,3	25,2
12	3,6	2,76	1,44	245	73,5	56,35	29,40
14	4,2	3,22	1,68	280	84	64,40	33,6
16	4,8	3,68	1,92				
20	6	4,6	2,4	315	94,5	72,45	37,80
				350	105	80,5	42
21	6,3	4,83	2,52				
28	8,4	6,44	3,36	385	115,5	88,55	46,2
35	10,5	8,05	4,2	420	126	96,6	50,4
42	12,6	9,66	5,04	490	147	112,7	58,8
49	14,7	11,27	5,88	560	168	128,8	67,2
				630	189	144,9	75,6

Großflächige Schriften werden auf Schildern (z. B. als wegweisende Information), auf Plakaten usw. angewendet. Die Leserlichkeit ist immer dann ausreichend, wenn die Erkennbarkeitsentfernung der Schriftzeichen so groß ist, dass die Information während des Lesevorganges rechtzeitig und vollständig erfasst werden kann.

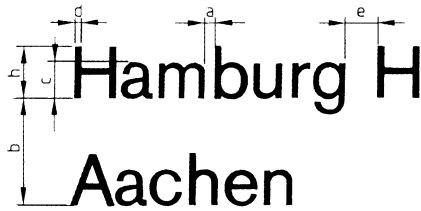
Tab. 399.3 enthält Richtwerte für Schriftgrößen  $h$  und Leseentfernungen  $E$  für die Leserlichkeit von einzelnen Beschriftungen.

**DIN 1451-2 Schriften – Serifenlose Linear-Antiqua – Teil 2: Verkehrsschrift (Feb 1986)**

**DIN 1451-3 – Teil 3: Druckschriften für Beschriftungen (Dez 1987)**

DIN 1451-1 (hier nicht behandelt, s. Norm) enthält Begriffe für Schriften

DIN 1451-4 (hier nicht behandelt, s. Norm) enthält die Schablone für Gravieren und andere Verfahren



**Hinweis** Die für die Maße  $a, b, c, d$  und  $e$  angegebenen Werte in Tab. 399.3 sind Ungefährwerte für ein grobes Ermitteln von Abständen und Proportionen. Genauwerte sind von der Schriftfamilie und vom einzelnen Schriftzeichen abhängig.

Bild 400.1 Schriftmerkmale, Maße

Tabelle 400.2 Schriftmerkmale und Maße

Schriftmerkmal	Verhältnis	Maße																					
		1,3	1,5	1,8	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	5,0	6,0	7,0											
Schriftgröße (Nenngröße) Höhe der Großbuchstaben	$h$	(7/7)	$h$																				
Höhe der Kleinbuchstaben (ohne Ober- und Unterlängen)	$c$	(5/7)	$h$																				
Nennabstand zwischen Schriftzeichen	$a$	(1/7)	$h$																				
Nennabstand zwischen Grundlinien	$b$	(11/7)	$h$																				
Nennabstand zwischen Wörtern	$e$	(3/7)	$h$																				
Linienbreite	$e$	(1/7)	$h$																				

Maße für Schriften größer  $h = 7$  s. DIN 1451-2 und 3, Kenndaten für die Bezeichnung einer Schrift s. Tab. 401.1.

**Beispiel** Bezeichnung einer Schrift mit Schriftbild 1, Schriftart Akzidenz-Grotesk (C), Schrifthöhe  $h = 20$  mm: **Schrift DIN 1451-1 C 20**

Für den Entwurf von Beschriftungen kann der ungefähre Platzbedarf anhand folgender Formel ermittelt werden:

$$l = f \times h \times n$$

Tabelle 400.3 Zeilenlängenfaktoren

Kennzahl für Schriftbild	$f$
1, 2, 5, 6	0,7
3	0,5
4	1

Hierin bedeuten:

$l$  = Zeilenlänge in mm

$h$  = Schriftgröße in mm

$n$  = Anzahl der Schriftzeichen und Wortabstände

$f$  = Zeilenlängenfaktor, abhängig vom Schriftbild nach Tab. 402.3

Tabelle 401.1 Kenndaten für die Bezeichnung

Schriftfamilie Benennung	Kenn- buch- stabe	Kennzahl für Schriftbild					
		1	2	3	4	5	6
		Benennung					
Akzidenz-Grotesk	C	normal	halbfett	eng	breit	kursiv	kursiv halbfett
Akzidenz-Grotesk-Buch	D	normal	halbfett	schmal	breit	kursiv	kursiv halbfett
Helvetica	E	normal	halbfett	schmal- mager	breit- mager	kursiv	kursiv halbfett
Edelgrotesk	F	halbfett	dreiviertel- fett	eng- halbfett	breit- halbfett	kursiv halbfett	kursiv drei- viertelfett

Für eine typografisch einwandfreie Beschriftung wird bei Zusammentreffen von bestimmten Schriftzeichen (z. B. WW, TA, Ei, G:) ein Ausgleich (positiv oder auch negativ) benötigt. Dieser Ausgleich hängt von den jeweils zutreffenden Verhältnissen oder auch von subjektiver Beurteilung ab und muss deshalb gesondert ermittelt und/oder festgelegt werden.

Schriftmuster für die Schriftart Helvetica (Kennbuchstabe E) s. Tab. 401.2.

Tabelle 401.2 Schriftmuster, Schrift – serifenlose Linear-Antiqua –, Schriftart – Helvetica –

Kennzahl für Schriftbild	Schriftmuster	Bildfette <sup>1)</sup> und Bildstellung
1	<b>Hamburg</b>	normal
2	<b>Hamburg</b>	halbfett
3	<b>Hamburg</b>	schmalmager
4	<b>Hamburg</b>	breitmager
5	<i>Hamburg</i>	kursiv
6	<b><i>Hamburg</i></b>	kursiv-halbfett

<sup>1)</sup> Die hier genannte Benennung der Bildfette ist historisch bedingt und lässt keinen Schluss auf die tatsächliche Linienbreite zu (s. Teil 3 der Norm).

**DIN EN ISO 3098-0 Technische Produktdokumentation – Schriften – Teil 0: Grundregeln (Apr 1998)**

**DIN EN ISO 3098-2 – Teil 2: Lateinisches Alphabet, Ziffern und Zeichen (Nov 2000)**

**DIN EN ISO 3098-3 – Teil 3: Griechisches Alphabet (Nov 2000)**

**DIN EN ISO 3098-4 – Teil 4: Diakritische und besondere Zeichen in Latein-Alphabeten (Nov 2000)  
s. Norm**

**DIN EN ISO 3098-5 – Teil 5: CAD-Schrift des lateinischen Alphabetes sowie der Ziffern und Zeichen  
(Apr 1998) s. Norm**

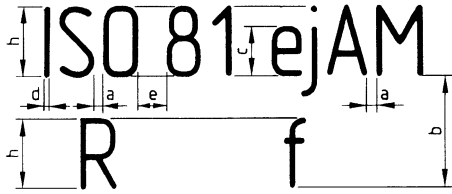


Bild 402.1 Schriftbild für technische Zeichnungen

Diese Schriften erfüllen die wichtigsten Anforderungen, die an die Beschriftung technischer Zeichnungen gestellt werden: gute Leserlichkeit, weltweite Einheitlichkeit, besondere Eignung für die problemlose Vervielfältigung von Zeichnungs-Unterlagen, z. B. Mikroverfilmung und Rückvergrößerung.

Maße für Schriftform B (entspricht einer Mittelschrift) s. Tab. 402.2. Die Norm enthält darüber hinaus Schriftform A (entspricht einer Engelschrift).

Tabelle 402.2 Schriftmerkmale und Maße, Schriftform B

Beschriftungsmerkmal	Verhältnis	Maße in mm							
		2,5	3,5	5	7	10	14	20	
Schriftgröße									
Höhe der Großbuchstaben	$h$	$(10/10) h$	2,5	3,5	5	7	10	14	20
Höhe der Kleinbuchstaben	$c$	$(7/10) h$	–	2,5	3,5	5	7	10	14
Mindestabstand zw. Schriftzeichen	$a$	$(2/10) h$	0,5	0,7	1	1,4	2	2,8	4
Mindestabstand zw. Grundlinien	$b$	$(14/10) h$	3,5	5	7	10	14	20	28
Mindestabstand zw. Wörtern	$e$	$(6/10) h$	1,5	2,1	3	4,2	6	8,4	12
Linienbreite	$d$	$(1/10) h$	0,25	0,35	0,5	0,7	1	1,4	2

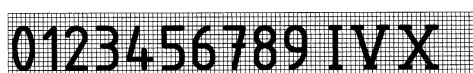
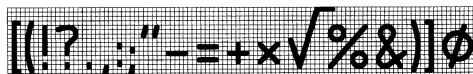
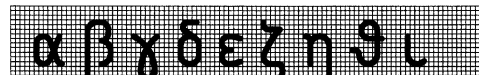
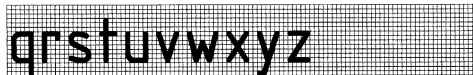
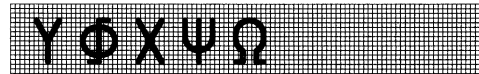
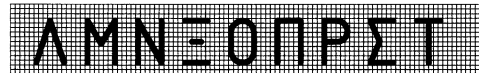
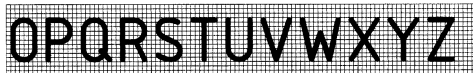


Bild 402.3 Schriftzeichen, Latein-Alphabet; Schriftform B, vertikal

Bild 402.4 Schriftzeichen, Griechisches Alphabet; Form B, vertikal

Die Schriftzeichen (s. Bild 402.1) sind so gestaltet, dass auch bei schlechten Rückvergrößerungen Verwechslungen ausgeschlossen sind und Tuscheanhäufungen durch entsprechende Formen des einzelnen Zeichens vermieden werden. Die senkrechte Schrift, Form B (s. Bild 402.1) ist zu bevorzugen. Die Norm enthält für beide Formen (A und B) auch kursive Schriftzeichen.

## 9.10 Zentrierbohrungen in technischen Zeichnungen

### DIN ISO 6411 Technische Zeichnungen – Vereinfachte Darstellung von Zentrierbohrungen (ISO 6411:1982) (Nov 1997)

Die Norm legt die vereinfachte Darstellung von Zentrierbohrungen und deren Bezeichnung fest. Die vereinfachte Darstellung kann besonders dann angewendet werden, wenn es nicht notwendig ist, die genaue Form und Größe darzustellen und die Bezeichnung von genormten Zentrierbohrungen als Information genügt.

Anstelle der Bezeichnung nach ISO 6411 darf auch eine Angabe der Zentrierbohrung nach DIN 332 erfolgen (s. Abschn. 8). Die Grundregeln der Zeichnungsangabe sind aber unverändert anzuwenden (s. Tab. 403.1).

Die Beziehung zwischen der Bezeichnung, den Maßen, der Zentrierbohrung und den Maßen, die vom Zentrierbohrer abhängen, sind in Tab. 404.1 dargestellt.

Tabelle 403.1 Grundsymbole der vereinfachten Darstellung

Anforderung	Darstellung	Bezeichnung (Beispiele)
Zentrierbohrung ist am fertigen Teil erforderlich		ISO 6411 - B 2,5/8
Zentrierbohrung darf am fertigen Teil vorhanden sein		ISO 6411 - B 2,5/8
Zentrierbohrung darf am fertigen Teil nicht verbleiben		ISO 6411 - B 2,5/8

Tabelle 403.2 Erklärung der Bezeichnung

Form der Zentrierbohrung	Bezeichnung (Beispiel)	Erklärung der Angabe
<b>R</b> mit Radiusform (Zentrierbohrer nach ISO 2541)	ISO 6411 - R 3,15/6,7	 $d = 3,15$ $D_1 = 6,7$
<b>A</b> ohne Schutzsenkung (Zentrierbohrer nach ISO 866)	ISO 6411 - A 4/8,5	 $d = 4$ $D_2 = 8,5$

Fortsetzung s. nächste Seite

Tabelle 403.2, Fortsetzung

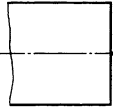
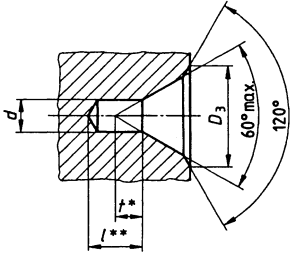
Form der Zentrierbohrung	Bezeichnung (Beispiel)	Erklärung der Angabe
<b>B</b> mit Schutzsenkung (Zentrierbohrer nach ISO 2540)	 ISO 6411 - B 2,5/8	 $d = 2,5$ $D_3 = 8$

Tabelle 404.1 Maße von bevorzugt anzuwendenden Zentrierbohrungen, Maße in mm

$d$ Nennmaß	Form				
	<b>R</b> nach ISO 2541	<b>A</b> nach ISO 866		<b>B</b> nach ISO 2540	
	$D_1$ Nennmaß	$D_2$ Nennmaß	$t$ Vorzugswert	$D_3$ Nennmaß	$t$ Vorzugswert
(0,5)		1,06	0,5		
(0,63)		1,32	0,6		
(0,8)		1,70	0,7		
1,0	2,12	2,12	0,9	3,15	0,9
(1,25)	2,65	2,65	1,1	4	1,1
1,6	3,35	3,35	1,4	5	1,4
2,0	4,25	4,25	1,8	6,3	1,8
2,5	5,3	5,30	2,2	8	2,2
3,15	6,7	6,70	2,8	10	2,8
4,0	8,5	8,50	3,5	12,5	3,5
(5,0)	10,6	10,60	4,4	16	4,4
6,3	13,2	13,20	5,5	18	5,5
(8,0)	17,0	17,00	7,0	22,4	7,0
10,0	21,2	21,20	8,7	28	8,7



# 10 Konstruktionsgrundlagen

Bearbeitet von D. Alex

Die Normung häufig wiederkehrender Formen führt zu Vereinfachungen bei der Planung, der Konstruktion, der Fertigung und der Lagerhaltung von Werkzeugen, Messzeugen usw. Im Folgenden werden einige Konstruktionsgrundlagen wiedergegeben.

Die in diesem Kapitel behandelten Normen wurden in verschiedenen Normenausschüssen erarbeitet. Nachfolgend sind die für die jeweiligen Normen zuständigen Normenausschüsse aufgelistet:

- Normenausschuss Mechanische Verbindungselemente (FMV): DIN 76-1, DIN 78, DIN 475-1, DIN 475-2, DIN 475-3, DIN EN ISO 4753 (Webadresse: [www.fmv.din.de](http://www.fmv.din.de));
- Normenausschuss Werkzeuge und Spannzeuge (FWS): DIN 79, DIN 82, DIN 332-1, DIN 6935, DIN 7952-1, DIN 7952-2 ([www.fws.din.de](http://www.fws.din.de));
- Normenausschuss Technische Grundlagen (NATG): DIN 509 ([www.natg.din.de](http://www.natg.din.de));
- Normenausschuss Maschinenbau (NAM): DIN 747, DIN 748-1, DIN 1448-1 ([www.nam.din.de](http://www.nam.din.de));
- Normenausschuss Rohrleitungen und Dampfkesselanlagen (NARD): DIN 2500, DIN 2501-1 ([www.nard.din.de](http://www.nard.din.de));
- Normenausschuss Schienenfahrzeuge (FSF): DIN 5520, DIN 25570 ([www.fsf.din.de](http://www.fsf.din.de));
- Normenausschuss Eisen-, Blech- und Metallwaren (NAEBM): DIN 7523-2, DIN EN 10254 ([www.naebm.din.de](http://www.naebm.din.de));
- Normenausschuss Kautschuktechnik (FAKAU): DIN 7715-1, DIN 7715-5, DIN ISO 3302-1 ([www.fakau.din.de](http://www.fakau.din.de));
- Normenausschuss Nichteisenmetalle (FNNE): DIN EN 586-3 ([www.fnne.din.de](http://www.fnne.din.de)).

## 10.1 Drehteile<sup>1)</sup>

### DIN 76-1 Gewindeausläufe und Gewindefreistriche – Teil 1: Für Metrisches ISO-Gewinde nach DIN 13-1 (Jun 2004)

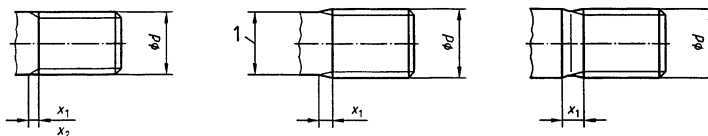
Die Norm legt Gewindeausläufe und Gewindefreistriche für Schrauben und ähnliche Teile sowie für Teile mit Innengewinde (Gewindegrundlöcher) mit Metrischem ISO-Gewinde (Regel- und Feingewinde) nach DIN 13-1 und DIN ISO 261 und die zugehörigen Normbezeichnungen fest.

Die Angabe des Gewindeauslaufes bei Innengewinde entfällt. Für die Breite des Freistriches sind Maße für Regel- und Kurzausführung festgelegt.

Die Angabe der Formbuchstaben bei der Bezeichnung des Gewindefreistriches erspart das Eintragen von Maßen. Sind diese nicht angegeben, gelten grundsätzlich die Regelfälle Form A für Außengewinde bzw. Form C für Innengewinde.

Gewindeauslauf, Gewindefreistich für Withworth-Rohrgewinde ist aus DIN 76-2 zu ersehen (s. Norm). Für Trapez-, Sägen- und Rundgewinde sowie andere Gewinde mit grober Steigung gilt DIN 76-3 (s. Norm).

#### Außengewinde



1 Schaftdurchmesser  $\approx$  Flankendurchmesser

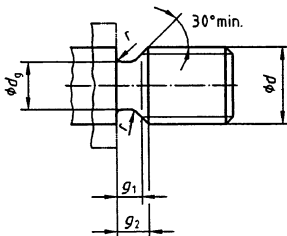
Bild 405.1 Gewindeauslauf (Maße s. Tab. 407.1)

<sup>1)</sup> s. auch DIN-Taschenbuch 193: Mechanische Verbindungselemente 5: Grundnormen. Berlin, Wien, Zürich: Beuth Verlag GmbH.



Bild 406.1 Abstand des letzten vollen Gewindeganges von der Anlagefläche (bei Teilen mit Gewinde annähernd bis Kopf) (Maße s. Tab. 407.1)

**WARNUNG – Verbindungselemente mit Gewindefreistich erreichen nicht die Prüf- und Bruchkräfte nach DIN EN ISO 898-1 oder die Bruchkräfte und Bruchdrehmomente nach DIN EN 28839.**



**Form A**  $g_1$  und  $g_2$  Regelfall

**Form B**  $g_1$  und  $g_2$  kurz

Bild 406.2 Gewindefreistich

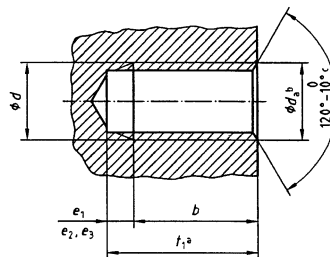
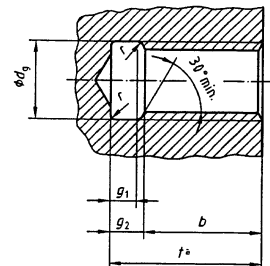


Bild 406.3 Gewindegundloch mit Gewindegang



**Form C**  $g_1$  und  $g_2$  Regelfall  
**Form D**  $g_1$  und  $g_2$  kurz

Bild 406.4  
Gewindegundloch mit Gewindefreistich

### Innengewinde (Gewindegundlöcher)

$b$  nutzbare Gewindelänge

$a$  Grenzabweichung für das errechnete Maß  $t: {}^{+0,5}P$

$b$   $d_{a, \min.} = 1d$

$d_{a, \max.} = 1,05d$

Für Muttern sind die Senkdurchmesser  $d_s$  in den einzelnen Produktnormen (Maßnormen) festgelegt.

$c$  Sonderfälle, z. B.  $90^\circ$  oder  $60^\circ$ , sind in der Zeichnung anzugeben. Für Stiftschrauben mit Gewindegang und für Zentrierbohrungen wird  $60^\circ$ , für Stiftschrauben in Leichtmetall wird eine zylindrische Ansenkung empfohlen.

### Bezeichnungsbeispiele als zeichnerische Hilfestellung

In Zeichnungen kann die Bemaßung von Gewindegängen und Gewindefreistichen durch einen entsprechenden Hinweis auf DIN 76-1 ersetzt werden. Nach DIN 76-1 gelten folgende Bezeichnungen:

#### Außengewinde

**Bezeichnung** eines Gewindefreistiches, Form B:

**Gwindefreistich DIN 76-B.**

#### Innengewinde

**Bezeichnung** eines Gewindegundloches mit Gewindefreistich, Form C:

**Gwindegundloch DIN 76-C.**

Tabelle 407.1 Maße für Gewindeauslauf und Gewindefreistich für Außengewinde (DIN 76-1) (Maße in mm)

Gewinde- steigung $P$	Gewinde- nenndurch- messer (Regel- gewinde) $d$	Gewindeauslauf		Abstand			Gewindefreistich					
		$x_1$	$x_2$ max.	$a_1$	$a_2$ max.	$a_3$	$d_g$	$g_1$ min.		$g_2$ max.		$r$
		Regel- fall <sup>1)</sup>	kurz <sup>2)</sup>	Regel- fall <sup>3)</sup>	kurz <sup>4)</sup>	lang <sup>5)</sup>	$h13^6)$	Form A Regel- fall <sup>7)</sup>	Form B kurz <sup>8)</sup>	Form A Regel- fall <sup>7)</sup>	Form B kurz <sup>8)</sup>	$\approx$
<b>0,2</b> <b>0,25</b> <b>0,3</b>	– <b>1; 1,2</b> <b>1,4</b>	0,5 0,6 0,75	0,25 0,3 0,4	0,6 0,75 0,9	0,4 0,5 0,6	– – –	$d - 0,3$ $d - 0,4$ $d - 0,5$	0,45 0,55 0,6	0,25 0,25 0,3	0,7 0,9 1,05	0,5 0,6 0,75	0,1 0,12 0,16
<b>0,35</b> <b>0,4</b> <b>0,45</b>	<b>1,6; 1,7; 1,8</b> <b>2; 2,3</b> <b>2,2; 2,5; 2,6</b>	0,9 1 1,1	0,45 0,5 0,6	1,05 1,2 1,35	0,7 0,8 0,9	– – –	$d - 0,6$ $d - 0,7$ $d - 0,7$	0,7 0,8 1	0,4 0,5 0,5	1,2 1,4 1,6	0,9 1 1,1	0,16 0,2 0,2
<b>0,5</b> <b>0,6</b> <b>0,7</b>	<b>3</b> <b>3,5</b> <b>4</b>	1,25 1,5 1,75	0,7 0,75 0,9	1,5 1,8 2,1	1 1,2 1,4	– – –	$d - 0,8$ $d - 1$ $d - 1,1$	1,1 1,2 1,5	0,5 0,6 0,8	1,75 2,1 2,45	1,25 1,5 1,75	0,2 0,4 0,4
<b>0,75</b> <b>0,8</b> <b>1</b>	<b>4,5</b> <b>5</b> <b>6; 7</b>	1,9 2 2,5	1 1 1,25	2,25 2,4 3	1,5 1,6 2	– 3,2 4	$d - 1,2$ $d - 1,3$ $d - 1,6$	1,6 1,7 2,1	0,9 0,9 1,1	2,6 2,8 3,5	1,9 2 2,5	0,4 0,4 0,6
<b>1,25</b> <b>1,5</b> <b>1,75</b>	<b>8</b> <b>10</b> <b>12</b>	3,2 3,8 4,3	1,6 1,9 2,2	3,75 4,5 5,25	2,5 3 3,5	5 6 7	$d - 2$ $d - 2,3$ $d - 2,6$	2,7 3,2 3,9	1,5 1,8 2,1	4,4 5,2 6,1	3,2 3,8 4,3	0,6 0,8 1
<b>2</b> <b>2,5</b> <b>3</b>	<b>14; 16</b> <b>18; 20; 22</b> <b>24; 27</b>	5 6,3 7,5	2,5 3,2 3,8	6 7,5 9	4 5 6	8 10 12	$d - 3$ $d - 3,6$ $d - 4,4$	4,5 5,6 6,7	2,5 3,2 3,7	7 8,7 10,5	5 6,3 7,5	1 1,2 1,6
<b>3,5</b> <b>4</b> <b>4,5</b>	<b>30; 33</b> <b>36; 39</b> <b>42; 45</b>	9 10 11	4,5 5 5,5	10,5 12 13,5	7 8 9	14 16 18	$d - 5$ $d - 5,7$ $d - 6,4$	7,7 9 10,5	4,7 5 5,5	12 14 16	9 10 11	1,6 2 2
<b>5</b> <b>5,5</b> <b>6</b>	<b>48; 52</b> <b>56; 60</b> <b>64; 68</b>	12,5 14 15	6,3 7 7,5	15 16,5 18	10 11 12	20 22 24	$d - 7$ $d - 7,7$ $d - 8,3$	11,5 12,5 14	6,5 7,5 8	17,5 19 21	12,5 14 15	2,5 3,2 3,2
Die angegebenen Maße entsprechen $\approx$		$2,5P$	$1,25P$	$3P$	$2P$	$4P$	–	–	–	$3,5P$	$2,5P$	$0,5P$

<sup>1)</sup> Gewindeauslauf  $x_1$  gilt immer, wenn in den einzelnen Normen oder Zeichnungen keine anderen Angaben gemacht sind.

<sup>2)</sup> Gewindeauslauf  $x_2$  nur für die Fälle, bei denen aus technischen Gründen ein kurzer Gewindeauslauf erforderlich ist.

<sup>3)</sup> Abstand  $a_1$  gilt immer, wenn in den einzelnen Normen oder Zeichnungen keine anderen Angaben gemacht sind.

<sup>4)</sup> Abstand  $a_2$  für Schlitz- und Kreuzschlitzschrauben und für die Fälle, bei denen aus technischen Gründen ein kurzer Abstand erforderlich ist.

<sup>5)</sup> Abstand  $a_3$  nur für Schrauben in Produktklasse C.

<sup>6)</sup> Toleranzfeld  $h12$  für Gewinde bis 3 mm Nenndurchmesser.

<sup>7)</sup> Gewindefreistich Form A gilt immer, wenn in den einzelnen Normen oder Zeichnungen keine anderen Angaben gemacht sind.

<sup>8)</sup> Gewindefreistich Form B (kurz) nur für Sonderfälle, bei denen aus technischen Gründen ein kurzer Gewindefreistich erforderlich ist. Dieser Gewindefreistich bedingt Sonderwerkzeuge zur Gewindefreistichherstellung.

Tabelle 408.1 Maße für Gewindeauslauf und Gewindefreistich für Innengewinde (DIN 76-1) (Maße in mm)

Gewinde- steigung $P$	Gewinde- nenndurch- messer (Regel- gewinde) $d$	Gewindeauslauf (einschl. Grundlochüberhang)			Gewindefreistich						
		$e_1$	$e_2$		$e_3$	$d_g$	$g_1$ min.		$g_2$ max.		$r$ ≈
			Richtwerte				Form C	Form D	Form C	Form D	
		Regel- fall <sup>1)</sup>	kurz <sup>2)</sup>	lang <sup>3)</sup>	h13	Regel- fall <sup>4)</sup>	kurz <sup>5)</sup>	Regel- fall <sup>4)</sup>	kurz <sup>5)</sup>		
<b>0,2</b>	–	1,3	0,8	2	$d + 0,1$	0,8	0,5	1,2	0,9	0,1	
<b>0,25</b>	<b>1; 1,2</b>	1,5	1	2,4	$d + 0,1$	1	0,6	1,4	1	0,12	
<b>0,3</b>	<b>1,4</b>	1,8	1,2	2,9	$d + 0,1$	1,2	0,75	1,6	1,25	0,16	
<b>0,35</b>	<b>1,6; 1,7; 1,8</b>	2,1	1,3	3,3	$d + 0,2$	1,4	0,9	1,9	1,4	0,16	
<b>0,4</b>	<b>2; 2,3</b>	2,3	1,5	3,7	$d + 0,2$	1,6	1	2,2	1,6	0,2	
<b>0,45</b>	<b>2,2; 2,5; 2,6</b>	2,6	1,6	4,1	$d + 0,2$	1,8	1,1	2,4	1,7	0,2	
<b>0,5</b>	<b>3</b>	2,8	1,8	4,5	$d + 0,3$	2	1,25	2,7	2	0,2	
<b>0,6</b>	<b>3,5</b>	3,4	2,1	5,4	$d + 0,3$	2,4	1,5	3,3	2,4	0,4	
<b>0,7</b>	<b>4</b>	3,8	2,4	6,1	$d + 0,3$	2,8	1,75	3,8	2,75	0,4	
<b>0,75</b>	<b>4,5</b>	4	2,5	6,4	$d + 0,3$	3	1,9	4	2,9	0,4	
<b>0,8</b>	<b>5</b>	4,2	2,7	6,8	$d + 0,3$	3,2	2	4,2	3	0,4	
<b>1</b>	<b>6; 7</b>	5,1	3,2	8,2	$d + 0,5$	4	2,5	5,2	3,7	0,6	
<b>1,25</b>	<b>8</b>	6,2	3,9	10	$d + 0,5$	5	3,2	6,7	4,9	0,6	
<b>1,5</b>	<b>10</b>	7,3	4,6	11,6	$d + 0,5$	6	3,8	7,8	5,6	0,8	
<b>1,75</b>	<b>12</b>	8,3	5,2	13,3	$d + 0,5$	7	4,3	9,1	6,4	1	
<b>2</b>	<b>14; 16</b>	9,3	5,8	14,8	$d + 0,5$	8	5	10,3	7,3	1	
<b>2,5</b>	<b>18; 20; 22</b>	11,2	7	17,9	$d + 0,5$	10	6,3	13	9,3	1,2	
<b>3</b>	<b>24; 27</b>	13,1	8,2	21	$d + 0,5$	12	7,5	15,2	10,7	1,6	
<b>3,5</b>	<b>30; 33</b>	15,2	9,5	24,3	$d + 0,5$	14	9	17,7	12,7	1,6	
<b>4</b>	<b>36; 39</b>	16,8	10,5	26,9	$d + 0,5$	16	10	20	14	2	
<b>4,5</b>	<b>42; 45</b>	18,4	11,5	29,4	$d + 0,5$	18	11	23	16	2	
<b>5</b>	<b>48; 52</b>	20,8	13	33,3	$d + 0,5$	20	12,5	26	18,5	2,5	
<b>5,5</b>	<b>56; 60</b>	22,4	14	35,8	$d + 0,5$	22	14	28	20	3,2	
<b>6</b>	<b>64; 68</b>	24	15	38,4	$d + 0,5$	24	15	30	21	3,2	
Die angegebenen Maße entsprechen ≈		6,3 bis 4P	4 bis 2,5P	10 bis 6,3P	–	4P	2,5P	–	–	0,5P	

<sup>1)</sup> Gewindeauslauf  $e_1$  gilt immer, wenn in den einzelnen Normen oder Zeichnungen keine anderen Angaben gemacht sind.

<sup>2)</sup> Gewindeauslauf  $e_2$  nur für die Fälle, bei denen aus technischen Gründen ein kurzer Grundlochüberhang erforderlich ist.

<sup>3)</sup> Gewindeauslauf  $e_3$  nur für die Fälle, bei denen aus technischen Gründen ein langer Grundlochüberhang erforderlich ist.

<sup>4)</sup> Gewindefreistich Form C gilt immer, wenn in den einzelnen Normen oder Zeichnungen keine anderen Angaben gemacht sind.

<sup>5)</sup> Gewindefreistich Form D nur für die Fälle, bei denen aus technischen Gründen ein kurzer Gewindefreistich erforderlich ist.

Sowohl für Außen- als auch für Innengewinde gilt:

Für Feingewinde sind die Maße der Gewindeausläufe und der Gewindefreistiche nach der Steigung  $P$  auszuwählen.

**Anmerkung 1** Für Rohrgewinde gilt DIN 76-2. Für Trapez-, Sägen- und Rundgewinde sowie andere Gewinde mit grober Steigung gilt DIN 76-3.

**Anmerkung 2** Es wird empfohlen, bei anderen Gewinden, z. B. UNF-Gewinde, die in den Tabellen 407.1 und 408.1 angegebenen, auf die Gewindesteigung bezogenen Gleichungen, z. B.  $x_1 = 2,5P$ , für die Festlegung von Gewindeausläufen und Gewindefreistichen sinnmäßig anzuwenden.

### DIN 78 Schraubenüberstände (Mrz 2001)

Diese Norm legt für allgemeine Anwendungsfälle die Schraubenüberstände für Schrauben und ähnliche Teile mit Metrischem ISO-Gewinde (Regelgewinde) nach DIN 13-1 und DIN ISO 261 fest.

Die hier festgelegten Schraubenüberstände gelten nicht, wenn in speziellen Anwendungs- oder Produktnormen andere Schraubenüberstände festgelegt werden.

Schraubenenden (Gewindeenden) legt DIN EN ISO 4753 fest, enthält jedoch keine Festlegungen für Schraubenüberstände. Beide Normen ersetzen DIN 78:1983-12.

Für Schraubenüberstände gilt

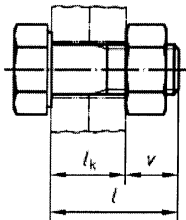
- bei Sechskantmutter: Schraubenüberstand  $v_{\min} = \text{Mutternhöhe} + 2P$
- bei Sechskantmuttern mit Klemmteil: Schraubenüberstand  $v_{\max} = \text{Mutternhöhe} + 2P$

Die Nennlänge von Schrauben errechnet sich aus Nennlänge  $l = \text{Klemmlänge } l_k + \text{Schraubenüberstand } v$ .

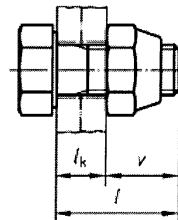
Darin ist  $P$  die Gewindesteigung nach DIN 13-1.

Beispiele

#### Sechskantschrauben

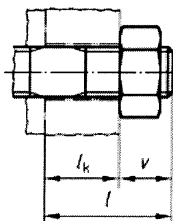


Sechskantmutter

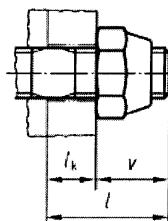


Sechskantmutter mit Klemmteil

#### Stiftschrauben



Sechskantmutter



Sechskantmutter mit Klemmteil

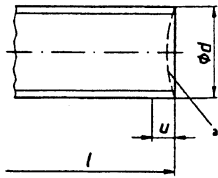
Bei der Bestimmung der Nennlängen von Schrauben sind die möglichen Toleranzen der Teile zu berücksichtigen, die verschraubt werden sollen.

Ferner sind die Längentoleranzen der Schrauben und die Toleranzen der Mutternhöhe zu beachten. Die errechnete Länge ist – wenn immer möglich – auf die in den jeweiligen Produktnormen (Maßnormen) angegebene nächstgrößere Nennlänge zu runden.

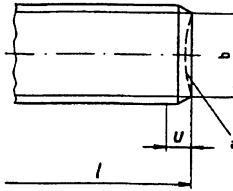
Für Passschrauben gelten die in den jeweiligen Produktnormen (Maßnormen) angegebenen Schraubenüberstände.

### Enden, die innerhalb der Nennlänge der Verbindungselemente liegen

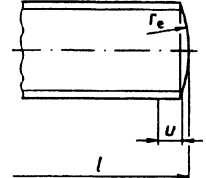
Ohne Kuppe (RL)



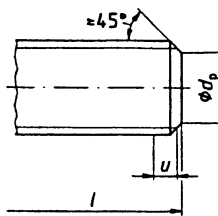
Kegelkuppe (CH)



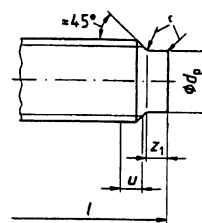
Linsenkuppe (RN)



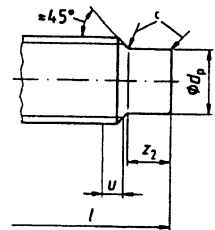
Kegelstumpf (FL)



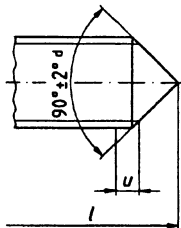
Kurzer Zapfen (SD)



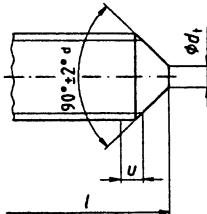
Langer Zapfen (LD)



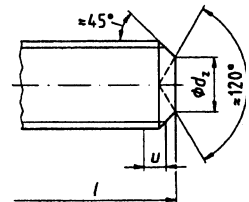
Spitze (CN)



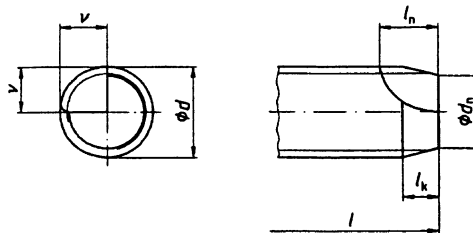
Spitze, abgeflacht (TC)



Ringschneide (CP)



Schabennut (SC)



$$r_c \approx 1,4d$$

$$d_n = d - 1,6P$$

$$v = 0,5d \pm 0,5 \text{ mm}$$

$$l_k \leq 3P$$

$$l_n \leq 5P$$

$$l_n - l_k \geq 2P \text{ (} P \text{ Gewindesteigung)}$$

Anmerkung 1:  $l$  ist die Nennlänge des Verbindungselementes

Anmerkung 2: Unvollständiges Gewinde  $u \leq 2P$

Anmerkung 3: Der  $45^\circ$  Winkel bei den Enden FL, SD, LD und CP gilt nur für den Bereich der Spitze, der innerhalb des Kerndurchmessers des Gewindes liegt.

<sup>a</sup> Ende darf eine Einsenkung aufweisen

<sup>b</sup>  $\leq$  Gewindekerndurchmesser

<sup>c</sup> gerundet

<sup>d</sup>  $120^\circ \pm 2^\circ$  bei kurzen Schrauben, siehe Produktnorm, z. B. ISO 4027.

### DIN EN ISO 4753 Verbindungselemente – Enden von Teilen mit Metrischem ISO-Außengewinde (ISO 4753:1999) (Jul 2000)

Diese Norm legt Form und Maße von Enden von Teilen mit Metrischem ISO-Außengewinde (z. B. Schraubenenden) fest, die zur Anwendung empfohlen werden. Sie gelten für genormte und nicht genormte Teile mit Gewinde, sofern sie bei der Bestellung angegeben werden.

Für jedes Ende ist ein Symbol festgelegt und es wird empfohlen, diese Symbole bei Bestellung eines dieser Enden für Verbindungselemente mit Gewinde zu verwenden.

Tabelle 411.1 Maße (in mm)

Gewinde- durchmesser $d^1)$	$d_p$ h14 <sup>2)</sup>	$d_f^{3)}$ h16	$d_z$ h14 <sup>2)</sup>	$z_1$ T14 <sup>4)</sup>	$z_2$ T14 <sup>4)</sup>
1,6	0,8	–	0,8	0,4	0,8
1,8	0,9	–	0,9	0,45	0,9
2	1	–	1	0,5	1
2,2	1,2	–	1,1	0,55	1,1
2,5	1,5	–	1,2	0,63	1,25
3	2	–	1,4	0,75	1,5
3,5	2,2	–	1,7	0,88	1,75
4	2,5	–	2	1	2
4,5	3	–	2,2	1,12	2,25
5	3,5	–	2,5	1,25	2,5
6	4	1,5	3	1,5	3
7	5	2	4	1,75	3,5
8	5,5	2	5	2	4
10	7	2,5	6	2,5	5
12	8,5	3	8	3	6
14	10	4	8,5	3,5	7
16	12	4	10	4	8
18	13	5	11	4,5	9
20	15	5	14	5	10
22	17	6	15	5,5	11
24	18	6	16	6	12

<sup>1)</sup> Für Größen < M 1,6 sollten Maße und Toleranzen zweckmäßig vereinbart werden.

<sup>2)</sup> Für Nennmaße ≤ 1 mm gilt Toleranzfeld h13.

<sup>3)</sup> Für Gewinde ≤ M5 muss die Spitze keine Abflachung aufweisen; die Spitze darf gerundet sein.

<sup>4)</sup> Für Nennmaße ≤ 1 mm gilt Toleranzfeld +T13.

Weitere Vorzugsmaße für Gewindedurchmesser  $d$  sind 27, 30, 33, 36, 39, 42, 45, 48, 52 (s. Norm).

Die Maße des Einführzapfens mit Ansatzspitze sind für Regelgewinde und Feingewinde in der Norm ebenfalls festgelegt.

**DIN 82 Rändel (Jan 1973)**

Die Formbuchstaben dienen der Bezeichnung und Unterscheidung.

Runde Teile, die von Hand bedient werden, müssen griffig sein. Das wird durch Rändeln erreicht. Genormt sind die Teilungen  $t = 0,5, 0,6, 0,8, 1, 1,2$  und  $1,6$ .

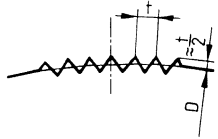


Bild 412.1 Rändelteilung  $t$

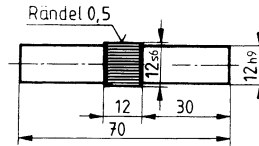


Bild 412.2 Praktische Nutzung der Vergrößerung des Durchmessers durch Rändeln

**Bezeichnung** eines Links-Rechts-Rändels, Spitzen erhöht (Form RGE), mit  $t = 0,8$ : **Rändel DIN 82 RGE 0,8**.

Beim Rändeln wird der Außendurchmesser größer als der in der Zeichnung angegebene Drehdurchmesser (s. Tab. 412.3). Das erleichtert die Lösung konstruktiver Aufgaben, die vornehmlich im Feinwerkbau anfallen, wenn z. B. auf dem mittleren Teil einer Welle aus gezogenem Werkstoff ein Rad festsetzen soll. Die Welle wird an der betreffenden Stelle gerändelt und dann auf das Maß des angewendeten Toleranzfeldes (System Einheitsbohrung) rundgeschliffen (s. Bild 412.2). Rändelräder s. DIN 403.

Tabelle 412.3 Formen und Benennungen der Rändel nach DIN 82

Form	RAA	RBL	RBR	RGE	RGV	RKE	RKV
Benennung	Rändel mit achsparallelen Riefen	Linksrändel	Rechtsrändel	Links-Rechts-Rändel, Spitzen erhöht	Links-Rechts-Rändel, Spitzen vertieft	Kreuzrändel, Spitzen erhöht	Kreuzrändel, Spitzen vertieft
Darstellung							
Ausgangs- $\varnothing d_2$		$d_1 - 0,5t$		$d_1 - 0,67t$	$d_1 - 0,33t$	$d_1 - 0,67t$	$d_1 - 0,33t$

Anstelle der Fase kann eine Rundung vorgesehen werden.

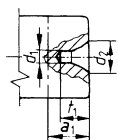
**DIN 332-1 Zentrierbohrungen 60°, Form R, A, B, C (Apr 1986)**

Die Zentrierbohrung Form R wird an erster Stelle aufgeführt, weil ihre Anwendung wegen ihrer vorteilhaften Eigenschaften – schutzsenkungsartige Wirkung der Wölbung und Vermeidung von Spannungskonzentrationen an den Ecken bei Lagefehler oder Verformung des Werkstückes – in großem Maße zugenommen hat.

Weitere Formen und zeichnerische Darstellung s. DIN ISO 6411.

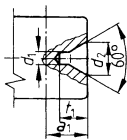
**Form R**

ohne Schutzsenkung, gewölbte Laufflächen,  $d_1 = 0,5$  bis  $12,5$



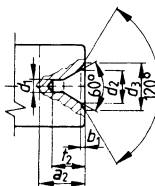
**Form A**

ohne Schutzsenkung, gerade Laufflächen,  $d_1 = 0,5$  bis  $50$



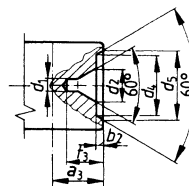
**Form B**

kegelförmige Schutzsenkung, gerade Laufflächen,  $d_1 = 1$  bis  $50$



**Form C**

kegelstumpfförmige Schutzsenkung, gerade Laufflächen,  $d_1 = 1$  bis  $50$



Übergänge vom Kegel in die Bohrung  $d_1$  (Form A, B, C) und von einem Kegel in den anderen (Form B) sind gerundet.



Tabelle 413.1 Maße für Zentrierbohrungen nach DIN 332-1

d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	Form R		Form A			Form B					Form C						
		t <sup>1)</sup> ≥	a <sup>2)</sup>	≤	t <sup>1)</sup> ≥	a <sup>2)</sup>	≤	t <sup>1)</sup> ≥	a	b	c <sub>3</sub>	≤	t <sup>1)</sup> ≥	a	b	d <sub>4</sub>	d <sub>5</sub>	
0,5	1,06	1,4	2	-	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,8	1,7	1,5	2,5	-	1,5	2,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	2,12	1,9	3	-	1,9	3	-	2,2	3,5	0,3	3,15	-	1,9	3,5	0,4	4,5	5	
1,25	2,65	2,3	4	-	2,3	4	-	2,7	4,5	0,4	4	-	2,3	4,5	0,6	5,3	6	
1,6	3,25	2,9	5	-	2,9	5	-	3,4	5,5	0,5	5	-	2,9	5,5	0,7	6,3	7,1	
2	4,25	3,7	6	-	3,7	6	-	4,3	6,6	0,6	6,3	-	3,7	6,6	0,9	7,5	8,5	
2,5	5,3	4,6	7	-	4,6	7	-	5,4	8,3	0,8	8	-	4,6	8,3	0,9	9	10	
3,15	6,7	5,8	9	-	5,9	9	-	6,8	10	0,9	10	-	5,9	10	1,1	11,2	12,5	
4	8,5	7,4	11	-	7,4	11	-	8,6	12,7	1,2	12,5	-	7,4	12,7	1,7	14	16	
5	10,6	9,2	14	-	9,2	14	-	10,8	15,6	1,6	16	-	9,2	15,6	1,7	18	20	
6,3	13,2	11,4	18	-	11,5	18	-	12,9	20	1,4	18	-	11,5	20	2,3	22,7	25	
8	17	14,7	22	-	14,8	22	-	16,4	25	1,6	22,4	-	14,8	25	3	28	31,5	
10	21,2	18,3	28	-	18,4	28	-	20,4	31	2	28	-	18,7	31	3,9	35,5	40	
12,5	26,5	23,6	36	-	23,6	36	32,1	25,6	38	2	33,5	-	23,6	42,5	4,3	45	50	
16	33,5	-	-	37,5	30	45	40,1	32,6	48	2,6	42,5	37,5	30	53	6,1	56	63	
20	42,5	-	-	47,5	37,5	56	50,5	40,5	60	3	53	47,5	37,5	167	7,8	71	80	
25	53	-	-	60	47,5	71	62,9	50,4	75	2,9	63	60	47,5	85	8,7	90	100	
31,5	67	-	-	75	60	90	73,8	63,8	95	3,8	80	75	60	106	11,3	112	125	
40	85	-	-	95	75	112	99,3	79,3	118	4,3	100	95	75	132	17,3	140	160	
50	106	-	-	118	95	140	123,5	100,5	150	5,5	125	118	95	170	17,3	180	200	

- 1) Das Maß  $t$  ist bei mit Zentrierbohrern hergestellten Zentrierbohrungen abhängig von der Länge  $l_2$  des – auch nachgeschliffenen – Zentrierbohrers nach DIN 333.  $t_{min.}$  ist das kleinste Maß  $t$ , bei dem eine voll ausgeschliffene 60°-Zentrierspitze den Bohrungsgrund nicht berührt, wenn der vorgeschriebene Durchmesser  $d_2$  eingehalten wird. Das Maß  $t_{min.}$  gibt damit die Grenze an, bis zu der Zentrierbohrer nachgeschliffen werden können.
- 2)  $a$  ist das Abstechmaß, wenn die Zentrierbohrung am fertigen Werkstück nicht verbleibt. Soll die Zentrierbohrung verbleiben und gleichzeitig gegen Beschädigung geschützt werden (z. B. zum Nacharbeiten des Werkstückes), so ist Form B oder C geeignet.

**DIN 509 Technische Zeichnungen – Freistiche – Formen, Maße (Dez 2006)**

Die Norm legt Formen und Maße für Freistiche bei Drehteilen und Bohrungen (s. Bild 413.3) fest. Die wichtigsten Formen sind E (s. Bild 413.2) und F (s. Bild 413.3). Der Freistich Form E ist für Werkstücke anzuwenden, bei denen an die Planfläche keine erhöhten Anforderungen gestellt werden und deren zylindrische Fläche im Bedarfsfall weiterbearbeitet wird, sowie wenn das zum Zusammenbau vorgesehene Teil eine relativ große Senkung oder keine Anlage an der Planfläche hat. Ein Freistich Form F ist für Werkstücke anzuwenden, deren rechtwinklig zueinander stehende Flächen im Bedarfsfall weiterbearbeitet werden.

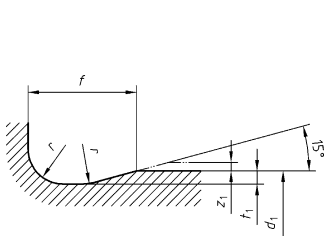


Bild 413.2 Freistich, Form E

- d<sub>1</sub> Durchmesser des Werkstückes
- f Breite des Freistiches
- r Radius des Freistiches
- t<sub>1</sub> Einstichtiefe
- z<sub>1</sub> Bearbeitungszugabe

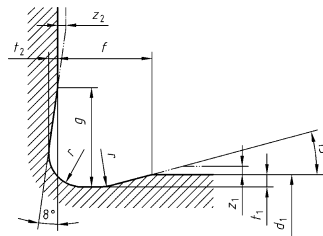


Bild 413.3 Freistich, Form F

Die Bearbeitungszugaben  $z_1$  und  $z_2$  nach Tab. 414.2 verlagern den Übergang der Freistiche in die Bearbeitungsflächen um den Betrag  $e_1$  und  $e_2$ . Er ist abhängig von der Größe der Bearbeitungszugaben  $z_1$  und  $z_2$  und dem Ein- und Auslaufwinkel am Freistich (s. Bild 414.3).

Bezeichnung eines Freistiches Form E, mit Radius  $r = 0,8$  mm und einer Einstichtiefe  $t_1 = 0,3$  mm:

**Freistich DIN 509 – E 0,8 × 0,3**

Ausführung der Oberfläche: Ra 3,2 µm, Rz1 max 25 µm. Andere Rauheitskenngrößen je nach Bauteilfunktion und Vereinbarung.

Tabelle 414.1 Maße für Freistiche der Formen E und F, Maße in mm

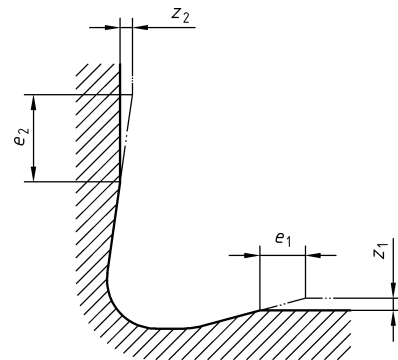
Reihe 1	Reihe 2 $r^1)$ $\pm 0,1$	$t_1$ +0,1 0	$f$ +0,2 0	$g$	$t_2$ +0,05 0	Zuordnung zum Durchmesser $d_1^2)$ für Werkstücke	
						mit üblicher Beanspruchung	mit erhöhter Wechselfestigkeit
–	R 0,2	0,1	1	(0,9)	0,1	über $\varnothing 1,6$ bis $\varnothing 3$	–
R 0,4	–	0,2	2	(1,1)	0,1	über $\varnothing 3$ bis $\varnothing 18$	–
–	R 0,6		2	(1,4)	0,1	über $\varnothing 10$ bis $\varnothing 18$	–
–	–	0,3	2,5	(2,1)	0,2	über $\varnothing 18$ bis $\varnothing 80$	–
R 0,8	–			(2,3)			
–	R 1	0,2	2,5	(1,8)	0,1	–	über $\varnothing 18$ bis $\varnothing 50$
–		–	0,4	4	(3,2)	0,3	über $\varnothing 80$
R 1,2	–	0,2	2,5	(2)	0,1	–	über $\varnothing 18$ bis $\varnothing 50$
–	–	0,4	4	(3,4)	0,3	über $\varnothing 80$	–
R 1,6	–	0,3	4	(3,1)	0,2	–	über $\varnothing 50$ bis $\varnothing 80$
R 2,5	–	0,4	5	(4,8)	0,3	–	über $\varnothing 80$ bis $\varnothing 125$
R 4	–	0,5	7	(6,4)		–	über $\varnothing 125$

<sup>1)</sup> Freistiche mit Radien der Reihe 1 nach DIN 250 sind zu bevorzugen.

<sup>2)</sup> Die Zuordnung zum Durchmesserbereich gilt nicht bei kurzen Ansätzen und dünnwandigen Teilen. Aus Fertigungsgründen kann es zweckmäßig sein, an einem Werkstück mit unterschiedlichen Durchmessern mehrere Freistiche in gleicher Form und Größe auszuführen.

Tabelle 414.2 Bearbeitungszugabe für Form E und F

$z_1, z_2$	$e_1$	$e_2$
0,1	0,37	0,71
0,15	0,56	1,07
0,2	0,75	1,42
0,25	0,93	1,78
0,3	1,12	2,14
0,4	1,49	2,85
0,5	1,87	3,56
0,6	2,24	4,27
0,7	2,61	4,98
0,8	2,99	5,69
0,9	3,36	6,4
1,0	3,73	7,12



$e_1, e_2$  Breite des Bearbeitungsüberganges  
 $z_1, z_2$  Bearbeitungszugabe

Bild 414.3 Maße für Bearbeitungszugabe, Freistich Form F

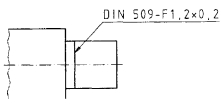


Bild 414.4 Vereinfachte Angabe für Freistich F1,2 x 0,2

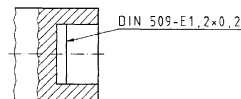


Bild 414.5 Vereinfachte Angabe für Freistich E1,2 x 0,2

In Zeichnungen dürfen Freistiche entweder vollständig gezeichnet und bemaßt oder vereinfacht mit der Bezeichnung angegeben werden (s. Bilder 416.4 und 416.5).

## 10.2 Blechteile und Rohre

**DIN 7952-1 Blechdurchzüge mit Gewinde – Teil 1: Maße (Jul 1986)**

**DIN 7952-2 – Teil 2: Vorlochdurchmesser (Okt 1971)**

Die Normen gelten für Blechdicken von 0,5 bis 4 mm und Gewinde M 2 bis M 10. Durchzughöhen  $h = 1,6 s$ ;  $1,8 s$  und  $2 s$ .

Tabelle 415.1 Blechdurchzüge mit Gewinde DIN 7952-1 und DIN 7952-2

$d^1$			M 2		M 2,2		M 2,5		M 3		M 3,5		M 4		M 5	
s	$\frac{h}{s}$	h	$d_3$	$d_4^*)$	$d_3$	$d_4^*)$	$d_3$	$d_4^*)$	$d_3$	$d_4^*)$	$d_3$	$d_4^*)$	$d_3$	$d_4^*)$	$d_3$	$d_4^*)$
0,5	2	1	2,24	1,1												
0,6	1,6	1	2,18	1,3												
	1,8	1,12	2,24	1,1	2,4	1,3										
	2	1,25	2,3	0,8	2,5	0,9	2,8	1,4								
0,8	1,6	1,25	2,18	1,3	2,4	1,4	2,7	1,8								
	1,8	1,4	2,3	1,0	2,5	1,1	2,8	1,5								
	2	1,6	2,4	×	2,6	×	2,9	1,2	3,38	1,9						
1	1,6	1,6	2,3	1,1	2,5	1,2	2,8	1,6	3,25	2,2	3,75	2,6				
	1,8	1,8	2,4	×	2,6	×	2,9	1,2	3,38	1,9	3,86	2,3				
	2	2	2,5	×			3,0	×	3,5	1,4	4,0	1,8	4,46	2,3		
1,2	1,6	2					2,9	1,3	3,38	2	3,86	2,3	4,35	2,7		
	1,8	2,24					3,0	×	3,5	1,5	4,0	1,9	4,5	2,3		
	2	2,5							3,65	×	4,15	×	4,65	1,5	5,60	3
1,5	1,6	2,5							3,5	1,7	4,0	2,1	4,46	2,5	5,45	3,5
	1,8	2,8							3,65	×	4,15	×	4,65	1,8	5,6	3
	2	3											4,75	×	5,75	2,5
2	1,6	3,15											4,56	2,4	5,53	3,4
	1,8	3,55											4,78	×	5,75	2,7
	2	4													6,0	×

Für die durch × gekennzeichneten Blechdurchzüge sind keine Vorlochdurchmesser festgelegt.

Als Präge- oder Stechdurchzüge herstellbar.

\*) Vorlochdurchmesser nach DIN 7952-2.

**Bezeichnung** eines Blechdurchzuges mit Gewinde  $d_1 = M 3$

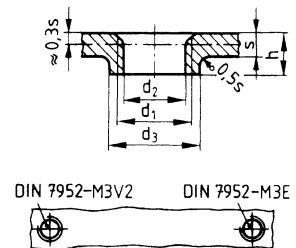
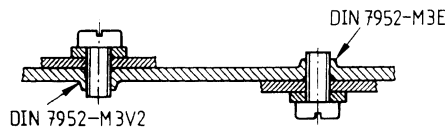
vertieft (V), Durchzugsverhältnis  $h : s = 2$  : **Durchzug DIN 7952 – M 3 V 2**

aufwärts: DIN 7952 – M 3 E

Anwendung: Die Schrauben sind vorzugsweise in Durchzugsrichtung einzuschrauben, da sonst die Düse abreißen kann.

Angaben in der Zeichnung

Weitere Werte s. Norm



Bei Blechdurchzügen ist eine Gewinde-Einschraublänge entsprechend der Einschraubgruppe N (normal) nach DIN ISO 965-1 nur erreichbar, wenn die Blechdicke mindestens  $\frac{1}{4}$  des Gewindedurchmessers  $d_1$  beträgt.

### DIN 5520 Halbzeug für Schienenfahrzeuge – Biegeradien für Bleche und Bänder aus Aluminium und Aluminiumlegierungen (Jul 2002)

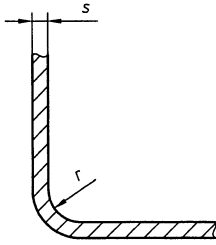


Bild 416.1

Diese Norm gilt für das Kaltbiegen von Blechen und Bändern aus Aluminium und Aluminium-Knetlegierungen der in DIN 5517-1 aufgeführten Werkstoffe und Werkstoffzustände. Sie gibt als Ergänzung zu den Angaben in DIN EN 485-2 in detaillierter, auf die Erfordernisse des Schienenfahrzeugbaus zugeschnittener Form, den Mindestbiegeradius unabhängig von der Walzrichtung bei einem Biegewinkel von 90° an und nennt Vorzugsradien.

Die Mindest-Biegeradien sind in Tab. 416.2 in Abhängigkeit von Werkstoff und Werkstoffzustand und von der Blechdicke angegeben.

Um die zur Herstellung der Biegeradien benötigten Werkzeuge (z. B. Akantschienen) und Messeinrichtungen einzuschränken, sollten nur die in

Tabelle 416.2 Mindest-Biegeradien (DIN 5520); Maße in mm

Werkstoff nach DIN EN 485-2	Zustands-hinweis	Dicke s												
		bis 0,8	über 0,8 bis 1	über 1 bis 1,5	über 1,5 bis 2	über 2 bis 3	über 3 bis 4	über 4 bis 5	über 5 bis 6	über 6 bis 7	über 7 bis 8	über 8 bis 10	über 10 bis 12	über 12 bis 15
		Biegeradius r min.												
EN AW-5754-H111	weichgeglüht, gerichtet	0,4	0,6	1	2	3	4	6	8	10	14	–	–	–
EN AW-5754-H112	warmgewalzt	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	25	36	48
EN AW-5754-H12	kaltverfestigt	1,2	1,6	2,5	4	6	10	14	18	–	–	–	–	–
EN AW-5754-H22	kaltverfestigt und rückgeglüht	0,8	1	1,5	3	4,5	6	8	10	–	–	–	–	–
EN AW-5083-H111	weichgeglüht, gerichtet	0,6	1,0	1,5	2,5	4	6	8	10	14	20	25	36	48
EN AW-5083-H22	kaltverfestigt und rückgeglüht	1,2	1,6	2,5	4	6	10	16	20	25	32	40	56	80
EN AW-6082-T6	lösungsgeglüht und warm ausgelagert	2,5	4	5	8	12	16	23	28	36	44	60	–	–

Tab. 416.2 aufgeführten Biegeradien (Vorzugsreihe der Rundungshalbmesser nach DIN 250) ausgewählt werden.

Tabelle 416.3 Vorzugsreihe der Rundungshalbmesser (Auszug aus DIN 250); Maße in mm

r	0,6	1	1,6	2,5	4	6	10	16	20	25	32	40	50	63	80
---	-----	---	-----	-----	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----

### DIN 25570 Halbzeuge für Schienenfahrzeuge – Rohre – Übersicht, Auswahl, Anwendung, Biegeradien (Feb 2004)

Die in dieser Norm aufgeführten Rohre sind im Schienenfahrzeugbau für Leitungen und Rohrkonstruktionen bevorzugt anzuwenden.

Die Norm stellt eine Auswahl aus mehreren Halbzeugnormen dar und weist zugleich auf die im Schienenfahrzeugbau üblichen Anwendungsfälle von Rohren und deren Werkstoffen, Biegeradien und zugehörigen Rohrverbindungen hin.

Diese Übersichtsnorm wurde erstellt, um dem Konstrukteur bei der Erstellung von Rohrverlegungszeichnungen alle benötigten Informationen in einer Norm zur Verfügung zu stellen. Die wesentlichen Inhalte der Normen DIN 5508, DIN 25570-1 und DIN 25570-2 wurden in dieser Norm zusammengefasst.

Für folgende Rohre sind Biegeradien festgelegt: Stahlrohre nach DIN EN 10220; Stahlrohre nach DIN EN 10305-1, DIN EN 10305-2 und DIN EN 10305-4; nichtrostende Stahlrohre nach DIN EN ISO 1127; Aluminiumrohre nach DIN EN 755-8 und Kupferrohre nach DIN EN 12449 und DIN EN 1057.

## 10.3 Schmiedeteile

### DIN EN 10254 Gesenkschmiedeteile aus Stahl – Allgemeine technische Lieferbedingungen (Apr 2000)

Die Norm legt die allgemeinen Lieferbedingungen für Gesenkschmiedeteile aus Stahl fest.

Diese Schmiedeteile werden durch Schlag oder Druck bei einer angemessenen Temperatur (warm oder halbwarm) in einem Gesenk hergestellt, das während des Umformprozesses das Vormaterial entsprechend seiner Hohlform ausbildet. Ähnliche Teile, wie Warmfließpress- und Stauchteile werden ebenfalls als Teil des Herstellungsprozesses gesehen.

Die Norm gilt auch für Gesenkschmiedeteile, wenn ihre Oberfläche teilweise oder ganz durch Kaltumformen oder Kaltprägen nachbehandelt ist, um die Oberflächengüte zu verbessern oder die Maßgenauigkeit zu erhöhen.

Sie gilt nicht für Freiformschmiedeteile, bei deren Herstellungsprozess das Werkzeug die hergestellten Teile nicht ganz umschließt.

#### Vom Besteller zu gebende Informationen

Der Besteller muss bei der Anfrage und Bestellung folgende Informationen geben:

- a) Vollständige Informationen über das Gesenkschmiedeteil mittels einer genehmigten Zeichnung,
- b) Stückzahl der zu liefernden Gesenkschmiedeteile;
- c) Alle Einzelheiten über die Gesenke;
- d) Geplante Verwendung der Gesenkschmiedeteile;
- e) Werkstoff und Wärmebehandlung.

Die vom Besteller gegebenen Informationen müssen seine Anforderungen zutreffend beschreiben und müssen sich möglichst auf Europäische Normen beziehen. Tab. 418.1 stellt die Informationen dar, die bei einer Anfrage oder Bestellung gegeben werden müssen oder können.

#### Maßgebende Zeichnung

Die vom Besteller genehmigte Gesenkschmiedeteilzeichnung ist üblicherweise die maßgebende Unterlage für die Herstellung und Lieferung von Gesenkschmiedeteilen.

Die Zeichnung des Gesenkschmiedeteils (Rohteil) wird

- entweder vom Hersteller anhand der Angaben über das Fertigteil in Form einer Zeichnung oder eines Computermodells angefertigt und vom Besteller genehmigt
  - oder vom Besteller vor Anfertigung der Schmiedewerkzeuge geliefert und vom Hersteller bestätigt.
- Im letzten Falle ist die gleichzeitige Mitlieferung von Angaben über das Fertigteil erwünscht.

Eine möglichst enge Zusammenarbeit zwischen Besteller und Hersteller ermöglicht es dem Hersteller, aufgrund seiner Erfahrungen die funktionsbedingten Anforderungen des Bestellers schmiedetechnisch und wirtschaftlich optimal zu erfüllen.

Diese Zusammenarbeit erstreckt sich nicht nur auf die Gestaltung des Gesenkschmiedeteils, die Auswahl des Werkstoffes und gegebenenfalls seine Wärmebehandlung, sondern auch auf die Art und den Umfang der geplanten Prüfungen der festgelegten Eigenschaften des Gesenkschmiedeteils zur Sicherung einer gleichbleibenden Qualität. Art und Umfang der geplanten Prüfungen müssen schon bei Bestellung festgelegt und in der Bestellung, gegebenenfalls in der Gesenkschmiedeteilzeichnung, aufgeführt sein.

Maße, die mittels SPC (d. h. Statistical Process Control) zu überwachen sind, müssen vor der Bestellung zwischen Schmiedeteilhersteller und Besteller vereinbart und in der Zeichnung gekennzeichnet werden.

Die Kennzeichnung für die nachfolgende Erstbearbeitung von maßgeblichen Oberflächen ist von entscheidender Bedeutung für die Eintragung der Maße und die Maßprüfung des Schmiedeteils und soll deshalb in der Rohteilzeichnung vorgenommen werden.

Maßangaben sind wichtig für die Funktion und Maßprüfung des Schmiedeteils; die Toleranzen und zulässigen Abweichungen nach DIN EN 10243 (s. Norm) werden nur auf Maße angewendet, die in der Schmiedeteilzeichnung angegeben sind.

Tabelle 418.1 Vom Besteller bei Anfrage und Bestellung zu gebende Informationen

Nr.	Auskunft über	Notwendige Informationen		Zusätzliche Informationen
		allgemein	besonders	
1	Bezeichnung des Werkstückes	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Benennung</li> <li>– Artikelnummer</li> <li>– Zeichnungsnummer und Index</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>– vorhergehende Bestellung</li> </ul>
2	Liefermenge	<ul style="list-style-type: none"> <li>– geplante Gesamtmenge</li> <li>– Gesamtmenge</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Anzahl der Muster</li> <li>– Nullserie</li> <li>– ob diese beiden Mengen in der Gesamtlieferung enthalten sind oder nicht.</li> <li>– Anzahl der Teillieferungen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– ob Nachbestellungen geplant sind oder nicht.</li> </ul>
3	Werkzeug	<ul style="list-style-type: none"> <li>– muss angefertigt werden</li> <li>– ist vorhanden <ul style="list-style-type: none"> <li>– Bezug auf vorhandene Werkzeuge</li> </ul> </li> <li>– muss geprüft oder geändert werden</li> <li>– auf Lager oder vom Besteller beigestellt.</li> </ul>		
4	Verwendung		<ul style="list-style-type: none"> <li>– Sicherheitskritische Bauteile</li> </ul>	Andere Bedingungen: <ul style="list-style-type: none"> <li>– Verschleiß, Korrosion</li> <li>– Widerstand gegen Bruch und Riss</li> <li>– Temperatur usw. (wenn möglich Angabe von Werten)</li> <li>– Richtung der Beanspruchung</li> </ul>
5	Vormaterial	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Stahlsorte</li> <li>– geeigneter Werkstoff</li> <li>– Norm oder Vorschrift</li> </ul>	mögl. Veränderungen <ul style="list-style-type: none"> <li>– (Stahlsorte u. Merkmale)</li> <li>– stellt der <b>Besteller</b> das Vormaterial bei</li> <li>Wenn ja, sind die vom <b>Schmiedeteilhersteller</b> durchzuführenden Versuche festzulegen</li> <li>– Herstellbedingungen</li> </ul>	
6	Fertigung		<ul style="list-style-type: none"> <li>– Herstellbedingungen</li> <li>– Faserverlauf, Entkohlung, <b>Schmiedetemperatur</b> (Wärmebehandlung)</li> </ul>	
7	Mechanische und physikalische Eigenschaften des Werkstückes	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Grenzwerte für Brinellhärte</li> <li>– Prüfnormen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– wesentliche Prüflagen für Härtemessung</li> <li>– Festigkeit, Elastizität</li> <li>– magnetische Permeabilität, elektrischer Widerstand</li> <li>– Reinheit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Richtung der Beanspruchungen oder Belastungen</li> <li>– Oberflächenbehandlung (Einsatzhärtung usw.)</li> </ul>

Fortsetzung s. nächste Seite

Tabelle 418.1, Fortsetzung

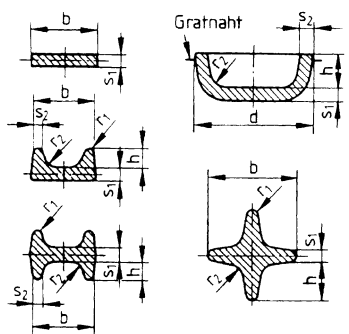
Nr.	Auskunft über	Notwendige Informationen		Zusätzliche Informationen
		allgemein	besonders	
8	Maßtoleranzen	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Allgemein: Schmiedegüte F oder E nach DIN EN 10243-1 oder DIN EN 10243-2</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– besondere Form- u. Lagetoleranzen</li> <li>– Kennzeichnung der Erstaufnahme für das Werkstück, Bezugsflächen, Stellen der Erstbearbeitung.</li> </ul>	
9	Werkstoffliche Lieferbedingungen		Art der Wärmebehandlung <ul style="list-style-type: none"> <li>– zu erreichende Eigenschaften</li> <li>– verlangt der Besteller, über die Parameter der Wärmebehandlung beraten zu werden?</li> </ul>	Wenn die Lieferung ohne Wärmebehandlung erfolgen soll, ist gegebenenfalls die Art der nachfolgenden Wärmebehandlung im Einzelnen anzugeben.
10	Endfertigung		Wie geschmiedet oder: <ul style="list-style-type: none"> <li>– reinigungsgestrahlt</li> <li>– gebeizt: Art u. Merkmale</li> <li>– Korrosionsschutz: Art und Merkmale</li> <li>– Bearbeitung: Vollständig oder teilweise, Zeichnungsnummer und Index</li> </ul>	
11	Kennzeichnung		<ul style="list-style-type: none"> <li>– anzuwendende Kennzeichnung</li> <li>– Lage auf den Werkstücken</li> <li>– Kennzeichnungsgrundsätze</li> </ul>	
12	Prüfung und Versuche	<ul style="list-style-type: none"> <li>– mit oder ohne Prüfung</li> <li>– verlangte Unterlagen</li> <li>– verlangte Prüfung</li> <li>– Stichprobenumfang</li> <li>– Prüffrequenz</li> <li>– Probenlage in den Schmiedeteilen</li> <li>– zu erfüllende Anforderungen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Name und Adresse der Prüfgesellschaft</li> <li>– Prüfbedingungen für Muster und Vorserienteile</li> <li>– Art der durchzuführenden Prüfungen</li> <li>– besonders zu beachtende Punkte</li> <li>– Bedingungen für Sonderprüfungen (beispielsw. Medium und Druck für Druckversuche)</li> <li>– Prüfstelle, wenn sie im Lieferwerk nicht durchgeführt werden können</li> </ul>	
13	Behandlung fehlerhafter Teile	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Methode der Fehlerbeseitigung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– besondere Bedingungen für die Fehlerbeseitigung</li> </ul>	
14	Lieferbedingungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Liefermenge</li> <li>– Verpackung</li> <li>– Versandart</li> <li>– Lieferanschrift</li> </ul>		

Die Maße für die größte Länge, Breite, Höhe und Dicke des Schmiedeteils sollten stets eingetragen werden, da sie zur Bestimmung der Toleranzen notwendig sind.

Sollte der Besteller es für notwendig halten, Sondertoleranzen für einzelne Maße anzuwenden, muss dies in der Bestellung aufgeführt werden und zwischen Schmiedeteilhersteller und Besteller vereinbart worden sein.

**DIN 7523-2 Schmiedestücke aus Stahl – Gestaltung von Gesenkschmiedestücken – Bearbeitungszugaben, Seitenschrägen, Kantenrundungen, Hohlkehlen, Bodendicken, Wanddicken, Rippenbreiten und Rippenkopfradien (Sep 1986)**

Mindestwanddicken verschiedener Querschnittsformen



- b* mittlere Breite
- d* Durchmesser
- s<sub>1</sub>* Bodendicke
- s<sub>2</sub>* Wand- oder Rippendicke
- h* Rippenhöhe
- r<sub>1</sub>* Kantenrundung und Hohlkehle, innen
- r<sub>2</sub>* Hohlkehle, außen

Die Werte für *s<sub>1</sub>* gelten für  $h < 1/3b$ . Bei  $h = 1/3b$  steigen sie und können bei  $h > b$  bis zum 1,5fachen Betrag zunehmen. Die Werte für *s<sub>1</sub>*, *s<sub>2</sub>* gelten für normale Baustähle bis etwa 800 N/mm<sup>2</sup> Festigkeit. Schwer formbare Sonderstähle bedingen eine Erhöhung dieser Werte bis zum 1,5fachen Tabellenwert. Rundungen *r<sub>1</sub>* und *r<sub>2</sub>* gelten als normal.

Bild 420.1

Die Werte für *r<sub>1</sub>* und *r<sub>2</sub>* (Kantenrundungen, innere Hohlkehlen und äußere Hohlkehlen) hängen von Gestalt und Größe des Schmiedestückes sowie dem Herstellverfahren ab. Die endgültige Bemaßung muss für jedes Schmiedestück in Abstimmung zwischen Besteller und Hersteller festgelegt werden.

Tabelle 420.2 Verhältnis von Breiten, Durchmesser, Boden-, Wand- und Rippendicken

Breite <i>b</i> , Wand- oder Rippenhöhe <i>h</i>		Wand- oder Rippen- dicke <i>s<sub>2</sub></i>	Bodendicke <i>s<sub>1</sub></i>										
über	bis		nicht rotationssymmetrisch bei Länge <i>l</i>									rotationssymmetrisch bei Durchmesser <i>d</i>	
			über bis 25	25 40	40 63	63 100	100 160	160 250	250 400	400 630	über	bis	<i>s<sub>1</sub></i>
16	16	4	2	2,5	2,5	3	3	–	–	–	20	20	2
16	40	8	–	4	4	4	5	5	7	7	20	50	4
40	63	12	–	–	5	5	6	7	10	10	50	80	5
63	100	20	–	–	–	7	8	10	13	13	80	125	7
100	160	32	–	–	–	–	11	11	18	18	125	200	11
160	250	–	–	–	–	–	–	16	22	22	200	315	16
250	400	–	–	–	–	–	–	–	–	25	315	500	22
400	630	–	–	–	–	–	–	–	–	32	500	800	32

**DIN EN 586-3 Aluminium und Aluminiumlegierungen – Schmiedestücke – Grenzabmaße und Formtoleranzen (Feb 2002)**

Diese Norm legt die Grenzabmaße und Formtoleranzen für warmgeformte Schmiedestücke aus Aluminium und Aluminiumlegierungen üblicher Formgebung für allgemeine technische Anwendungen fest (s. hierzu auch Abschn. 8.2.5.2.1).

Sie gilt für:

- Gesenkschmiedestücke ohne allseitige Bearbeitung:  
formgebundene Maße  $n_{max.} \leq 2000$  mm,  
nichtformgebundene Maße  $t_{max.} \leq 600$  mm und projizierte Fläche  $A \leq 4000$  cm<sup>2</sup>;



- Gesenkschmiedestücke mit allseitiger Bearbeitung:  
formgebundene Maße  $n_{\max.} \leq 6000$  mm und projizierte Fläche  $A \leq 22\,000$  cm<sup>2</sup>;
- Freiformschmiedestücke:  
Profilm Maße  $n_{\max.} \leq 8000$  mm.

Eine Konstruktionsrichtlinie für Gesenkschmiedestücke ist in dieser Norm ebenfalls angegeben.

Diese Richtlinie dient als Grundlage für die Konstruktion neuer Gesenkschmiedestücke. Sie soll es dem Besteller ermöglichen, dabei die fertigungstechnischen Möglichkeiten des Herstellers zu berücksichtigen. Falls eine Konstruktion vorgesehen wird, die schwierig herzustellen ist, muss der Hersteller den Besteller beraten und entsprechende Änderungen vorschlagen.

Die Außen- oder Innenschräge beträgt 3°, wenn ohne Abstreifer oder Auswerfer, und 1°, wenn mit diesem gearbeitet wird. Die Bodenschräge von 1° begünstigt das Fließen des Werkstoffes von der Mitte nach den Seiten (s. Bild 421.1).

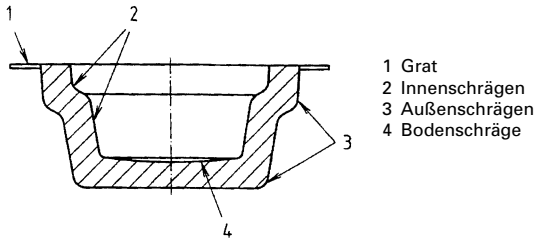


Bild 421.1 Arten von Schrägen

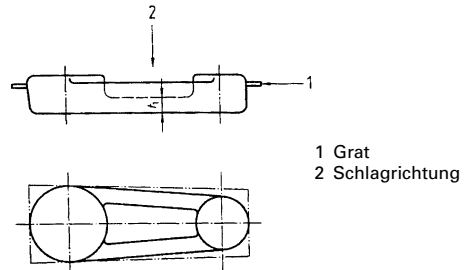


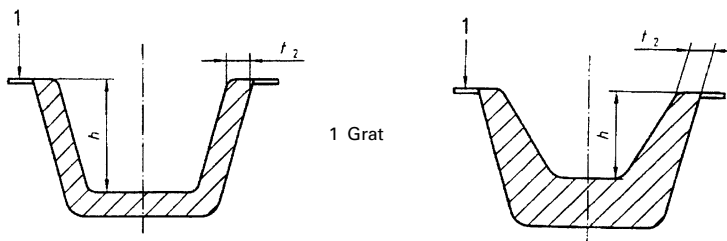
Bild 421.2 Beziehung der Bodendicke  $t_1$  zur projizierten Fläche

Die kleinste Bodendicke  $t_1$ , in Schlagrichtung hängt von der Fläche  $A$  (in cm<sup>2</sup>) ab (s. Bild 421.2 und Tab. 421.3)

Tabelle 421.3 Bodendicke

Nennmaß Bodendicke mm	Werkstoff- gruppe	Fläche $A$ in cm <sup>2</sup>									
		bis 25	über 25 bis 50	über 50 bis 100	über 100 bis 200	über 200 bis 400	über 400 bis 800	über 800 bis 4000	über 4000 bis 8000	über 8000 bis 14000	über 14000 bis 22000
$t_1$ min.	I	2,5	3,5	4,5	5,5	6,5	8,0	10	14	18	22
	II	3,5	4,5	6,0	7,0	8,5	11	15	20	28	35

Die Seitenwanddicken dürfen bei symmetrischen Querschnitten nicht kleiner sein als  $t_2$ , sie richten sich nach der Höhe  $h$  in Schlagrichtung (s. Bild 421.4a und Tab. 422.1). Bei unvermeidlicher Verjüngung des Querschnitts gilt  $t_2$  als Bezugsmaß für die Seitenwanddicke (s. Bild 421.4b).



a) Parallele Wand

b) Verjüngte Wand

Bild 421.4 Seitenwände

Tabelle 422.1 Seitenwanddicke

Nennmaß Seitenwand	Innere Seitenwandhöhe $h$ in mm						
	bis 10	über 10 bis 14	über 14 bis 20	über 20 bis 32	über 32 bis 50	über 50 bis 80	über 80 bis 150
$t_2$ min.	2,5	3,0	3,5	4,5	5,5	7,0	9,0

Die kleinste Dicke  $t_3$  einer Rippe an ihrer Stirnseite wird durch die Rippenhöhe  $h$  bestimmt; Rundung  $R_1$  möglichst gleich  $t_3/2$  wählen (s. Bild 422.2) oder aus Tab. 422.3 auswählen.

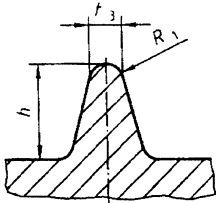
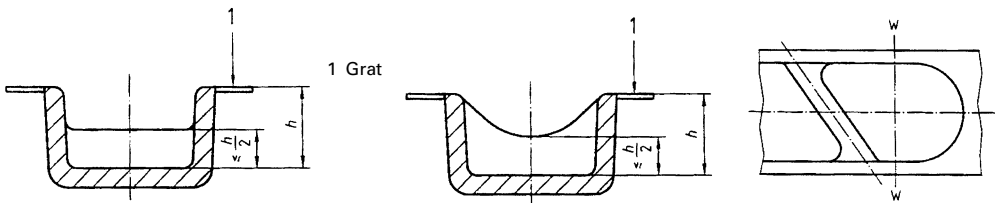


Bild 422.2 Rippen-Nennmaße

Tabelle 422.3 – Rippendicke und Rippenrundung

Nennmaß Rippendicke und -rundung	Rippenhöhe $h$ in mm						
	bis 4	über 4 bis 6	über 6 bis 10	über 10 bis 15	über 15 bis 25	über 25 bis 40	über 40 bis 75
$t_3$ min.	2,5	3,0	3,5	4,5	6,0	7,5	9,5
$R_1$ min.	1,0	1,0	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0

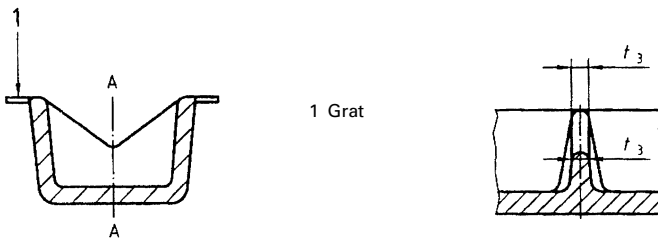
Aus Festigkeitsgründen notwendige Rippen (Verstärkungsrippen) sollen höchstens halb so hoch wie die Außenwände sein (s. Bild 422.4); gleiche Dicke überall an den Stirnseiten erleichtert die Gesenkerstellung (s. Bild 422.5).



a) Zulässige Rippengestaltung

b) Zweckmäßige Rippengestaltung

Bild 422.4 Typische Verstärkungsrippe

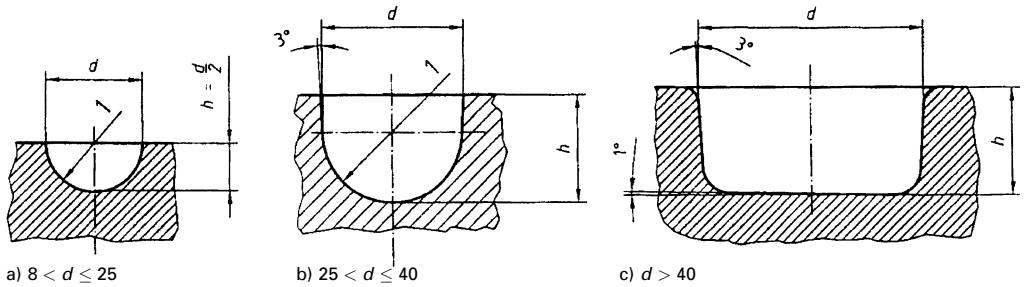


a) Typische Rippengestaltung

b) Ansicht des Schnitts A-A

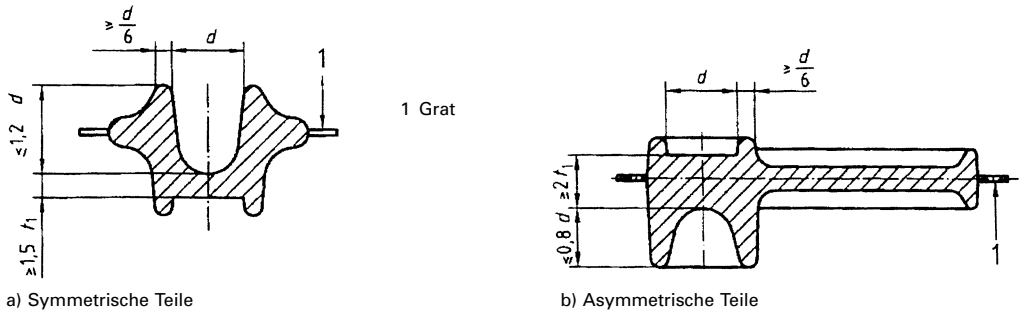
Bild 422.5 Rippengestaltung

Einpressungen für Bohrungen u. dgl. (s. Bilder 423.1a bis c, 423.2) verringern die spanabhebende Bearbeitung; außerdem wird dadurch der Werkstoff gut geknetet. Einpresstiefe für symmetrische Stücke:  $h = 1,2d$ , für unsymmetrische:  $h = 0,8d$



1 Kugel

Bild 423.1 Einseitige Einpressungen



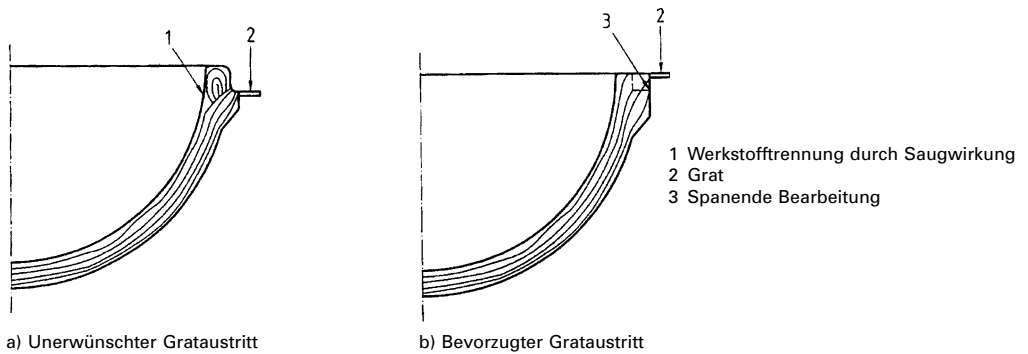
1 Grat

a) Symmetrische Teile

b) Asymmetrische Teile

Bild 423.2 Beidseitige Einpressungen

Der Grataustritt ist zweckmäßigerweise so vorzusehen, dass die Entstehung von Überlappungen, Falten oder sonstigen Schmiedefehlern vermieden wird (s. Bild 425.3a und b). Außerdem ist zu beach-

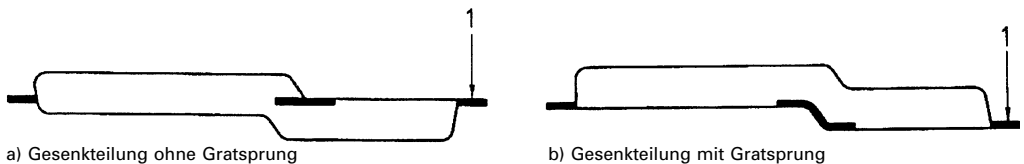


1 Werkstofftrennung durch Saugwirkung  
2 Grat  
3 Spanende Bearbeitung

a) Unerwünschter Grataustritt

b) Bevorzugter Grataustritt

Bild 423.3 Grataustritte



a) Gesenkteilung ohne Gratsprung

b) Gesenkteilung mit Gratsprung

Bild 423.4 Gratebenen

ten, dass der Grat in einer Ebene liegt. Im Falle von Gratsprüngen sind Absätze erforderlich, die den Gesenkwerkstoff und die Gesenkherstellung verteuern (s. Bild 423.4).

Kleinste Rundungen und Übergänge s. Tab. 424.1; für U-, I-, T- und kreuzförmige Querschnitte s. Norm.

Rundungen (s. Bilder 424.2 und 424.3) sollten möglichst einheitlich festgelegt werden, um die Anzahl der für die Gesenkanfertigung erforderlichen Radiusfräser und damit die Herstellungskosten so niedrig wie möglich zu halten.

Tabelle 424.1 – Rundungen und Übergänge

Rundung oder Übergang (Radius)	Rippen- oder Flanschhöhe $h$ in mm						
	bis 4	über 4 bis 10	über 10 bis 25	über 25 bis 40	über 40 bis 63	über 63 bis 100	über 100 bis 150
$R_2$ min.	1,6	2,0	2,5	4,0	6,0	10	15
$R_3$ min.	2,5	4,0	6,0	10	16	20	25
$R_4$ min.	4,0	6,0	10	16	25	32	40

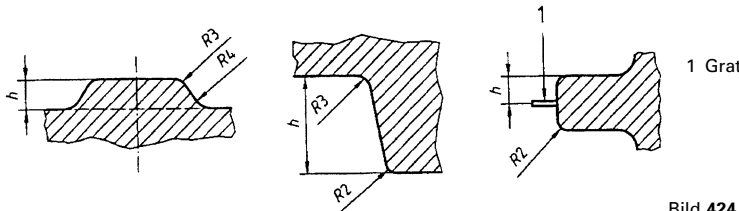


Bild 424.2 Rundungen – Außenkonturen

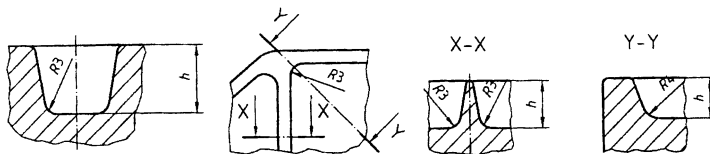


Bild 424.3 Rundungen – Innenkonturen

Wenn an Entlastungsbohrungen eine Verstärkung für erforderlich gehalten wird, sollte eine Wulst vorgesehen werden (s. Tab. 424.4 und Bild 424.5).

Tabelle 424.4 – Verstärkungswulst – Radien

Radius	Wulsthöhe $h$ in mm			
	bis 2,5	über 2,5 bis 4	über 4 bis 6	über 6 bis 8
$R_5$	4,0	8,0	10	16
$R_6$	10	18	25	32

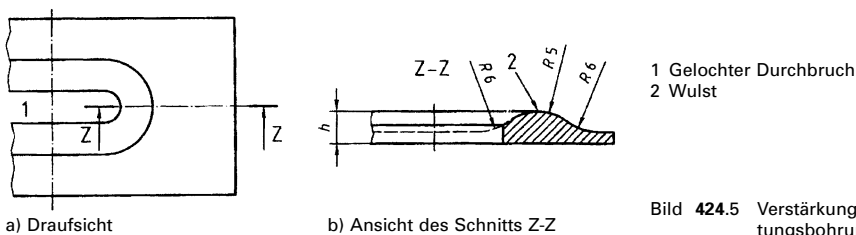


Bild 424.5 Verstärkungswulst bei Entlastungsbohrung

Grenzabmaße für nichtformgebundene Maße von Schmiedestücken ohne allseitige Bearbeitung (s. Tab. 425.1) und Bearbeitungszugaben (s. Tab. 425.2). Die Grenzabmaße sind für formgebundene (s. Bild 426.1) und nichtformgebundene (s. Bild 426.2) Maße verschieden s. Norm.

Weitere Angaben über zulässigen Versatz, zulässigen Gratüberstand, zulässige Grathöhen, Winkelabweichungen und Schrägen, Grenzabweichungen von der Ebenheit usw. s. Norm.

Tabelle 425.1 Grenzabmaße für nichtformgebundene Maße von Schmiedestücken ohne allseitige Bearbeitung; Werte für Nennmaße > 500 und A > 800 s. Norm

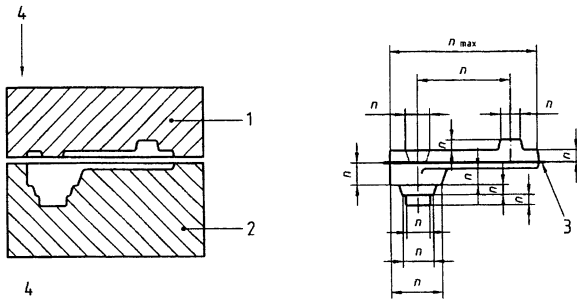
Nennmaß $t_{\max}$ in mm		Projizierte Fläche A in cm <sup>2</sup>					
		bis 25	über 25 bis 50	über 50 bis 100	über 100 bis 200	über 200 bis 400	über 400 bis 800
über	bis	Grenzabmaße für nichtformgebundene Maße t in mm					
–	3	–0,15 +0,3	–	–	–	–	–
3	6	–0,2 +0,35	–0,3 +0,35	–0,3 +0,45	–0,5 +0,7	–	–
6	10	–0,3 +0,35	–0,3 +0,5	–0,35 +0,5	–0,5 +0,8	–0,6 +1,0	–0,7 +1,1
10	18	–0,3 +0,45	–0,35 +0,5	–0,45 +0,6	–0,6 +0,9	–0,7 +1,1	–0,8 +1,2
18	30	–0,35 +0,5	–0,45 +0,6	–0,45 +0,7	–0,7 +1,0	–0,8 +1,2	–0,9 +1,3
30	50	–0,45 +0,5	–0,45 +0,7	–0,5 +0,8	–0,8 +1,1	–0,9 +1,3	–1,0 +1,4
50	80	–0,45 +0,7	–0,5 +0,8	–0,6 +0,85	–0,9 +1,3	–1,0 +1,4	–1,0 +1,6
80	120	–0,6 +0,8	–0,6 +0,9	–0,85 +1,0	–1,0 +1,4	–1,0 +1,6	–1,2 +1,7
120	180	–0,9 +1,3	–1,0 +1,4	–1,0 +1,5	–1,1 +1,6	–1,2 +1,7	–1,2 +1,9
180	250	–1,0 +1,6	–1,1 +1,6	–1,2 +1,7	–1,2 +1,8	–1,3 +1,9	–1,3 +2,0
250	315	–	–1,2 +1,9	–1,3 +1,9	–1,3 +2,0	–1,4 +2,0	–1,4 +2,2
315	400	–	–	–1,4 +2,0	–1,4 +2,1	–1,4 +2,2	–1,5 +2,2
400	500	–	–	–	–	–	–1,6 +2,3

10

Die Grenzabweichung wird für  $t_{\max}$  bestimmt (s. Tab. 427.1); sie gilt dann auch für alle übrigen (kleineren) Maße in Schlagrichtung.

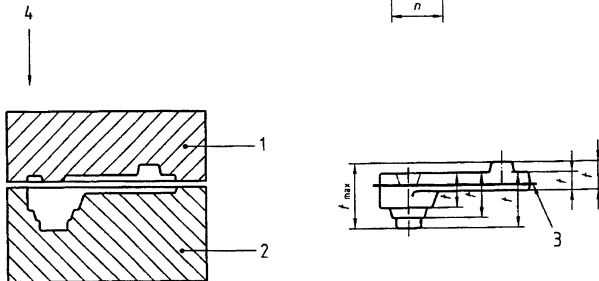
Tabelle 425.2 Bearbeitungszugaben – Gesenkschmiedestücke ohne allseitige Bearbeitung; Werte für A > 800 s. Norm

Maßbereich n oder t in mm		Bearbeitungs- zugaben für Maß n in mm	Bearbeitungszugaben für Maß t Fläche A in cm <sup>2</sup>					
			bis 25	über 25 bis 50	über 50 bis 100	über 100 bis 200	über 200 bis 400	über 400 bis 800
über	bis							
–	50	1,0	1,1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5
50	120	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6	1,6	1,8
120	250	1,6	1,8	1,9	2,0	2,0	2,1	2,1
250	500	2,0	2,4	2,5	2,5	2,5	2,5	2,6
500	1000	3,0	3,5	3,5	3,5	3,7	3,7	3,7



- 1 Gesenk-Oberteil
- 2 Gesenk-Unterteil
- 3 Teilungsebene
- 4 Schlagrichtung

Bild 426.1 Formgebundene Maße  $n$   
(Gesenshmiedestücke)



- 1 Gesenk-Oberteil
- 2 Gesenk-Unterteil
- 3 Teilungsebene
- 4 Schlagrichtung

Bild 426.2 Nichtformgebundene Maße  $n$   
(Gesenshmiedestücke)

## 10.4 Gummiteile

**DIN 7715-1 Gummiteile – Zulässige Maßabweichungen – Teil 1: Artikel aus Gummi (Feb 1977)**

**DIN 7715-5 – Teil 5: Platten und Plattenartikel aus Weichgummi (Elastomeren) (Nov 1979)**

**DIN ISO 3302-1 Gummi – Toleranzen für Fertigteile – Teil 1: Maßtoleranzen (ISO 3302-1:1996) (Okt 1999)**

**DIN 7751-1**

Die Norm gilt für Teile aus Hartgummi, Typen nach DIN 7711 (s. Abschn. 8.4.2). Es gelten 3 Toleranzklassen:

**Klasse H 1.** Genauigkeitsgrad fein. Hartgummiteile hoher Präzision, die gegenüber einer üblichen Handelsgüte höhere Anforderungen an die Maßgenauigkeit stellen und deshalb spanend nachbearbeitet werden müssen.

**Klasse H 2.** Genauigkeitsgrad mittel. Formteile mit Toleranzangaben in üblicher Handelsgüte, die nicht bearbeitet werden.

**Klasse H 3.** Genauigkeitsgrad grob. Formteile ohne besondere Maßenforderungen.

Bei Formteilen sind innerhalb der Toleranzklassen zwei Arten von Grenzabweichungen F und C zu unterscheiden.

F: Abweichungen bei an die Form gebundenen Maßen. Maße, die nicht von formverändernden Einflüssen wie Austrieb und seitlichem Versatz zwischen verschiedenen Formteilen (Ober- und Unterteil, Kerne) beeinflusst werden.

C: Abweichungen bei an den Formschluss gebundenen Maßen. Maße, die durch Veränderung der Dicke des Austriebes und des seitlichen Versatzes zwischen verschiedenen Formteilen verändert werden können.

Für nicht spanend bearbeitete Formteile sind die Grenzabmaße für an die Form gebundene Maße in Tab. 427.1 angegeben.

Für nicht formgebundene Maße C in Pressrichtung sind die Werte nach Tab. 427.2 zuzuschlagen.

Nichtformgebundene Maße C senkrecht zur Pressrichtung dürfen, bezogen auf das größte Maß in Pressrichtung als Nennmaß, Grenzabmaß nach Tab. 427.3 aufweisen.

Die Grenzabmaße für spanend bearbeitete Hartgummiteile sind aus Tab. 427.4 zu ersehen.

**DIN ISO 3302-1**

Die Norm gilt für Formteile, extrudierte und kalandrierte Teile aus massivem Gummi. Es gelten 4 Toleranzklassen.

Tabelle 427.1

Nennmaßbereich	Klasse H 2 ±		Klasse H 3 ±	
	Grenzabmaße in mm			
6	0,15		0,20	
über 6 bis 18	0,15		0,20	
über 18 bis 30	0,20		0,25	
über 30 bis 50	0,20		0,35	
über 50 bis 80	0,30		0,45	
über 80 bis 120	0,40		0,60	
über 120 bis 180	0,50		0,80	
über 180 bis 250	0,70		1,00	
über 250 bis 315	0,90		1,30	
über 315 bis 400	1,20		1,70	
über 400 bis 500	1,50		2,00	
	Grenzabweichungen in %			
über 500	0,4		0,5	

Abweichend gilt für im Pressweg hergestellte Gewinde als zulässige Maßabweichung „grob“ nach DIN 13-14 (s. Norm).

Tabelle 427.2

Pressteiffläche in cm <sup>2</sup>	Zuschlag in mm
100	0,3
über 100 bis 500	0,4
über 500 bis 1000	0,6
über 1000	1,0

Tabelle 427.5

Nennmaßbereich	Klasse M 1		Klasse M 2		Klasse M 3		Klasse M 4	
	F ±	C ±	F ±	C ±	F ±	C ±	F ±	C ±
	Grenzabmaße in mm							
über 4,0 bis 6,3	0,10	0,10	0,15	0,20	0,25	0,4	0,5	0,5
über 6,3 bis 10	0,10	0,15	0,20	0,20	0,3	0,5	0,7	0,7
über 10 bis 16	0,15	0,20	0,20	0,25	0,4	0,6	0,8	0,8
über 16 bis 25	0,20	0,20	0,25	0,35	0,5	0,8	1,0	1,0
über 25 bis 40	0,20	0,25	0,35	0,40	0,6	1,0	1,3	1,3
über 40 bis 63	0,25	0,35	0,40	0,50	0,8	1,3	1,6	1,6
über 63 bis 100	0,35	0,40	0,50	0,70	1,0	1,6	2,0	2,0
über 100 bis 160	0,40	0,50	0,70	0,80	1,3	2,0	2,5	2,5
	Grenzabweichungen in %							
über 160	0,3	0,4	0,5	0,7	0,8	1,3	1,5	1,5

**Klasse M 1.** Genauigkeitsgrad sehr fein. Formartikel sehr hoher Präzision mit höchsten Anforderungen an die Maßhaltigkeit. Sie erfordern sehr genaue Formen, weniger Nester in der Form und eine strenge Prüfung der Ausgangsstoffe. Die Prüf- und Gütesicherungsverfahren sind sehr aufwendig. Häufig ist eine Nachbearbeitung nach dem Ausformen erforderlich.

**Klasse M 2.** Genauigkeitsgrad fein. Formartikel hoher Präzision, die gegenüber einer üblichen Handelsgüte höhere Anforderungen an die Maßhaltigkeit stellen.

Sie erfordern einen Großteil des bei Klasse M 1 genannten besonderen Aufwandes. Hierzu gehören auch Formartikel aus Elastomeren mit großer Schwindung, für die höchste Anforderungen an die Maßhaltigkeit gestellt werden, für die jedoch bei allem Aufwand die Genauigkeit der Klasse M 1 nicht erreichbar ist.

**Klasse M 3.** Genauigkeitsgrad mittel. Formartikel mit Toleranzangaben in üblicher Handelsgüte.

**Klasse M 4.** Genauigkeitsgrad grob. Formartikel ohne besondere Maßenforderungen.

Die Grenzabmaße für F und C (s. DIN 7715-1) sind aus Tab. 427.5 zu ersehen.

**DIN 7715-5**

Die Norm gilt für vulkanisierte Platten aus Weichgummi (Elastomeren) mit und ohne Einlagen mit glatter oder profilierter Oberfläche, die in Presswerkzeugen oder in kontinuierlichen Verfahren auf Vulkanisationsmaschinen hergestellt worden sind, sowie für daraus hergestellte Artikel.

Es gelten 3 Toleranzklassen.

Tabelle 427.3

Nennmaßbereich	Grenzabmaße in mm
50	±0,2
über 50 bis 140	±0,3
über 140 bis 315	±0,4
über 315	±0,5

Tabelle 427.4

Nennmaßbereich	Klasse H 1 ±	
	Grenzabmaße in mm	
6	0,05	
über 6 bis 18	0,08	
über 18 bis 30	0,10	
über 30 bis 50	0,12	
über 50 bis 80	0,15	
über 80 bis 120	0,20	
über 120 bis 180	0,25	
über 180 bis 250	0,35	
über 250 bis 315	0,45	
über 315 bis 400	0,60	
über 400 bis 500	0,75	
	Grenzabweichungen in %	
über 500	0,2	

**Klasse P 1.** Genauigkeitsgrad fein. Platten hoher Präzision, die gegenüber der üblichen Handelsgüte höhere Anforderungen an die Maßhaltigkeit stellen, z. B. in Presswerkzeugen hergestellte Platten.

**Klasse P 2.** Genauigkeitsgrad mittel. Platten und daraus hergestellte Artikel mit Toleranzen in üblicher Handelsgüte, z. B. Platten mit glatter oder stoffgemusterter Oberfläche oder aus vulkanisierten Platten gestanzte oder nach Schablone geschnittene Artikel.

**Klasse P 3.** Genauigkeitsgrad grob. Platten und daraus hergestellte Artikel ohne besondere Maßanforderungen, vulkanisierte oder unvulkanisierte Platten mit profilierter oder grobstoffgemusterter Oberfläche oder aus unvulkanisierten Platten gestanzte und anschließend ohne Vorrichtung vulkanisierte Artikel. Aus vulkanisierten Platten ohne Schablone geschnittene Teile.

## 10.5 Vier- und Sechskante

### DIN 79 Vierkante für Spindeln und Bedienteile (Okt 2004)

Außen- und Innenvierkante nach dieser Norm werden für Spindeln und Bedienteile wie z. B. Handräder, Handkurbeln und Griffe verwendet.

Tabelle 428.1 Maße für Außen- und Innenvierkante  
Maße in Millimeter

Schlüsselweite $s$ H11/c11	$d^1)$ max.	Eckenmaße $e_1$		Eckenmaße $e_2$ min.
		max.	min.	
4	4,2	5	4,7	5,3
5	5,3	6,5	5,9	6,6
5,5	5,8	7	6,5	7,2
6	6,3	8	7,1	8,1
7	7,3	9	8,3	9,1
8	8,4	10	9,5	10,1
9	9,5	12	10,7	12,1
10	10,5	13	11,9	13,1
11	11,6	14	13,1	14,1
12	12,6	16	13,9	16,1
13	13,7	17	15,5	17,1
14	14,7	18	16,7	18,1
16	16,8	21	19,1	21,2
17	17,9	22	20,3	22,2
19	20	25	22,7	25,2
22	23,1	28	26,3	28,2
24	25,3	32	28,7	32,2

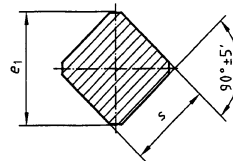


Bild 428.2 Außenvierkante A

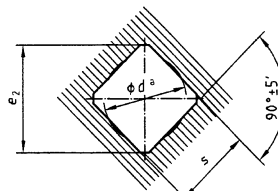


Bild 428.3 Innenvierkante B

1) Innenflächen dürfen im mittleren Drittel jeder Quadratseite ausgespart sein. Das Maß  $d_{max}$  ist so ausgelegt, dass diese Bedingung eingehalten wird.

Weitere Maße für Schlüsselweite  $s$  27, 30, 32, 36, 41, 46, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80 s. Norm.

**Bezeichnung** eines Außenvierkantens (A) mit  $s = 17$  mm:

**Vierkant DIN 79 – A 17**

**DIN 475-1 Schlüsselweiten – Teil 1: für Schrauben, Armaturen, Fittings (Jan 1984)**

**DIN 475-2 – Teil 2: für Schraubenschlüssel (Nov 1982)**

**DIN 475-3 – Teil 3: Paarungen für Schraubenschlüssel (Jan 1987) s. Norm**

Diese Schlüsselweiten gelten für alle Zwei-, Vier-, Sechs- und Achtkante, auch wenn sie nicht durch Schlüssel bedient werden. Für die Schlüsselweiten von Sechskantschrauben und -muttern ist in DIN ISO 272 (s. Norm) eine Auswahl festgelegt. Bei Vierkanten und Vierkantlöchern für Spindeln, Handräder und Kurbeln ist DIN 79 anzuwenden (s. Tab. 428.1).

Teil 2 gilt für alle nicht verstellbaren Schraubenschlüssel, deren Schlüsselöffnung den Schraubenkopf oder die Mutter von außen fasst.

**Bezeichnung** einer Schlüsselweite von  $s = 24$  (SW 24),  $s_{max}$ . nach Reihe 1:

**DIN 475-SW 24-1**

Schraubenschlüssel  
s. DIN-Katalog für  
technische Regeln

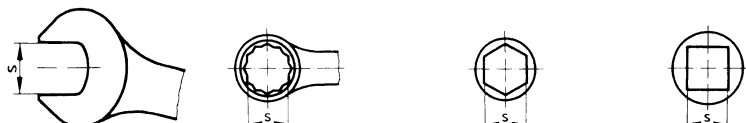
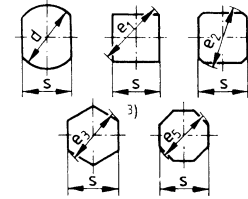




Tabelle 429.1 Schlüsselweiten DIN 475-1 und DIN 475-2

Schlüsselweite <i>s</i>	Schrauben, Armaturen, Fittings <sup>1) 4)</sup>					Schraubenschlüssel <sup>5)</sup>		Schlüsselweite		
	Eckenmaß					Mindestmaß	Höchstmaß		Reihe 1	Reihe 2 <sup>6)</sup>
	2kt <i>d</i>	4kt <i>e</i> <sub>1</sub>	4kt <i>e</i> <sub>2</sub> min.	6kt <i>e</i> <sub>3</sub> <sup>3)</sup> min.			8kt <i>e</i> <sub>5</sub> min.	Reihe 1		
Nennmaß <sup>2)</sup>			Reihe 1	Reihe 2						
2	2,5	—	—	—	—	—	2,02	2,08	—	
2,5	3	—	—	—	—	—	2,52	2,58	—	
3	3,5	4,2	4,1	3,28	—	—	3,02	3,08	—	
3,2*	3,7	4,5	4,3	3,48	—	—	3,22	3,28	—	
3,5	4	4,9	4,6	3,82	—	—	3,52	3,60	—	
4*	4,5	5,7	5,3	4,38	—	—	4,02	4,12	—	
4,5	5	6,4	5,9	4,88	—	—	4,52	4,62	—	
5*	6	7,1	6,5	5,45	—	—	5,02	5,12	—	
5,5*	7	7,8	7,1	6,01	—	—	5,52	5,62	—	
6*	7	8,5	8	6,58	—	—	6,03	6,15	—	
7*	8	9,9	9	7,66	—	—	7,03	7,15	—	
8*	9	11,3	10	8,89	8,63	—	8,03	8,15	8,18	
9*	10	12,7	12	9,92	9,76	—	9,03	9,15	9,18	
10*	12	14,1	13	11,05	10,89	—	10,04	10,19	10,24	
11*	13	15,6	14	12,12	11,94	—	11,04	11,19	11,24	
12*	14	17,0	16	13,25	13,07	—	12,04	12,24	12,30	
13*	15	18,4	17	14,38	14,20	—	13,04	13,24	13,30	
14*	16	19,8	18	15,51	15,33	—	14,05	14,27	14,35	
15*	17	21,2	20	16,64	16,46	—	15,05	15,27	15,35	
16*	18	22,6	21	17,77	17,59	—	16,05	16,27	16,35	
17*	19	24	22	18,90	18,72	—	17,05	17,30	17,40	
18*	21	25,4	23,5	20,03	19,85	—	18,05	18,30	18,40	
19*	22	26,9	25	21,10	20,88	—	19,06	19,36	19,46	
20*	23	28,3	26	22,23	21,65	—	20,06	20,36	20,46	
21*	24	29,7	27	23,36	22,78	22,7	21,06	21,36	21,46	
22*	25	31,1	28	24,49	23,91	23,8	22,06	22,36	22,46	
23*	26	32,5	30,5	25,62	25,04	24,9	23,06	23,36	23,46	
24*	28	33,9	32	26,75	26,17	26	24,06	24,36	24,46	
25*	29	35,5	33,5	27,88	27,30	27	25,06	25,36	25,46	
26*	31	36,8	34,5	29,01	28,43	28,1	26,08	26,48	26,58	
27*	32	38,2	36	30,14	29,56	29,1	27,08	27,48	27,58	
28*	33	39,6	37,5	31,27	30,69	30,2	28,08	28,48	28,58	
30*	35	42,4	40	33,53	32,95	32,5	30,08	30,48	30,58	
32*	38	45,3	42	35,72	35,03	34,6	32,08	32,48	32,58	
34*	40	48	46	37,72	37,29	36,7	34,10	34,60	34,70	
36*	42	50,9	48	39,98	39,55	39	36,10	36,60	36,70	
41*	48	58	54	45,63	45,20	44,4	41,10	41,60	41,70	
46*	52	65,1	60	51,28	50,85	49,8	46,10	46,60	46,70	
50*	58	70,7	65	55,80	55,37	54,1	50,10	50,60	50,70	
55*	65	77,8	72	61,31	60,79	59,5	55,12	55,72	55,92	
60*	70	84,8	80	66,96	66,44	64,9	60,12	60,72	60,92	



Oberflächengüte der Schlüssel­flächen mit Schlüssel­weiten für Schrauben, Armaturen und Fittings:

Reihe 1:  $R_z = 25 \mu\text{m}$

Reihe 2: geputzt

Die Grenzabweichungen der Schlüssel­weiten entsprechen der Norm ISO 691 – Schraubenschlüssel, Schlüssel­weiten für Steckschlüssel – metrische Reihe – für allgemeine Verwendung.

1) Das Nennmaß einer Schlüsselweite *s* für Schrauben, Armaturen und Fittings gilt auch als *s* max. (Größtmaß); *s* min. (Kleinmaß) lässt sich aus dem wie folgt zugeordneten Toleranzfeld errechnen:

<i>s</i>		Toleranzfeld
Reihe 1	Reihe 2	
$\leq 4$	—	h 12
$> 4 \leq 32$	—	h 13
$> 32$	$\leq 19$	h 14
—	$> 19 \leq 60$	h 15
—	$> 60 \leq 180$	h 16
—	$> 180$	h 17

2) Mit Stern gekennzeichnete Werte entsprechen der Auswahlreihe nach DIN ISO 272 (*s*. Norm).

3) Errechnet nach der Formel  $e_3 = 1,13 \times s \text{ min.}$ ; für 6kt-Produkte mit Flansch und für fertig gepresste 6kt  $e_3 = 1,12 \times s \text{ min.}$

Für 6kt von  $s \geq 150$  gibt es auch das Eckenmaß  $e_4$  (etwas kleiner als  $e_3$ ), das für gerundete Ecken gilt.

4) Größere Schlüsselweiten *s*. Norm: Reihe 1: 65 bis 495. Reihe 2: 65 bis 210 für 6kt; 65 bis 145 für 2kt und 4kt; 65 bis 525 für 8kt.

5) Größere Schlüsselweiten *s*. Norm.

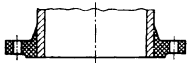
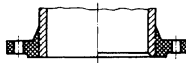
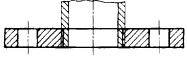

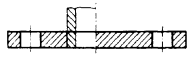
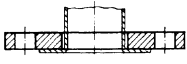
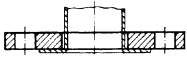
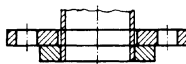
6) Reihe 2 darf nur für geschlossene geschmiedete Schraubenschlüssel angewendet werden, die nicht spanend nachgearbeitet sind.

## 10.6 Flansche

### DIN 2500 Flansche – Allgemeine Angaben, Übersicht (Aug 1966)<sup>1)</sup>

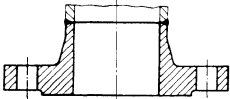
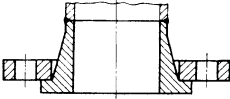
Die Norm enthält eine Zusammenstellung der für die Planung, Berechnung und Ausführung von Rohrleitungen mit Flanschverbindungen notwendigen und zu beachtenden Normen (Rohrleitungen, Rohrverbindungen und Armaturen s. auch Abschn. 8.2). Sie gibt außerdem eine Übersicht über den Umfang der genormten Flansche und erläutert den Aufbau der Maßnormen.

Tabelle 430.1 Flanscharten

Flanschart	Gusseisenflansche und Stahlgussflansche																													
Bild																														
Werkstoff Flansch	Gusseisen												Stahlguss																	
Maßnorm s. DIN	EN 1092-2	EN 1092-2	EN 1092-2	EN 1092-2	EN 1092-2	EN 1092-2							EN 1092-1	EN 1092-1	EN 1092-1	EN 1092-1	EN 1092-1	EN 1092-1	2548	2549	2550	2551								
Nennndruck	2.5	6	10	16	25	40							10	16	25	40	64	100	160	250	320	400								
Flanschart	glatt oval												Gewindeflansch oval mit Ansatz rund																	
Bild																														
Werkstoff Flansch	S 235JR												nicht mehr genormt						nicht mehr genormt											
Maßnorm s. DIN	2558																													
Nennndruck	6																													
Flanschart	Flansche zum Löten oder Schweißen				Blindflansche				Lose Flansche für Bördelrohr mit Bund																					
Bild																														
Werkstoff Bund	-				-				-								S 235JRG2													
Flansch	S 235JRG2				S 235JRG2				S 235JRG2								S 235JRG2													
Maßnorm s. DIN	EN 1092-1	EN 1092-1	EN 1092-1			EN 1092-1							EN 1092-1	EN 1092-1	EN 1092-1	EN 1092-1	EN 1092-1					EN 1092-1	EN 1092-1	EN 1092-1	EN 1092-1					
Nennndruck	2.5	6	10	6	10	16	25	40					6	10	16	25	40					6	10	16	25	40				

<sup>1)</sup> Die wichtigsten Zahlenwerte und Maße der gebräuchlichsten deutschen, US-amerikanischen und englischen Flansche sind in einem vom DIN herausgegebenen Taschenbuch enthalten: Flansche und Werkstoffe; Normen und Tabellen; 4. Aufl. 1999, Berlin, Wien, Zürich: Beuth Verlag GmbH.

Tabelle 431.1 Angaben über Vorschweißflansche und lose Flansche mit Anschweißbund oder Vorschweißbund

Flanschart		Vorschweißflansche											Lose Flansche mit Anschweißbund oder Vorschweißbund						
Bild																			
Werkstoff	Bund	-											S 235JRG2						
	Flansch	S 235JRG2											S 235JRG2						
Maßnorm s. DIN		2,5 EN 1092-1	6 EN 1092-1	10 EN 1092-1	16 EN 1092-1	25 EN 1092-1	40 EN 1092-1	63 EN 1092-1	100 EN 1092-1	160 2638	250 2628	320 2629	400 2627			10 EN 1092-1	16 EN 1092-1	25 EN 1092-1	40 EN 1092-1
Nennweiten	Nenndruck																		
	10		•				•		•	•		•	•						•
	15		•				•		•	•	•	•	•						•
	20		•				•												•
	25		•				•		•	•	•	•	•						•
	32		•				•		•										•
	40		•				•		•	•	•	•	•						•
	50		•		•		•	•	•	•	•	•	•				•		•
	65		•		•		•	•	•	•	•	•	•				•		•
	80		•		• <sup>1)</sup>		•	•	•	•	•	•	•				•		•
	100		•		•		•	•	•	•	•	•	•				•		•
	125		•		•		•	•	•	•	•	•	•				•		•
	150		•		•		•	•	•	•	•	•	•				•		•
	200		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•			•	•	•	•
250		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•			•	•	•	•	

<sup>1)</sup> 4 Schrauben für Nenndruck 10 nach Vereinbarung

Durch die Maßnormen können Flansche gleicher Nennweite und gleichen Nenndruckes unabhängig von ihrer Bauart miteinander verbunden und gegeneinander ausgetauscht werden. Es ist möglich, Rohre aller Werkstoffe (Gusseisen, Stahl, NE-Metalle) miteinander zu verbinden.

Die Tabellen in den Maßnormen gelten für eine Regelausführung, deren Werkstoff in der Norm angegeben ist und im Allgemeinen für Betriebstemperaturen bis 120 °C bei dem entsprechenden Nenndruck.

Die Bezeichnung der Flansche setzt sich zusammen aus

- DIN-Nummer
- Benennung
- Kurzzeichen für Form der Dichtfläche nach DIN 2526 (nur erforderlich bei Anwendbarkeit mehrerer Dichtungsarten)
- Nennweite bzw. Nennweite/Rohr-Außendurchmesser
- Werkstoff

**Bezeichnung** eines Flansches Typ 11 (Vorschweißflansch) mit Dichtflächenform B2 von Nennweite DN 200 und PN-Stufe PN 100, mit Ansatzdicke  $S = 10$  mm, aus Werkstoff mit dem Kurzzeichen S 235JRG2

**Flansch DIN EN 1092-1/11 B2/DN 200/PN 100/10/S 235JRG2**

Es werden folgende Flanscharten unterschieden (s. Tab. 430.1).

Als Beispiele sind die Tabellen für Vorschweißflansche und lose Flansche mit Anschweißbund oder Vorschweißbund auszugsweise wiedergegeben (Nennweiten über 250 s. Norm) (Tab. 431.1).

#### DIN 2501-1 Flansche – Anschlussmaße (Feb 1972)

Die Norm enthält Festlegungen über Anschlussmaße, Anordnungen der Schraubenlöcher und Formen der Dichtflächen. Die Anschlussmaße stimmen mit den von der ISO erarbeiteten Normen überein, sie sind lediglich um die Dichtleistendurchmesser erweitert.

Anschlussmaße eines Flansches sind die Außendurchmesser  $D$ , der Lochkreisdurchmesser  $k$ , der Dichtleistendurchmesser  $d_4$ , Anzahl und Durchmesser der Schrauben und der Schraubenlochdurchmesser  $d_2$  (s. Bilder 432.1 und 433.1).

Jeder Flansch erhält eine durch 4 teilbare Anzahl von Schraubenlöchern. Die Schraubenlöcher sind bei Rohrleitungen und Armaturen so anzuordnen, dass sie symmetrisch zu den beiden Hauptachsen

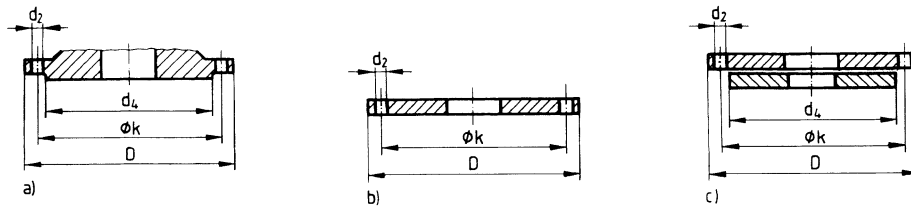


Bild 432.1 Anschlussmaße

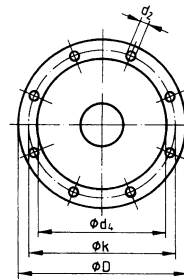
- a) feste Flansche mit kegeligem Ansatz mit Dichtleiste
- b) feste glatte Flansche ohne Dichtleiste
- c) lose Flansche mit glattem Bund oder Vorschweißbund

Tabelle 432.2 Anschlussmaße PN 40

Nennweite	Nenndruck 40					
	$D$	$d_4$	$k$	Schrauben		$d_2$
				Anzahl	Gewinde	
6	75	32	50	4	M 10	11
8	80	38	55	4	M 10	11
10	90	40	60	4	M 20	14
15	95	45	65	4	M 12	14
20	105	58	75	4	M 12	14
25	115	68	85	4	M 12	14
32	140	78	100	4	M 16	18
40	150	88	110	4	M 16	18
50	165	102	125	4	M 16	18
65	185	122	145	8	M 16	18
80	200	138	160	8	M 16	18
100	235	162	190	8	M 20	22
125	270	188	220	8	M 24	26
150	300	218	250	8	M 24	26
200	375	285	320	12	M 27	30
250	450	345	385	12	M 30	33
300	515	410	450	16	M 30	33
350	580	465	510	16	M 33	36
400	660	535	585	16	M 36	39
500	755	615	670	20	M 39	42
600	890	735	795	20	M 45	48
700	995	840	900	24	M 45	48
800	1140	960	1030	24	M 52	56
900	1250	1070	1140	28	M 52	56
1000	1360	1180	1250	28	M 52	56
1200	1575	1380	1460	32	M 56	62
1400	1795	1600	1680	36	M 56	62
1600	2025	1815	1900	40	M 64	70

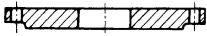
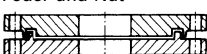
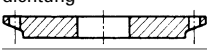
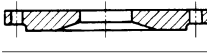
liegen und dass sich in diesen keine Löcher befinden.  
 Als Beispiel ist die Tabelle der Anschlussmaße für Nenndruck 40 wiedergegeben (s. Tab. 432.2); weitere Werte s. Norm.  
 Die Formen der Dichtflächen sind aus Tab. 433.2 zu ersehen.

**Bezeichnung** Flanschanschluss für Nennweite 250 und Nenndruck 10  
**Flanschanschluss DIN 2501-250-PN 10**



433.1  
Anordnung der Schraubenlöcher

Tabelle 433.2 Beispiele für Formen der Dichtflächen

Form	Kennbuchstabe	Maße für		Anwendbar für Nenndruck												
		Bearbeitung der Dichtleiste s. DIN	s. DIN	1	6	10	16	25	40	64	100	160	250	320	400	
Glatte Dichtleiste 	C D	2526	EN 1514-1	×	×	×	×	×	×							
	E	2526	2697							×	×	×	×	×	×	× <sup>1)</sup>
Feder und Nut 	F N	2512	EN 1514-1			×	×	×	×	×	×					
Abschrägung für Membran-Schweißdichtung 	M	2695	2695							×	×	×	×	×	×	
Eindrehung für Linsendichtung 	L	2696	2696							×	×	×	×	×	×	

<sup>1)</sup> Dieser Nenndruck wird in einer Neuauflage in die entsprechende Maßnorm aufgenommen.

10

## 10.7 Wellen

### DIN 747 Achshöhen für Maschinen (Mai 1976)

Übereinstimmung besteht mit ISO 496 – Achshöhen für treibende und getriebene Maschinen.

Achshöhe ist der Abstand der Wellenmitte von der Fußauflagefläche im Lieferzustand der Maschine. Unterlegbleche, die beim Aufstellen der Maschine zum Ausrichten benötigt werden, zählen nicht zur Achshöhe. Jedoch ist die Dicke von Isolierunterlagen, die zur Maschine mitgeliefert werden, in die Achshöhe einzubeziehen.

Die Achshöhen  $h = 25$  bis 1600 mm sind nach Reihe 1 bis Reihe 4 gestuft. Diese Reihen entsprechen – abgesehen von nachstehend genannten Ausnahmen – in folgender Weise den mit 10, 100 und 1000 vervielfachten Werten der Normzahlen nach DIN 323-1.

Achshöhe  $h$  Reihe 1: Grundreihe R 5 Reihe 2: R 10  
 Reihe 3: R 20 Reihe 4: R 40

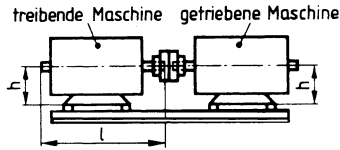


Bild 434.1 Achshöhen von Maschinen  
DIN 747

Die Ausnahmen beschränken sich auf einige Maße, die aus den Hauptwerten durch Runden abgeleitet sind. In der folgenden vereinfachten Wiedergabe der Reihe 4 sind die gerundeten Maße  $h$  an den in ( ) beigefügten Hauptwerten  $R\ 40$  zu erkennen.

Achshöhen  $h$  Reihe 4: 25 26 (26,5) 28 30 32 (31,5) 34 (33,5)  
36 (35,5) 38 (37,4) 40 42 (42,5) 45 48 (47,5) 50  
weiter nach  $R\ 40$  bis 212 225 (224) 236 weiter nach  $R\ 40$   
bis 1600

Die gerundeten Werte gelten auch für die übrigen Reihen, soweit sie dort vorkommen.

Für Achshöhen  $> 1600$  mm werden die mit 10 multiplizierten Maße  $h$  im Bereich  $> 160$  bis 1600 mm empfohlen.

Reihe 1 ist die Vorzugsreihe. Reichen diese Werte nicht aus, so kommen die übrigen Reihen in der Folge ihrer Nummerung in Betracht. Das gilt insbesondere für die Entwicklung von Maschinen in gestuften Größen bzw. Leistungen.

Die **Grenzabweichungen von der Achshöhe** begrenzen die Abweichungen der Achshöhe vom Nennmaß, gemessen an den Stirnflächen der Welle.

Tabelle 434.2 Grenzabweichungen von der Achshöhe

Achshöhe $h$		25 bis 50	> 50 bis 250	> 250 bis 630	> 630 bis 1000	> 1000
Grenzabweichungen der Achshöhe für	getriebene Maschinen, Getriebe, Schiffspropellerwellenantriebe, alle elektr. Maschinen	-0,4	-0,5	-1	-1,5	-2
	treibende Maschinen, außer Schiffspropellerwellenantriebe und elektr. Maschinen	+0,4	+0,5	+1	+1,5	+2

**Abweichungen von der Parallelität** ist die Differenz in der Achshöhe an den Stirnflächen der beiden Wellenenden.

Tabelle 434.3 Grenzabweichungen von der Achshöhe

Achshöhe $h$		25 bis 50	> 50 bis 250	> 250 bis 630	> 630 bis 1000	> 1000
Grenzabweichungen von der Parallelität zwischen zwei Messpunkten an den Wellenenden im Abstand*)	$2,5\ h > l$	0,2	0,25	0,5	0,75	1
	$2,5\ h \leq l \leq 4\ h$	0,3	0,4	0,75	1	1,5
	$l > 4\ h$	0,4	0,5	1	1,5	2

\*) Bei unzugänglichen Wellenenden werden zwei Punkte in beliebigem Abstand auf der Welle gewählt, und der gemessene Wert der Abweichung wird im Verhältnis der Gesamtlänge der Welle zwischen den Stirnflächen der Wellenenden zum Abstand der beiden Messpunkte erhöht.

Kleinere Grenzabweichungen von der Parallelität sind besonders zu vereinbaren.

**Richtlinien für Zusammenbau.** Durch Grenzabweichungen entstehende Höhenunterschiede sind beim Zusammenbau der Maschinen durch Unterlagen auszugleichen. Werden mehrere Maschinen mit Minus-Abweichungen miteinander gekuppelt, so sind die Maschinen so zu unterlegen, dass mindestens das Nennmaß erreicht wird. In allen anderen Fällen genügt Richten nach der größten Achshöhe. Die Maschine mit Plus-Abweichungen ist zuerst aufzustellen.

**DIN 748-1 Zylindrische Wellenenden – Abmessungen, Nenn Drehmomente (Jan 1970)**

Diese Norm legt Durchmesser und Längen von Wellenenden fest, die für die Aufnahme von Riemenscheiben, Kupplungen und Zahnrädern bestimmt sind.

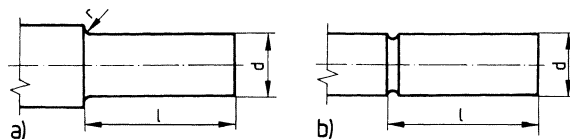


Bild 434.4 Zylindrische Wellenenden  
a) mit Wellenbund  
b) ohne Wellenbund

**Bezeichnungsbeispiel** eines Wellenendes von  $d = 140$ , Passung  $m\ 6$  und  $l = 250$ :  
**Wellenende DIN 748-140 m 6 × 250**

Werte für Wellenenden  $d = 190$  bis  $630$  mm sowie Anhaltswerte für übertragbare Drehmomente s. Norm. Reihe 1 ist zu bevorzugen.

Für Wellendurchmesser  $d$  von  $6$  mm bis  $500$  mm finden generell Passfedern und Nuten nach DIN 6885-1 Anwendung, s. Norm.

Für die Wellenenden werden folgende Toleranzfelder (bei Bohrungen H 7) empfohlen:

$d = 6$  bis  $50$ : k6,  $d = 55$  bis  $630$ : m6

Maße für zylindrische Wellenenden für drehende elektrische Maschinen s. DIN EN 50374.

Tabelle 435.1 Durchmesser und Längen der Wellenenden nach DIN 748-1

$d \ \varnothing$	6	7	8	9	10	11	12	14	16	19	20	22	24	25	28	30	32	35	38	40	42	45
$l$	lang	16	16	20	20	23	23	30	30	40	40	50	50	60	60	80	80	80	80	110	110	110
	kurz	-	-	-	-	15	15	18	18	28	28	36	36	42	42	58	58	58	58	82	82	82
$r \leq$	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	1	1	1	1	1	1	1	1	1
$d$	Reihe 1	48	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	110	120	-	140	-	160	-	180	
	Reihe 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	130	-	150	-	170	-	
$l$	lang	110	110	110	140	140	140	140	170	170	170	170	210	210	210	250	250	250	300	300	300	
	kurz	82	82	82	105	105	105	105	130	130	130	130	165	165	165	200	200	200	240	240	240	
$r \leq$	1	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	4	4	4	4	4	4	

**DIN 1448-1 Kegelige Wellenenden mit Außengewinde – Abmessungen (Jan 1970)**

**DIN 1449 Kegelige Wellenenden mit Innengewinde – Abmessungen (Jan 1970)**

Die kegeligen Wellenenden sind bestimmt für die Aufnahme von Riemenscheiben, Kupplungen und Zahnrädern.

Passfederverbindung parallel zur Achse bis Kegeldurchmesser  $d_1 = 220$  mm nach DIN 1448-1.

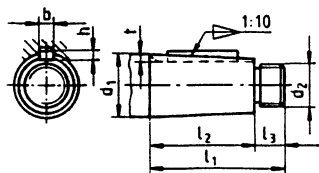


Bild 435.2 Kegelige Wellenenden mit Außengewinde

**Bezeichnung** eines kegeligen Wellenendes mit Passfeder und Außengewinde von Durchmesser  $d_1 = 100$  mm und Länge  $l_1 = 210$  mm

**Wellenende 100 × 210 DIN 1448-1**

Für die kegeligen Wellenenden von Durchmesser  $d_1 = 240$  mm bis  $630$  mm erfolgt die Ausführung der Passfederverbindung parallel zum Kegelmantel s. Norm.

Passfederverbindung parallel zur Achse nach DIN 1449.

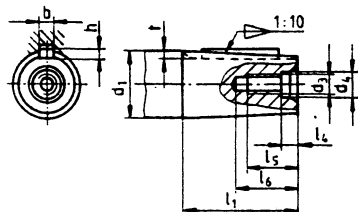


Bild 435.3 Kegelige Wellenenden mit Innengewinde

**Bezeichnung** eines kegeligen Wellenendes mit Passfeder und Innengewinde von Durchmesser  $d_1 = 50$  mm und Länge  $l_1 = 82$  mm

**Wellenende 50 × 82 DIN 1449**

Tabelle 436.1 Maße der kegeligen Wellenenden nach DIN 1448-1 und DIN 1449 (Maße in Millimeter)

$d_1$	$l_1$		$l_2$		$l_3$	$l_4$	$l_5$	$l_6$	Nut und Passfeder nach DIN 6885-1		Außen- gewinde $d_2$	Innen- gewinde $d_3$	$d_4$						
	lang	kurz	lang	kurz					$t$	$b \times h$									
6	16	–	10	–	6						M 4								
7																			
8	20	–	12	–	8	–	–	–	–	–	M 6	–	–						
9																			
10																			
11	23	–	15	–	8				1,6										
12																			
14	30	–	18	–	12	3,2	10	14	1,7	–	M 8 × 1	M 4	4,3						
16																			
19									40	28	28	16		4	12,5	17	2,3	2,2	3 × 3
20																			
22	50	36	36	22	14	5	16	21	3,4	3,1	4 × 4	M 12 × 1,25	M 6	6,4					
24																			
25									60	42	42	24	18	6	19	25	3,9	3,6	5 × 5
28																			
30	80	58	58	36	22	7,5	22	30									4,5	3,9	6 × 6
32																			
35									9,5	28	37,5			5	4,4	10 × 8	M 24 × 2	M 12	13
38																			
40	110	82	82	54	28	12	36	45	7,1	6,4	12 × 8	M 30 × 2	M 16	17					
42																			
45									7,6	6,9	14 × 9	M 36 × 3	M 20	21					
48																			
50																			
55																			



# 11 Maschinenelemente

Bearbeitet von D. Alex

Die Normen über Maschinenelemente werden in einer ganzen Reihe von Normenausschüssen erarbeitet. Die in den Abschnitten „Transmissionen“, „Verzahnungen“, „Fluidtechnik“ und „Spannungsverbindungen mit Anzug (Keile), Mitnehmerverbindungen ohne Anzug (Passfeder)“ behandelten Normen werden fast alle im „Normenausschuss Maschinenbau (NAM)“ (Webadresse: www.nam.din.de) bearbeitet. Für die im Abschnitt „Keilriemen“ behandelten Normen ist der „Normenausschuss Kautschuktechnik (FAKAU)“ (www.fakau.din.de) zuständig. Im „Normenausschuss Wälz- und Gleitlager (NAWGL)“ (www.nawgl.din.de) werden die im Abschnitt „Lagerungen“ behandelten Normen bearbeitet. In den Zuständigkeitsbereich des „Normenausschusses Stahldraht und Stahldrahterzeugnisse (NAD)“ (www.nad.din.de) fallen die „Drahtseile“. Die Normen des Abschnittes „Bedienteile, Stellteile“ werden vom „Normenausschuss Werkzeugzeuge und Spannzeuge (FWS)“ (www.fws.din.de) bearbeitet. Der „Ausschuss Federn (AF)“ (www.af.din.de) ist, wie der Name es schon sagt für „Federn“ zuständig.

## 11.1 Riementriebe

### 11.1.1 Transmissionen<sup>1)</sup>

**DIN 109-1 Antriebselemente – Teil 1: Umfangsgeschwindigkeiten (Dez 1973)**

**DIN 109-2 – Teil 2: Achsabstände für Riementriebe mit Keilriemen (Dez 1973)**

DIN 109-1 enthält eine Tabelle der Umfangsgeschwindigkeiten  $v$  in Abhängigkeit von den üblichen Drehzahlen  $n$  (ermittelt aus den Riemenscheibendurchmessern  $d_1$  nach DIN 111) und den Wirkdurchmessern  $d_w$  der Riemenscheiben (DIN 2211-1 usw.).

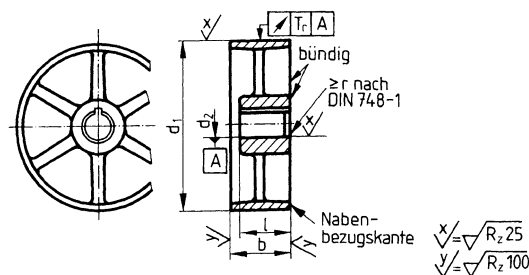
Der Inhalt von DIN 109-2 stimmt sachlich überein mit dem Inhalt der Internationalen Norm ISO 155 – Grenzwerte für Achsabstände von Naben für Riemenscheiben –, umfasst aber nicht den gesamten Inhalt der Norm.

DIN 109-2 dient zur Ermittlung des Achsabstandes von Riementrieben mit Keilriemen nach DIN 2215 und DIN 2216 und Schmalkeilriemen nach DIN 7753-1 und DIN 7753-3. Sie enthält Tabellen zur leichten Bestimmung der Achsabstände.

**DIN 111 Antriebselemente – Flachriemenscheiben – Maße, Nenndrehmomente (Aug 1982)**

Die Norm ist an die Internationale Norm ISO 22 – Riementriebe – Flachriemen und die zugehörigen Riemenscheiben, Maße und Toleranzen – angepasst. Dabei wurde auch besonderer Wert auf die Festlegung der Nabenmaße (größte Bohrung, Nabendurchmesser, Nabenlängen und deren Zuordnung zu den Kranzbreiten) gelegt, um dem Verbraucher die Auswahl und Lagerhaltung zu erleichtern. Über

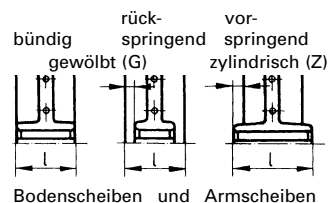
**Armscheiben, einteilig (1 T)**



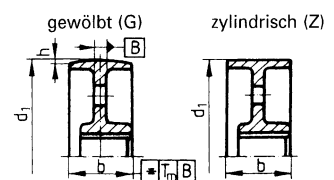
Nabenaußendurchmesser  $\approx (1,6 \text{ bis } 1,8) \cdot d_2$   
 Bodenscheiben und Armscheiben zweiteilig (2 T) s. Norm

**Bild 437.1** Armscheiben, einteilig (1 T)

<sup>1)</sup> S. auch DIN-Taschenbuch 204: Antriebselemente, Berlin, Wien, Zürich: Beuth Verlag GmbH.



**Bodenscheiben und Armscheiben**  
**Bild 437.2** Anordnung der Nabe



**Bild 437.3** Ausführung der Lauffläche

Tabelle 438.1 Maße der Riemenscheiben (Auszug)

Durchmesser $d_1$ Nennmaß	40	50	63	71	80	90	100	112	125	140	160	180	200	224	250	280	315	355
Grenzabweichung	0,5	0,6	0,8	1	1	1,2	1,2	1,2	1,6	1,6	2	2	2	2,5	2,5	3,2	3,2	3,2
Wölbhöhe $h$	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8
Rundlauf toleranz $t$	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5

das Auswuchten der Flachriemenscheiben und übertragbare Drehmomente  $T$  in Nm wurden ebenfalls Festlegungen getroffen (s. Norm). Die Wölbhöhen sind der ISO-Norm entnommen.

Für Durchmesser  $d_1 = 800$  bis 2000 mm ist die Wölbhöhe in Abhängigkeit von der Kranzbreite  $b$  festgelegt (Tab. 1 der Norm).

Bohrung  $d_2$  entspricht dem Durchmesser des Wellenendes nach DIN 748-1 bzw. DIN EN 50347.

Bei einteiligen Flachriemenscheiben (1 T) ist die Nabe zum Kranz einseitig bündig (Nabenbezugsfläche) angeordnet, d. h. je eine Stirnfläche von Kranz und Nabe liegen in einer Ebene. Die andere Stirnfläche der Nabe liegt rückspringend, bündig oder vorspringend zur anderen Stirnfläche des Kranzes.

Bei zweiteiligen Flachriemenscheiben (2 T) sind die Naben immer symmetrisch zum Kranz angeordnet, auf beiden Seiten entweder „rückspringend“ oder „vorspringend“ (s. Bild 437.2).

Richtlinien für die Anwendung der Kranzformen Z oder G.

Bei der Wahl der Kranzformen Z oder G ist die Art des Antriebes zu berücksichtigen. Allgemein ist zu beachten:

Die zylindrische Form (Z) ist in Bezug auf die Lebensdauer des Riemens die günstigste, da sie den Riemen am besten schont. Bei Übersetzung über 3 wird empfohlen, für die kleinere Riemenscheibe die Kranzform Z zu wählen.

$d_1$ : Toleranzklasse H 7 für 1 T und U 7 für 2 T bevorzugen

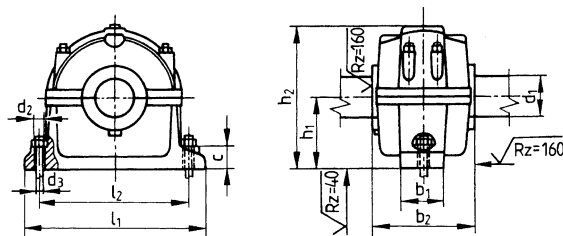
1 T = einteilige, 2 T = zweiteilige (hier nicht dargestellte) Riemenscheiben

Verbindung: PN = Passfeder-Nut, KN = Keil-Nut

Ausführung:  $d_1 \leq 160$  als Bodenscheiben,  $> 160$  bis 224 als Boden- oder Armscheiben,  $> 224$  als Armscheiben, Riemenscheiben sind stets statisch, wenn nötig auch dynamisch ausgewuchtet (s. Norm).

**Bezeichnungsbeispiel:** 1 T Form G,  $d_1 = 400$ ,  $b = 125$ ,  $d_2 = 50$  mit PN,  $l = 90$ :

**Scheibe DIN 111-1 T G 400 × 125 × 50 × 90 PN (Werkstoff)**



**Form G** mittlere Bauform

**Form K** schwere Bauform

Bild 438.2

Steh-Gleitlager nach DIN 118-1

Tabelle 440.3 Steh-Gleitlager

G	$d_1$	$b_1$	$b_2$	$c$	$d_2$	$d_3$	$h_1$	$h_2$	$l_1$	$l_2$
	Form						0 -0,2	max.		
35	25	55	110	25	M 12	15	65	140	200	150
40	30	55	110	25	M 12	15	65	140	200	150
45	35	65	125	25	M 12	15	75	160	220	170
50	40	65	125	25	M 12	15	75	160	220	170

### DIN 118-1 Antriebs-elemente – Teil 1: Steh-Gleitlager für allgemeinen Maschinenbau, Hauptmaße (Jul 1977)

Steh-Gleitlager für G 25, 30 und 55 bis 180 sowie K 45 bis 140 s. Norm.

Lagergehäuse: GG 20 nach DIN 1691 (DIN 1691 wurde ersetzt durch DIN EN 1561; neue Bezeichnung für GG 20 lautet EN-GJL-200)

Lagerschale: Stützkörper aus GG 20 nach DIN 1691, Laufflächen aus Lagermetall nach Wahl des Herstellers.

Bezeichnungen wie Steh-Gleitlager DIN 118 – G 50 gelten für Loslager, Bundmaße für Festlager sind zu vereinbaren. Alle Lager haben Verschlüsse für Ölstand, Ölein- und -auslass.

Sonstige Lager sowie Stehlagergehäuse für Wälzlager s. DIN-Katalog für Technische Regeln.

Auslegung von Gleitlagern: Tepper, Schopf: Gleitlager; Konstruktion, Auslegung, Prüfung mit Hilfe von DIN-Normen, Beuth-Kommentare. Berlin, Wien, Zürich: Beuth Verlag GmbH, 1985.

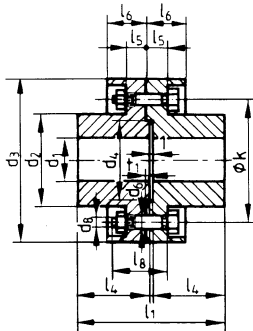
**DIN 116 Antriebs Elemente – Scheibenkupplungen, Maße, Drehmomente, Drehzahlen (Dez 1971)**

Anwendung wie Schalenkupplungen DIN 115-1

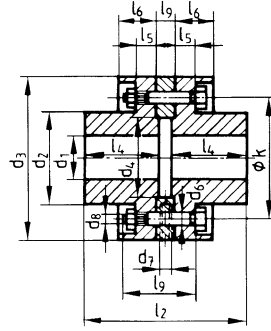
Grenzabweichungen für Maße ohne Toleranzangaben: ISO 2768-m

**Form A**

Form A und B für  $d_1$  bis 250 ( $d_1$  180, 200, 220 und 250 s. Norm)



**Form B**



**Form C**

für  $d_1$  bis 160 mit Ausdrehung für Axialdruckscheiben

DIN 28135 (s. Norm) z. B. für senkrechte Rührwelle

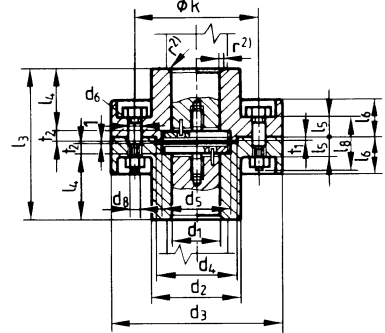


Bild 439.1 Scheibenkupplungen DIN 116 Formen A, B und C

$d_7$  für  $d_1 = 25$  bis 125: M 10; > 125: M 12

$l_7$  und  $t_1$  in ( ) für  $d_1 = 25$  bis 60; 16 (3); 70 bis 160: 18 (4)

Tabelle 439.2 Scheibenkupplungen DIN 116, Maße (Auszug)

$d_1$	$d_2$	$d_3$	$d_4$	$d_5$	$d_6$	$k$	$l_1$	$l_2$	$l_3$	$l_4$	$l_5$	$l_6$	$r^2)$	$t_2$	Sechskant-Passschrauben DIN 609 für Form			übertragbares Drehmoment in Nm	Drehzahl in 1/min max.
															A u. C $l_8$	B $l_9$	Anzahl		
25				40										1,6				47,5	
30	58	125	50	45			90	101	110	117	50			8				90	2120
35																		150	
40	72	140	65	55			100	121	130	141	60	16	31	10	45	60	3	243	2000
45														2				365	
50	95	160	75	65	11		125	141	150	169	70		34	14	M 10	65	3	530	1900
55														3				750	
60	110	180	90	75	13		140	171	180	203	85	18	37	16	M 12	50	4	1000	1800

<sup>1)</sup> Eine andere Toleranzklasse ist besonders zu vereinbaren.

<sup>2)</sup> Wahlweise Rundung oder Fase.

Zu vereinbaren ist, ob gewünscht wird: mit oder ohne Keilnut nach DIN 6886, größte Nuttiefe an Nabeninnen- oder -außenseite oder Passfedernut nach DIN 6885-1.

Die Nut ist gegenüber der Passschrauben-Bohrung versetzt angeordnet.

Bei Verwendung von Passfedern bei  $d_1 > 100$  mm wird eine Presspassung empfohlen (s. DIN 7157).

Werkstoff für Scheibenkupplungen: GG 20 nach DIN 1691; andere Werkstoffe vereinbaren

Sechskant-Passschrauben: Festigkeitsklasse 8.8, Ausführung mg

**Bezeichnungsbeispiel:** vollständige Scheibenkupplung Form A,  $d_1 = 140$ :

**Scheibenkupplung DIN 116-A 140**

Sind Wellen von verschiedenen Durchmessern zu kuppeln, so ist die der dickeren Welle entsprechende Kupplung zu wählen; die Bezeichnung lautet dann z. B. Form A,  $d_1 = 140$  und  $d_2 = 125$ :

### Scheibenkupplung DIN 116-A 140–125

**DIN 115-1 Antriebselemente – Schalenkupplungen – Teil 1: Maße, Drehmomente, Drehzahlen (Sep 1973)**

**DIN 115-2 – Teil 2: Einlegeringe (Sep 1973)** (hier nicht behandelt s. Norm)

Die Norm enthält neben den Formen A und B für Wellenenden in waagerechter Anordnung eine Form C für Wellenenden in senkrechter Anordnung (z. B. für Rührwerke) sowie die Formen AS, BS und CS mit Stahlblechmantel (Sicherheitsanforderung).

Mit Schalen- oder Scheibenkupplungen aus Gusseisen werden Wellen gleicher oder verschiedener Durchmesser verbunden. In letzterem Fall ist die Kupplung nach der dickeren Welle zu wählen. Die Kupplungen werden mit und ohne Keilnut geliefert.

**Form A** für gleiche Wellen- $\varnothing$  ( $d_1$ )

**B** für verschiedene Wellen- $\varnothing$  ( $d_1$  kleiner  $\varnothing$ ,  $d_2$  größer  $\varnothing$ )

**C** für senkrechte Anordnung

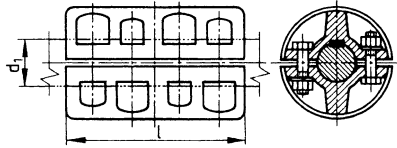


Bild 440.1 Schalenkupplung nach DIN 115-1

Tabelle 440.2 Schalenkupplungen DIN 115-1

$d_1$	20	25 30	35 40	45 50	55 60
$l$	100	130	160	190	220

Kupplungen für 65 bis 200 s. Norm.

Schnitt nach Norm; die Aussparungen für Schraubenköpfe sind nicht projektionsgerecht.

## 11.1.2 Keilriemen

Keilriemen eignen sich insbesondere für Antriebe mit kleinen Achsabständen. Je nach den zu übertragenden Kräften sind ein- oder mehrrollige Scheiben vorzusehen.

**DIN 2215 Endlose Keilriemen – Klassische Keilriemen – Maße (Aug 1998)**

Die Norm stimmt inhaltlich mit ISO 4184 überein. Sie legt die Profile der klassischen Keilriemen, deren Längen und Grenzabmaße, zulässige Achsabstandschwankungen und Mindestdurchmesser der Riemenscheiben fest, s. Tab. 441.1.

Begriffe:

Wirkbreite  $w_p$ : Breite des Keilriemens in Höhe seiner neutralen Zone.

Richtbreite  $w_d$ : Rillenbreite, die das Profil kennzeichnet. Sie liegt im Regelfall in der Höhe der Wirkzone des vorzugsweise zugeordneten Keilriemens.

Richtdurchmesser  $d_d$ : Durchmesser der Riemenscheibe bei der Richtbreite der Scheibenrinne.

Bezeichnung eines ummantelten Keilriemens vom Riemenprofil-Kurzzeichen A und einer Richtlänge 1550 mm:

### Keilriemen DIN 2215–A 1550

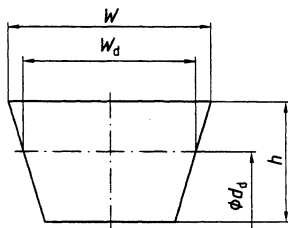


Bild 440.3 Riemenprofil

**DIN 2216 Endliche Keilriemen, Maße (Okt 1972)**

**DIN 2211-1 Antriebselemente – Schmalkeilriemenscheiben – Teil 1: Maße, Werkstoff (Mrz 1984)**

Die Norm behandelt Schmalkeilriemenscheiben für den Maschinenbau, für die Anwendung von Schmalkeilriemen nach DIN 7753-1; sie sind auch für Keilriemen nach DIN 2215 und DIN 2216 anwendbar (s. Tab. 441.1 und 441.2).

Die Maße, ausgenommen die Bevorzugung der Richtdurchmesser  $d_r$  für die Profile SPZ, SPA, und SPB und den Grenzabweichungen für das Maß  $f$ , entsprechen der Internationalen Norm ISO 4183 – Keilriemenscheiben für klassische Keilriemen und Schmalkeilriemen.

Der Durchmesser der Scheiben ist mit Rücksicht auf die Lebensdauer des Riemens möglichst groß zu wählen; jedoch sollte die Riemengeschwindigkeit  $v = 30$  m/s nicht überschritten werden, weil die Riemen bei dieser Geschwindigkeit ihre optimale Leistungsübertragung erreichen.

Bei einteiligen Keilriemenscheiben (1 T) ist die Nabe zum Kranz einseitig bündig (Nabenbezugs-kante) angeordnet, d. h. je eine Stirnfläche von Kranz und Nabe liegen in einer Ebene. Die andere Stirnfläche der Nabe liegt rückspringend, bündig oder vorspringend zur anderen Stirnfläche des Kranzes.

Tabelle 441.1 Endlose Keilriemen DIN 2215

Keilriemen	Riemenprofil-Kurzzeichen		Obere Richtbreite	Richtbreite (Nennmaß)	Riemenhöhe	Richtdurchmesser der zugehörigen kleinsten zulässigen Scheibe
	ISO	DIN <sup>1)</sup>				
ummantelt	Y	6	6	5,3	4	28
flankenoffen gezahnt	XY	X6	6	5,3	4	20
ummantelt	Z	10	10	8,5	6	50
flankenoffen gezahnt	ZX	X10	10	8,5	6	40
ummantelt	A	13	13	11	8	75
flankenoffen gezahnt	AX	X13	13	11	8	63
ummantelt	B	17	17	14	11	125
flankenoffen gezahnt	BX	X17	17	14	11	90
ummantelt	C	22	22	19	14	200
flankenoffen gezahnt	CX	X22	22	19	14	140
ummantelt	D	32	32	27	20	355
ummantelt	E	40	40	32	25	500

<sup>1)</sup> Riemenprofil-Kurzzeichen nach DIN für Neukonstruktionen nicht mehr verwenden.

11

Tabelle 441.2 Endliche Keilriemen DIN 2216

Riemenprofil	Kurzzeichen	6	10	13	17	22	32	40
	ISO-Kurzzeichen	Y	Z	A	B	C	D	E
Obere Riemenbreite	$b_0 \approx$	6	10	13	17	22	32	40
Wirkbreite <sup>1)</sup>	$b_w$	5,3	8,5	11	14	19	27	32
Riemenhöhe	$h_1 \approx$	4	6	8	11	14	20	25
Abstand	$h_w \approx$	1,6	2,5	3,3	4,2	5,7	8,1	12
Höhe	$h_2 \text{ max.}$	6,5	9,5	13	15	20	27	–
Abstand	$k \text{ max.}$	2	2,5	3	3	3,5	5	–
Kleinsten Wirkdurchmesser ( $d_w \text{ min}$ ) der zugehörigen Keilriemenscheibe nach DIN 2217-1 und DIN 2211-1		28	50	71	112	180	355	500
Wirkdurchmesser der zugehörigen Scheibe	$d_w \text{ min.}$	50	80	100	140	224	355	–
Gewicht	kg/m $\approx$	0,025	0,07	0,11	0,19	0,33	0,70	–

<sup>1)</sup> Die Wirkbreite  $b_w$  ist die Breite des Keilriemens, die unverändert bleibt, wenn der Riemen senkrecht zur Basis seines Profils gekrümmt wird (Breite der neutralen Schicht).

Bei zweiteiligen Keilriemenscheiben (2 T) sind die Naben immer symmetrisch zum Kranz angeordnet, auf beiden Seiten entweder „bündig“ oder „rückspringend“ oder „vorspringend“.

**Bezeichnungsbeispiel:** Profil SPC, einteilig (1 T),  $d_r = 560 \text{ mm}$ , Rillenzahl  $z = 5$ , Nabenbohrung  $d_2 = 105 \text{ mm}$  mit Passfedernut (PN) nach DIN 6885-1:

**Scheibe DIN 2211–SPC-1 T 560 × 5 × 105 PN**

Tabelle 442.1 Schmalkeilriemenscheiben nach DIN 2211-1, Maße

Schmalkeilriemenprofile nach DIN 7753-1		ISO-Kurzzeichen	SPZ	SPA	SPB	SPC
Keilriemenprofile nach	DIN 2215	Kurzzeichen	10	13	17	22
	DIN 2216	Kurzzeichen	10	13	17	22
Richtbreite		$b_r^{1)}$	8,5	11	14	19
		$b_1 \approx$	9,7	12,7	16,3	22
		$c^{2)}$	2	2,8	3,5	4,8
Nabendurchmesser		$d_3$	$\approx (1,8 \text{ bis } 1,6) \cdot d_2$			
Rillenabstand		$e^{2)},^{3)}$	$12^{\pm 0,3}$	$15^{\pm 0,3}$	$19^{\pm 0,4}$	$25,5^{\pm 0,5}$
		$f^{2)},^{6)}$	$8^{\pm 0,6}$	$10^{\pm 0,6}$	$12,5^{\pm 0,8}$	$17^{\pm 1}$
Rillentiefe		$t^{2)}$	$11^{+0,6}_0$	$13,8^{+0,6}_0$	$17,5^{+0,6}_0$	$23,8^{+0,6}_0$
$\chi$	34°	für Richtdurchmesser $d_r^{4)}$	$\leq 80$	$\leq 118$	$\leq 190$	$\leq 315$
	38°		$> 80$	$> 118$	$> 190$	$> 315$
Grenzabweichung für $\chi = 34^\circ$ und $38^\circ$			$\pm 1^\circ$	$\pm 1^\circ$	$\pm 1^\circ$	$\pm 30'$
Kranzbreite $b_2^{6)}$ $= (z - 1) e + 2f$	für Rillenzahl $z$	1	16	20	25	34 <sup>5)</sup>
		2	28	35	44	59,5 <sup>5)</sup>
		3	40	50	63	85
		4	52	65	82	110,5
		5	64	80	101	136
		6	76	95	120	161,5
		7	88	110	139	187
		8	100	125	158	212,5
		9	112	140	177	238
		10	124	155	196	263,5
		11	136	170	215	289
		12	148	185	234	314,5

1) Die Richtbreite  $b_r$  ist die Bezugsgröße für die Normung des Profils der Scheibenrinne. Sie liegt im Regelfall in Höhe der Wirkzone des Keilriemens, für welchen die Scheibenrinne vorzugsweise bestimmt ist. Die Richtbreite wurde bisher Wirkbreite genannt.

2) In Anlehnung an die Beschlüsse des ISO/TC 41 errechnet:  $c \approx 0,25 b_r$ ,  $e \approx 1,35 b_r$ ,  $f \approx 0,9 b_r$ ,  $t \approx 1,25 b_r$ .

3) Die Grenzabweichung des Rillenabstandes nicht aufeinander folgender Rillen beträgt das Doppelte der für  $e$  angegebenen Werte. Für Blechscheiben und deren Gegenscheiben sowie in Sonderfällen kann  $e$  bis zu 3 mm größer sein.

4) Der Richtdurchmesser  $d_r$  ist der zur Richtbreite  $b_r$  gehörende Durchmesser; er ist für die Berechnung des Übersetzungsverhältnisses maßgebend. Der Richtdurchmesser wurde bisher Wirkdurchmesser genannt.

5) Keine Nabenmaße festgelegt.

6) Für Blechscheiben und deren Gegenscheiben sowie in Sonderfällen können sich für  $b_2$  und  $f$  andere Werte ergeben als in Tab. 442.1.

Für Keilriemenscheiben bestehen ferner folgende Normen:

DIN 2217-1 Keilriemenscheiben; Maße, Werkstoff

DIN 2217-2 –; Prüfung der Rillen

DIN ISO 5290 Rillenscheiben für Verbund-Schmalkeilriemen; Rillenprofil 9 J, 15 J, 20 J und 25 J

Der endliche Keilriemen nach DIN 2216 kann in jeder Länge geliefert werden.

### DIN 2218 Endlose Keilriemen für den Maschinenbau, Berechnung der Antriebe und Leistungswerte (Apr 1976)

Die in der Norm enthaltenen Leistungswerte für Keilriemen wurden nach Arbeitsdokumenten des ISO/TC 41 ermittelt. Die für die Verstellbarkeit des Achsabstandes enthaltenen Angaben stimmen mit der Internationalen Norm ISO 155 – Grenzwerte für Achsabstände von Naben für Riemenscheiben – und DIN 109-2 überein. Sie enthält ferner Werte für Achsabstände von Riemenscheiben in Abhängigkeit von den Wirkdurchmessern der Riemenscheiben und den Riemen-Innenlängen.

Die Berechnungsgrundlagen gelten für Antriebe, die mit Keilriemen nach DIN 2215 und Keilriemenscheiben nach DIN 2211-1 bzw. DIN 2217-1 ausgerüstet sind. Sie erfassen nicht alle Faktoren, von denen unter Umständen die Bemessung eines Keilriementriebes abhängen kann. Vor der Ausführung eines Keilriementriebes sollte man sich daher von Fachfirmen beraten lassen. Zu berücksichtigen ist auch, dass endliche Keilriemen geringerer belastbar sind als endlose.

**Berechnung:** Aus Tab. 443.2 wird für die gewünschte Antriebs- und Arbeitsmaschine der Betriebsfaktor  $c_2$  abgelesen und die Leistung  $P \cdot c_2$  ermittelt. Aus dem Diagramm Bild 444.2 wird nach Leistung und Drehzahl ein Riemenprofil und der Richtdurchmesser der kleinen Scheibe  $d_{wk}$  (treibende Scheibe) ausgewählt. Der Richtdurchmesser der großen Scheibe  $d_{wg}$  ergibt sich aus

$$d_{wg} = i \cdot d_{wk} = \frac{n_k}{n_g} \cdot d_{wk}$$

und der Achsabstand aus

$$0,7(d_{wg} + d_{wk}) < e < 2(d_{wg} + d_{wk})$$

oder aus der Wirklänge des Riemens  $L_w$

$$e \approx p + \sqrt{p^2 - q}$$

wobei  $p = 0,25 L_w - 0,303(d_{wg} + d_{wk})$

und  $q = 0,125(d_{wg} - d_{wk})^2$

Die Wirklänge  $L_w$  ergibt sich angenähert aus:

$$L_w \approx 2 e + 1,57(d_{wg} + d_{wk}) + \frac{(d_{wg} - d_{wk})^2}{4 e}$$

Die Verstellbarkeit des Achsabstandes wird wie folgt berücksichtigt:

$$x \geq 0,03 L_w \quad y \geq 0,015 L_w$$

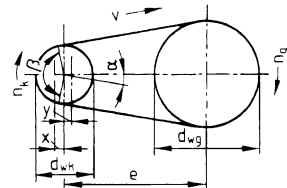


Bild 443.1 Bezeichnungen und Maße der Keilriementriebe

Tabelle 443.2 Betriebsfaktor  $c_2$

Beispiele von Arbeitsmaschinen	Beispiele von Antriebsmaschinen					
	Wechsel- und Drehstrommotoren mit normalem Anlaufmoment (bis 2fachem Nennmoment), z. B. Synchron- und Einphasenmotor mit Anlasshilfsphase, Drehstrommotoren mit Direkteinschaltung Stern-Dreieck-Schalter oder Schleifring-Anlasser; Gleichstromnebenschlussmotoren; Verbrennungsmotoren und Turbinen mit $n$ über 600 1/min			Wechsel- und Drehstrommotoren mit hohem Anlaufmoment (über 2fachem Nennmoment) z. B. Einphasenmotoren mit hohem Anlaufmoment; Gleichstromhauptschlussmotoren in Serienschaltung und Compound; Verbrennungsmotoren und Turbinen mit $n$ bis 600 1/min		
	Betriebsfaktor $c_2$ für tägliche Betriebsdauer in h					
	bis 10	über 10 bis 16	über 16	bis 10	über 10 bis 16	über 16
<b>Leichte Antriebe</b> Kreiselumpen und -kompressoren, Bandförderer (leichtes Gut), Ventilatoren und Pumpen bis 7,5 kW	1	1,1	1,2	1,1	1,2	1,3
<b>Mittelschwere Antriebe</b> Blehscheren, Pressen, Ketten- und Bandförderer (schweres Gut), Schwingsiebe, Generatoren und Erregermaschinen, Knetmaschinen, Werkzeugmaschinen (Dreh- und Schleifmaschinen), Waschmaschinen, Druckereimaschinen, Ventilatoren und Pumpen über 7,5 kW	1,1	1,2	1,3	1,2	1,3	1,4
<b>Schwere Antriebe</b> Mahlwerke, Kolbenkompressoren, Hochlast-, Wurf- und Stoßförderer (Schneckenförderer, Plattenbänder, Becherwerke, Schaufelwerke), Aufzüge, Brikettpressen, Textilmaschinen, Papiermaschinen, Kolbenpumpen, Sägegatter, Hammermühlen	1,2	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6
<b>Sehr schwere Antriebe</b> Hochbelastete Mahlwerke, Steinbrecher, Kalander, Mischer, Winden, Krane, Bagger	1,3	1,4	1,5	1,5	1,6	1,8

Tabelle 444.1 Winkelfaktor  $c_1$

$\frac{d_{wg} - d_{wk}}{e}$	Umschlingungswinkel $\beta \approx$	Winkelfaktor $c_1$
0	180°	1
0,15	170°	0,98
0,35	160°	0,95
0,5	150°	0,92
0,7	140°	0,89
0,85	130°	0,86
1	120°	0,82
1,15	110°	0,78
1,3	100°	0,73
1,45	90°	0,68

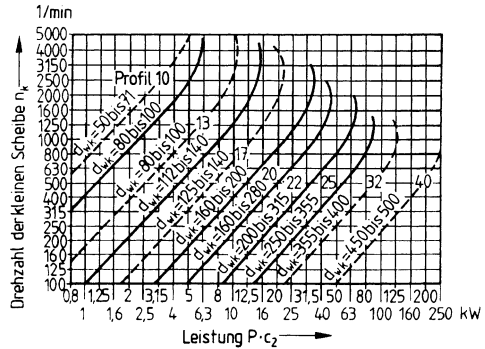


Bild 444.2 Wahl des Riemens nach Leistung und Drehzahl

Die Nennleistung je Riemen  $P_N$  ist aus den Tabellen der Norm zu entnehmen. Der Umschlingungswinkel errechnet sich wie folgt:

$$\beta \approx 180^\circ - 60^\circ \frac{d_{wg} - d_{wk}}{e} \quad \text{oder genau} \quad \cos \frac{\beta}{2} = \frac{d_{wg} - d_{wk}}{2e}$$

angenähert kann  $\beta$  über  $\frac{d_{wg} - d_{wk}}{e}$  und der Winkelfaktor  $c_1$  aus der Tab. 444.1 entnommen werden.

Die Anzahl der Riemen errechnet sich aus

$$z = \frac{P \cdot c_2}{P_N \cdot c_1 \cdot c_3}$$

wobei der Längenfaktor  $c_3$  den Tabellen der Norm und der Betriebsfaktor  $c_2$  Tab. 443.2 zu entnehmen sind. Die Riemengeschwindigkeit  $v$  ergibt sich aus

$$v = \frac{d_{wk} \cdot n_k}{19\,100} = \frac{d_{wg} \cdot n_g}{19\,100}$$

und die Anzahl der Riemenbiegungen  $f_B$  errechnet sich aus

$$f_B = \frac{2 \cdot v}{L_w / 1000}$$

Die Riemenspannung ergibt sich annäherungsweise aus der Umfangskraft

$$F_N = \frac{1000 \cdot P}{v} \quad \text{und die Achskraft} \quad F_A = 1,5 \text{ bis } 2 F_N$$

Der Schlupf darf nicht mehr als 1% betragen. Schlupf und Vorspannung sind zu überwachen. Genauere Angaben hierüber sind aus den Druckschriften der Firmen zu ersehen.

**DIN 7753-1 Endlose Schmalkeilriemen für den Maschinenbau – Teil 1: Maße (Jan 1988)**

**DIN 7753-2 – Teil 2: Berechnung der Antriebe – Leistungswerte (Apr 1976)**

**DIN 7753-3 – Teil 3: für den Kraftfahrzeugbau, Maße der Riemen und Scheibenrillen-Profile (Feb 1986)**

Für den Maschinenbau gilt der den ISO-Arbeiten angegliche Teil 1. Die Profile SPZ, SPA und SPB entsprechen den Festlegungen in ISO 4183 – Keilriemenscheiben für klassische und Schmalkeilriemen – SPZ, SPA, SPB – und ISO 4184 – Klassische und Schmalkeilriemen-Längen – Schnitte SPZ, SPA und SPB. Neu sind die Profile SPB und SPC. Das nicht in einer ISO-Norm enthaltene Profil 19 bleibt bestehen und wird wie bisher nach der Nennbreite bezeichnet.

Die Festlegungen für Schmalkeilriemen im Kraftfahrzeugbau (für den Antrieb von Hilfseinrichtungen von Verbrennungsmotoren der Kraftfahrzeuge, z. B. Generatoren, Wasserpumpen, Ventilatoren, Kühl- und Heizgebläse, Öldruckpumpen usw.) im Teil 3 basieren auf der Internationalen Norm ISO 2790 – Schmalkeilriemen für die Kraftfahrzeugindustrie – Maße; wobei Teil 3 im Gegensatz zu ISO 2790 neben den ummantelten auch die neuerdings vielfach verwendeten flankenoffenen Keilriemen enthält (s. Norm). Das in ISO 1081 enthaltene Bezugs-System wurde übernommen, wobei die obere Breite der Rille als Bezugsbreite bezeichnet wird.

Schmalkeilriemen eignen sich für schnelllaufende Antriebe in gedrängter Bauart.



Zur **Bezeichnung** eines Schmalkeilriemens nach Teil 1 gehören: DIN-Nr., Kurzzeichen des Riemenprofils und Wirklänge mit Zusatz  $L_w$ , z. B. Riemenprofil SPZ,  $L_w = 710$  mm:

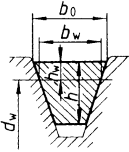
### Schmalkeilriemen DIN 7753–SPZ 710 $L_w$

Festgelegt sind die Riemenprofile von Nennbreite 9,5 und 12,5; Maße  $b_0$ ,  $b_w$ ,  $h$ ,  $h_w$  und  $d_{w1}$  min.: wie Riemenprofile nach Teil 1 mit ISO-Kurzzeichen SPZ und SPA.

In Sonderfällen kann der wirksame Scheibendurchmesser  $d_w = 90$  bis zu 10% unterschritten werden; ausgenommen sind Übersetzungsverhältnisse zwischen 0,8 und 1,2.

Für den Kraftfahrzeugbau ist die Bezugslänge  $L_a$  bestimmend (s. Formel in Fußnote 3, Tab. 445.1).

Tabelle 445.1 Schmalkeilriemen für den Maschinenbau DIN 7753-1

Riemenprofil	ISO-Kurzzeichen	SPZ	SPA	SPB	SPC	–	
	Kurzzeichen	–	–	–	–	19	
obere Riemenbreite	$b_0 \approx$	9,7	12,7	16,3	22	18,6	
Wirkbreite <sup>1)</sup>	$b_w$	8,5	11	14	19	16	
Riemenhöhe	$h \approx$	8	10	13	18	15	
Abstand	$h_w \approx$	2	2,8	3,5	4,8	4	
Richtdurchmesser der zugehörigen Scheibe nach DIN 2211-1	$d_w$ min.	63	90	140	224	180	
$L_w$ <sup>2)</sup> gestuft nach R 20	von bis	630 3550	800 4500	1250 8000	2000 12500	1600 10000	

<sup>1)</sup> Die Wirkbreite  $b_w$  ist die Breite eines Keilriemens, die unverändert bleibt, wenn der Riemen senkrecht zur Basis seines Profils gekrümmt wird (Breite der neutralen Schicht).

<sup>2)</sup> Die Wirklänge  $L_w$  ist die Länge eines Keilriemens in Höhe seiner Wirkbreite  $b_w$  (Länge der neutralen Schicht). Zulässiger Unterschied (mm) zwischen den Wirklängen der Riemen ein und desselben Satzes bei mehrrolligen Antrieben für  $L_w$ : 630 bis 800: 1 900 bis 1250: 1,6 1400 bis 2000: 2,5 2240 bis 3150: 4 3550 bis 5000: 6,3 5600 bis 8000: 10 9000 bis 12500: 16.

Die Wirklängen bis 8000 und die zulässigen Unterschiede zwischen den Wirklängen der Riemen ein und desselben Satzes sind von der ISO empfohlen. Unvermeidliche Zwischenlängen sind nach R 40, Längen  $L_w < 630$  mm und  $> 12500$  mm sind jedoch nach R 20 zu wählen.

<sup>3)</sup> Die Bezugslänge  $L_a$  wird nach der Gleichung errechnet:  $L_a = L_w + 2\pi \cdot h_w$ ; errechnete Werte s. Norm.

Bezugsängen  $L_a$ : 500 bis 2550; gestuft um 25 mm

Grenzabweichung der Bezugslänge  $L_a$ :  $\begin{matrix} +0,5\% \\ -1,0\% \end{matrix}$

Zulässiger Unterschied zwischen den Bezugsängen der Riemen ein und desselben Satzes bei mehrrolligen Antrieben: 0,15%.

Zur **Bezeichnung** eines Schmalkeilriemens nach Teil 3 gehören:

DIN-Nr., Riemenprofil-Kurzzeichen und Bezugslänge mit Zusatz  $L_a$ , z. B. Riemenprofil-Kurzzeichen 9,5,  $L_a = 900$ :

### Schmalkeilriemen DIN 7753–9,5 × 900 $L_a$

Die **Bezeichnung** eines aus zwei Riemen bestehenden Satzes lautet:

#### 1 Satz Schmalkeilriemen DIN 7753–2 × 9,5 × 900 $L_a$ .

Zu Teil 1 und Teil 3: Werkstoff, Aufbau und Ausführung nach Wahl des Herstellers, sofern nichts anderes vereinbart worden ist. Messung der Riemenlänge ( $L_a$  bzw.  $L_w$ ) s. Normen.

## 11.2 Lagerungen

### 11.2.1 Wälzlager<sup>1)</sup>

(Radial-) Rillenkugellager  
(Radial-) Schulterkugellager  
Axial-Rillenkugellager  
(Radial-) Zylinderrollenlager  
(Radial-) Kegelrollenlager  
Axial-Zylinderrollenlager

Das Wort Radial steht in ( ), weil es nur dann vorgesetzt werden soll, wenn Verwechslungen möglich wären. Dagegen ist das Wort Axial stets Bestandteil der Benennung von Axiallagern.

Bezeichnungen für Wälzlager s. DIN 623-1; Übersicht über alle genormten Wälzlager DIN 611, s. Norm; Toleranzen für Wälzlager DIN 620-1 bis DIN 620-4 und DIN 620-6, s. Normen.

<sup>1)</sup> S. auch DIN-Taschenbuch 24: Wälzlager 1, Grundnormen; erscheint 2007 in einer Neuauflage; DIN-Taschenbuch 264: Wälzlager 2, Produktnormen, Berlin, Wien, Zürich: Beuth Verlag GmbH.

### DIN 616 Wälzlager – Maßpläne (Jun 2000)

Die Maßpläne erfassen folgende Lager, sie stimmen mit den folgenden Normen überein:

ISO 15	Wälzlager – Radiallager – Maßplan
ISO 104	Wälzlager – Axiallager – Außenmaße, Maßplan
DIN ISO 355	Wälzlager – Metrische Kegelrollenlager – Maße und Reihenbezeichnungen
ISO 464	Wälzlager – Radiallager mit Sprengringbefestigung – Maße und Toleranzen

Festgelegt sind nur die Außenmaße (s. Bild 446.1, zweiseitig wirkende Axiallager s. Norm); die Innenkonstruktion der Lager ist freigestellt.

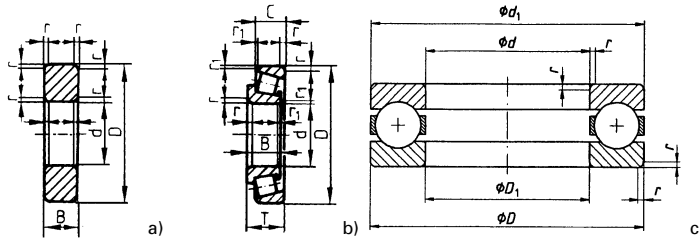


Bild 446.1  
Im Maßplan DIN 616 erfasste  
Außenmaße für  
a) Radiallager  
b) Kegelrollenlager  
c) einseitig wirkende Axial-Rillenkugellager

Im Maßplan für Radiallager (Bild 446.1) sind festgelegt: 8 Durchmesserreihen mit den Kennziffern 7 8 9 0 1 2 3 und 4. In jeder Reihe ist der Bohrung  $d$  ein Außendurchmesser  $D$  zugeordnet, der von Reihe zu Reihe steigt; Beispiel: für  $d = 100$  mm ist  $D$  in Durchmesserreihe 8: 125 mm 9: 140 0: 150 1: 165 2: 180 3: 215 und 4: 250 mm. Für jede Durchmesserreihe sind Breiten- bzw. Höhenreihen vorgesehen, die ebenfalls Kennziffern haben, z. B. sind den Durchmesserreihen 8 9 die Breitenreihen 0 1 2 3 4 5 6 und der Durchmesserreihe 3 die Reihen 8 0 1 2 3 zugeordnet. Die Breite steigt in jeder Durchmesserreihe in der Reihenfolge der Kennziffern. Zu beachten ist jedoch, dass gleiche Breitenreihen-Kennziffern, je nach der Durchmesserreihe, in der sie angewendet werden, eine andere Breite derselben Bohrung  $d$  kennzeichnen; Beispiel: für  $d = 40$  mm bedeutet die Breitenreihen-Kennziffer 3 in der Durchmesserreihe 8 die Breite  $B = 10$  mm und in der Reihe 0 eine solche von 21 mm. Innerhalb einer Durchmesserreihe ist in etlichen Fällen einem Maß  $d$  bzw.  $D$  mit steigender Breite  $B$  auch ein größerer Radius  $r$  zugeordnet.

Aus den Kennziffern der Breitenreihe und der Durchmesserreihe wird die Kennzahl der Maßreihe gebildet. An erster Stelle steht die Kennziffer der Breitenreihe und an Zweiter die der Durchmesserreihe, z. B. bedeutet Maßreihe 30: Breitenreihe 3 der Durchmesserreihe 0.

Für Radiallager mit kegeliger Bohrung gilt der Kegel 1:12; der kleine Kegeldurchmesser entspricht dem Durchmesser  $d$  des Lagers mit zylindrischer Bohrung.

Der Maßplan für Kegelrollenlager sieht die Durchmesserreihen 9 0 1 2 3 vor. Die Reihe 1 hat nur die Breitenreihe 3, hingegen hat 2 die Reihen 0 2 und 3, und für 3 gelten 0 1 und 2. Die Breitenreihen ordnen dem Durchmesser  $d$  jeweils die Maße (Bild 446.1b)  $D$   $B$   $C$  und  $T$  zu.

Für einseitig wirkende Axial-Rillenkugellager sind die Durchmesserreihen 0 1 2 3 4 5 festgelegt, in denen einem Maß  $d$  ein Maß  $D$  (Bild 446.1c) beigeordnet ist. Unterschiedliche Maße  $T$  entsprechen den Höhenreihen 7 9 1 für die Durchmesserreihen 0 bis 4; die Durchmesserreihe 5 hat nur die Höhenreihe 9. Die Kennzahl der Maßreihe besteht aus den Kennziffern der Höhenreihe und der Durchmesserreihe. Maßplan für zweiseitig wirkende Axiallager s. Norm.

Aus den DIN-Normen der Wälzlager ist ersichtlich, welche Maßreihe als Grundlage dient.

Maße nach den Maßplänen und Maßplan für Ringnuten s. Norm.

### DIN 623-1 Wälzlager – Grundlagen – Teil 1: Bezeichnung, Kennzeichnung (Mai 1993)

Die Norm legt Regeln für das Bilden normgerechter Bezeichnungen für Wälzlager fest.

Tab. 447.2 enthält genormte Benennungen für Wälzlager. Vollständige Tabelle s. Norm.

Das Kurzzeichen kann sich aus vier Merkmalen zusammensetzen:

<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vorsetzzeichen</li> <li>- Basiszeichen</li> <li>- Nachsetzzeichen</li> <li>- Ergänzungszeichen</li> </ul>	}	Merkmale Block
--	---	----------------

Die **Vorsetzzeichen** bezeichnen Teile von vollständigen Wälzlagern, z. B. K = Käfig mit Wälzkörpern, L = freier Ring (z. B. LNU 419 für den Innenring des Lagers NU 419), R = Ring (Innen- oder Außenring) mit Wälzkörpersatz (z. B. RNU 419 für den Rollenkranz mit dem Außenring des Lagers NU 419).

Vorsetzzeichen für Werkstoffvarianten ist z. B. S = nichtrostender Stahl.

Das **Basiszeichen** bezeichnet Art und Größe des Lagers. Es besteht aus je einem Zeichen oder einer Zeichengruppe für Lagerreihe und Lagerbohrung (Aufbau s. Tab. 447.1).

Die Zeichengruppe für die Lagerreihe ist aus Zeichen für Lagerart und Maßreihe zusammengesetzt.

Die Bohrungskennzahl besteht aus Ziffern, die in Abhängigkeit vom Bohrungsdurchmesser festgelegt ist, und wird direkt oder in definierten Fällen mit einem Schrägstrich an das Zeichen für die Lagerreihe angehängt (s. Norm).

**Nachsetzzeichen** werden im Anschluss an das Basiszeichen geschrieben und dienen zur Bezeichnung von innerer Konstruktion, äußerer Form, Käfigausführung, Genauigkeit, Lagerluft, Wärmebehandlung (Einzelheiten s. Norm).

Das Ergänzungszeichen wird bei Bedarf herstellern festgelegt.

Tabelle 447.1 Prinzip und Elemente der Bildung der Basiszeichen

Lagerart s. Tab. 447.2	Lagerreihe		Zeichen für Lagerbohrung s. Norm
	Breiten- oder Höhenreihe	Maßreihe Durchmesserreihe s. DIN 616	

Tabelle 447.2 Benennungen für Wälzlager

Benennung	Lagerart Bild <sup>10)</sup>	Lagerausführung	Lagerart	Maßreihe	Lagerreihe	DIN-Nr.
<b>Schrägkugellager</b>		Radial-Schrägkugellager, zweireihig, mit Füllnut	0 <sup>1)</sup>	32	32	DIN 628-3
			0 <sup>1)</sup>	33	33	
<b>Pendelkugellager</b>		Radial-Pendelkugellager, zweireihig	1	02	12 <sup>2)</sup>	DIN 630
			1	22	22 <sup>3)</sup>	
1	03	13 <sup>2)</sup>				
1	23	23 <sup>3)</sup>				
<b>Tonnenlager</b>		Radial-Pendelkugellager, zweireihig, mit Klemmhülse	1	5)	115	DIN 630
			1	5)	116	
<b>Tonnenlager</b>		Radial-Pendelrollenlager, Tonnenlager; einreihig	2	02	202	DIN 635-1
			2	03	203	
			2	04	204	
<b>Pendelrollenlager</b>		Radial-Pendelrollenlager, zweireihig	2	30	230	DIN 635-2
			2	40	240	
			2	31	231	
			2	41	241	
			2	22	222	
			2	32	232	
			2	03	213 <sup>6)</sup>	
2	23	223				
<b>Axial-Pendelrollenlager</b>		Axial-Pendelrollenlager, asymmetrische Rollen	2	92	292	DIN 728
			2	93	293	
			2	94	294	
<b>Kegelrollenlager</b>		Kegelrollenlager, einreihig	3	29	329	DIN 720
			3	20	320	
			3	30	330	
			3	31	331	
			3	02	302	
			3	22	322	
			3	32	332	
			3	03	303	
			3	13	313	
3	23	323				
<b>Rillenkugellager</b>		Radial-Rillenkugellager, zweireihig, mit Füllnut	4	22	42 <sup>2)</sup>	DIN 625-3
<b>Axial-Rillenkugellager</b>		Axial-Rillenkugellager, einseitig wirkend, mit ebener Gehäusescheibe	5	11	511	DIN 711
			5	12	512	
			5	13	513	
			5	14	514	

Fortsetzung s. nächste Seiten, Fußnoten s. Tabellenende

Tabelle 447.2, Fortsetzung

Benennung	Lagerart Bild <sup>10)</sup>	Lagerausführung	Lagerart	Maßreihe	Lagerreihe	DIN-Nr.
<b>Axial-Rillenkugellager</b>		Axial-Rillenkugellager, einseitig wirkend, mit kugeliger Gehäusescheibe <sup>7)</sup>	5 5 5	2 <sup>4)</sup> 3 <sup>4)</sup> 4 <sup>4)</sup>	532 533 534	DIN 711
		Axial-Rillenkugellager, zweiseitig wirkend, mit ebener Gehäusescheibe	5 5 5	22 23 24	522 523 524	DIN 715
<b>Rillenkugellager</b>		Radial-Rillenkugellager, einreihig	6	18	618	DIN 625-1
			6	00	160 <sup>2)</sup>	
			6	10	60 <sup>2)</sup>	
			6	02	62 <sup>2)</sup>	
			6	03	63 <sup>2)</sup>	
<b>Schrägkugellager</b>		Radial-Schrägkugellager, einreihig, ohne Füllnut, nicht zerlegbar	7	02	72 <sup>2)</sup>	DIN 628-1
			7	03	73 <sup>2)</sup>	
<b>Axial-Zylinderrollenlager</b>		Axial-Zylinderrollenlager, einseitig wirkend	8 8	11 12	811 812	DIN 722
<b>Zylinderrollenlager</b>		Radial-Zylinderrollenlager, einreihig, zwei feste Borde am Innenring, bordfreier Außenring	N	02	N 2 <sup>2)</sup>	DIN 5412-1
			N	03	N 3 <sup>2)</sup>	
<b>Zylinderrollenlager</b>		Radial-Zylinderrollenlager, einreihig, zwei feste Borde am Außenring, ein fester Bord am Innenring	NJ	02	NJ 2 <sup>2)</sup>	
			NJ	22	NJ 22	
			NJ	03	NJ 3 <sup>2)</sup>	
<b>Zylinderrollenlager</b>		Radial-Zylinderrollenlager, einreihig, drei feste Borde am Außenring, bordfreier Innenring	NJ	23	NJ 23	
			NJ	04	NJ 4 <sup>2)</sup>	
<b>Zylinderrollenlager</b>		Radial-Zylinderrollenlager, zweireihig, nicht zerlegbar, Bordanordnung erlaubt, Übernahme axialer Kräfte in beiden Richtungen	NN NNC	30 48 49	NN 30 NNC 48 NNC 49	DIN 5412-4 DIN 5412-9
<b>Zylinderrollenlager</b>		Radial-Zylinderrollenlager, zweireihig, drei feste Borde am Außenring, bordfreier Innenring	NNU	49	NNU 49	DIN 5412-4
			Radial-Zylinderrollenlager, einreihig, zwei feste Borde am Außenring, bordfreier Innenring	NU	49	
NU	10	NU 10				
NU	20	NU 20				
NU	02	NU 2 <sup>2)</sup>				
NU	22	NU 22				
Radial-Zylinderrollenlager, einreihig, zwei feste Borde am Außenring, bordfreier Innenring, verstärkte Ausführung (E)	NU	03	NU 3 <sup>2)</sup>			
	NU	23	NU 23			
	NU	04	NU 4 <sup>2)</sup>			
Radial-Zylinderrollenlager, einreihig, zwei feste Borde am Außenring, bordfreier Innenring, verstärkte Ausführung (E)	NU	02	NU 2. .E <sup>2)</sup> 8)			
	NU	03	NU 3. .E <sup>2)</sup> 8)			
	NU	20	NU 20. .E <sup>8)</sup>			
			NU	22	NU 22. .E <sup>8)</sup>	
			NU	23	NU 23. .E <sup>8)</sup>	

Fortsetzung und Fußnoten s. nächste Seite

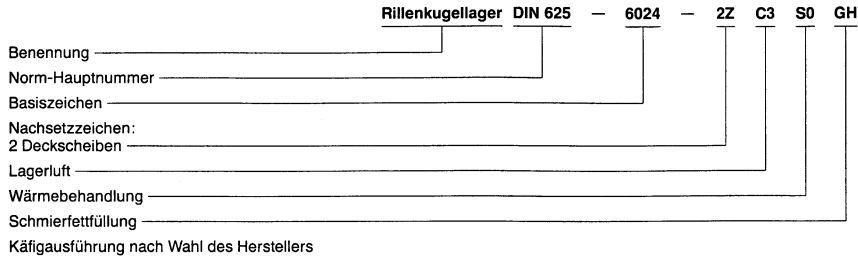
Tabelle 447.2, Fortsetzung

Benennung	Lagerart Bild <sup>10)</sup>	Lagerausführung	Lagerart	Maßreihe	Lagerreihe	DIN-Nr.
<b>Zylinderrollenlager</b>		Radial-Zylinderrollenlager, einreihig, zwei feste Borde am Außenring, ein fester Bord und eine lose Bordscheibe am Innenring	NUP	02	NUP 2 <sup>2)</sup>	DIN 5412-1
			NUP	22	NUP 22	
			NUP	03	NUP 3 <sup>2)</sup>	
			NUP	23	NUP 23	
			NUP	04	NUP 4 <sup>2)</sup>	
<b>Schrägkugellager</b>		Schrägkugellager, einreihig, geteilter Innenring, Vierpunktlager	QJ	02	QJ 2 <sup>2)</sup>	DIN 628-1
				03	QJ 3 <sup>2)</sup>	
<b>Spannlager</b>		Spannlager mit einseitig verbreitertem Innenring, kugelförmiger Außenringmantelfläche und exzentrischem Spannring	YEN	2	YEN 2 <sup>4)</sup>	DIN 626-1

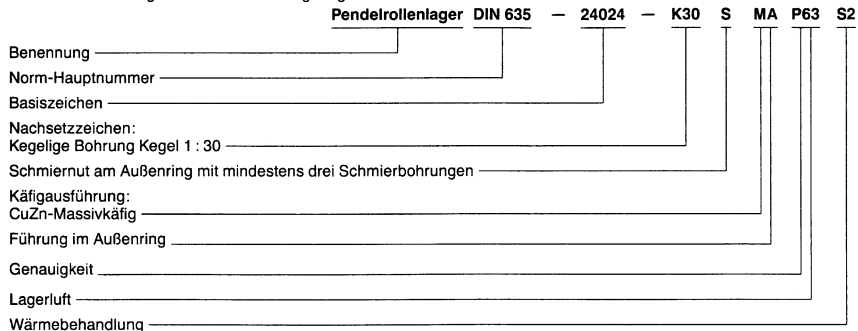
- 1) Das Zeichen für die Lagerart „0“ wird bei der Bildung der Zeichengruppe für die Lagerreihe unterdrückt.
- 2) Das Zeichen für die Breitenreihe wird bei der Bildung der Zeichengruppe für die Lagerreihe unterdrückt.
- 3) Das Zeichen für die Lagerart „1“ wird bei der Bildung der Zeichengruppe für die Lagerreihe unterdrückt.
- 4) Entspricht dem Maßplan nur hinsichtlich der Durchmesserreihe.
- 5) Das Verhältnis von Bohrungsdurchmesser der Hülse zum Manteldurchmesser ist nicht durch den Maßplan festgelegt.
- 6) Die Lagerreihenbezeichnung wäre theoretisch 203; sie ist in 213 geändert, um eine Unterscheidung mit Tonnenlagern gleicher Maßreihe zu ermöglichen.
- 7) Sollen die Lager dieser Ausführung einschließlich zugehöriger Unterlegscheiben bezeichnet werden, so wird dem Basiszeichen ein „U“ angehängt. Beispiel 533 20 U.
- 8) E wird zur Hervorhebung einer verstärkten Ausführung benutzt, die sich durch abweichende Maße der Hüllkreisdurchmesser unterscheiden kann.  
Die Punkte (.) stehen für die Bohrungskennzahl.
- 9) Die Zeichen für die Maßreihe werden bei der Bildung der Zeichengruppe für die Lagerreihe unterdrückt.
- 10) Vereinfachte Darstellung s. DIN ISO 8826-1.

**Bezeichnungsbeispiele**

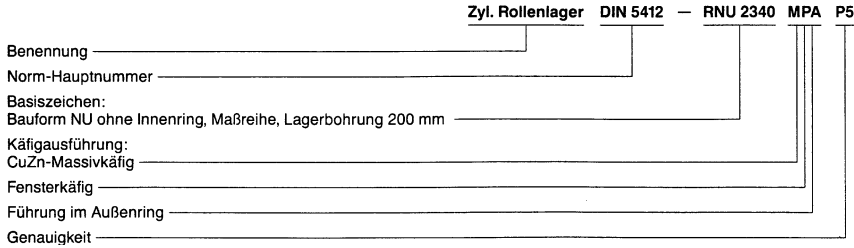
Für die Bezeichnung eines Rillenkugellagers gilt:



Für die Bezeichnung eines Pendelrollenlagers gilt:



Für die Bezeichnung eines Zylinderrollenlagers gilt:



**DIN 615 Wälzlager – Schulterkugellager (Jan 1993)**

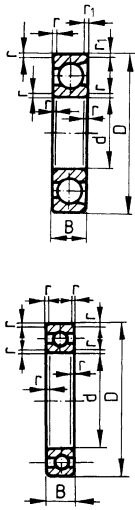


Bild 450.1 Radial-Schulterkugellager, Maße

Tabelle 450.2 Radial-Schulterkugellager, Maße, Kurzzeichen

Kurzzeichen	$d$	$D$	$B$	$r_{1s}$ $r_{2s}$ min.	$r_{3s}$ $r_{4s}$
E 3	3	16	5	0,15	0,1
E 4	4	16	5	0,15	0,1
E 5	5	16	5	0,15	0,1
E 6	6	21	7	0,3	0,15
E 7	7	22	7	0,3	0,15
E 8	8	24	7	0,3	0,15
E 9	9	28	8	0,3	0,15
E 10	10	28	8	0,3	0,15
E 11	11	32	7	0,3	0,15
E 12	12	32	7	0,3	0,15
E 13	13	30	7	0,3	0,15
E 15	15	35	8	0,3	0,15
BO 15	15	40	10	0,6	0,3
L 17	17	40	10	0,6	0,3
BO 17	17	44	11	0,6	0,3
E 19	19	40	9	0,6	0,2
E 20	20	47	12	1	0,6
L 20	20	47	14	1	0,6
M 20	20	52	15	1,1	0,6
L 25	25	52	15	1	0,6
L 30	30	62	16	1	0,6

Bezeichnungsbeispiel: Schulterkugellager DIN 615-E 10

**DIN 625-1 Wälzlager – Rillenkugellager, einreihig (Apr 1989)**

Tabelle 450.4 Rillenkugellager; Maße ( $d < 10$  mm), Kurzzeichen

Kurzzeichen	$d$	$D$	$B$	$r_s$
623	3	10	4	0,15
624	4	13	5	0,2
625	5	16	5	0,3
626	6	19	6	0,3
607	7	19	6	0,3
608	8	22	7	0,3
609	9	24	7	0,3
634	4	16	5	0,3
635	5	19	6	0,3
627	7	22	7	0,3
629	9	26	8	0,3

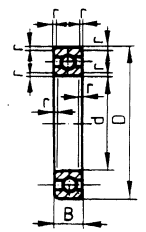


Bild 450.3 Rillenkugellager; Maße

Die Außendurchmesser  $D$  stimmen mit der Norm ISO 15 – Wälzlager; Radiallager; Maßplan – überein.

Genormt sind Rillenkugellager, einreihig, ohne Füllnut:  $d < 10$  mm (s. Tab. 450.4). Lagerreihe 160 Maßreihe (00):  $d = 15$  bis 380 mm und 60 (10):  $d = 10$  bis 500 mm (Auszüge s. Tab. 451.2) sowie 62 (02):  $d = 10$  bis 320 mm, 63 (03):  $d = 10$  bis 280 mm und 64 (04):  $d = 90$  mm.

**Bezeichnung** z. B.  $d = 4$  mm,  $D = 13$  mm: Rillenkugellager DIN 625 – 624,  $d = 4$  mm,  $D = 16$  mm; desgl. mit Kurzzeichen 634; oder z. B.  $d = 20$ , Lagerreihe 600 (Maßreihe 10): **Rillenkugellager DIN 625-6004** oder 160 (00): desgl. mit Kurzzeichen 16004.

Rillenkugellager, einreihig, ohne Füllnuten mit kegelförmiger Bohrung, Ringnut, Deck- und Dichtscheiben s. DIN 625-3.

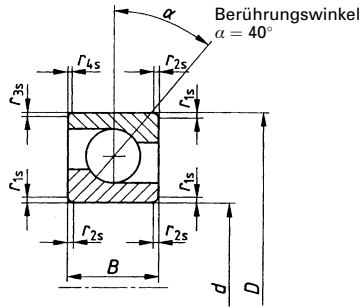


Bild 451.1 Maße

Tabelle 451.2 Rillenkugellager; Maße ( $d \geq 10$  mm), Kurzzeichen

Kurzzeichen	$d$	$D$	$B$	$r_s$	Kurzzeichen	$B$	$r$
6000	10	26	8	0,3	–	–	–
6001	12	28	8	0,3	–	–	–
6002	15	32	9	0,3	16002	8	0,3
6003	17	35	10	0,3	16003	8	0,3
6004	20	42	12	0,6	16004	8	0,3
6005	25	47	12	0,6	16005	8	0,3
6006	30	55	13	1,0	16006	9	0,3
6007	35	62	14	1,0	16007	9	0,3
6008	40	68	15	1,0	16008	9	0,3
6009	45	75	16	1,0	16009	10	0,6
6010	50	80	16	1,0	16010	10	0,6

**DIN 628-1 Wälzlager – Radial-Schräggugellager – Teil 1: Einreihig, selbsthaltend (Dez 1993)**

Die Norm legt Maße, Gewichte und Kurzzeichen für einreihige selbsthaltende Schräggugellager fest.

**Bezeichnungsbeispiel: Schräggugellager DIN 628-7206**

Tabelle 451.3 Nennmaße, Kurzzeichen

$d$	$D$	$B$	$r_{1s}$ $r_{2s}$ min.	$r_{3s}$ $r_{4s}$ min.	Kurzzeichen
10	30	9	0,6	0,3	7200B
12	32 37	10 12	0,6 1	0,3 0,6	7201B 7301B
15	35 42	11 13	0,6 1	0,3 0,6	7202B 7302B
17	40 47	12 14	0,6 1	0,6 0,6	7203B 7303B
20	47 52	14 15	1 1,1	0,6 0,6	7204B 7304B
25	52 62	15 17	1 1,1	0,6 0,6	7205B 7305B
30	62 72	16 19	1 1,1	0,6 0,6	7206B 7306B
35	72 80	17 21	1,1 1,5	0,6 1	7207B 7307B
40	80 90	18 23	1,1 1,5	0,6 1	7208B 7308B
45	85 100	19 25	1,1 1,5	0,6 1	7209B 7309B
50	90 110	20 27	1,1 2	0,6 1	7210B 7310B
55	100 120	21 29	1,5 2	1 1	7211B 7311B
60	110 130	22 31	1,5 2,1	1 1,1	7212B 7312B
65	120 140	23 33	1,5 2,1	1 1,1	7213B 7313B
70	125 150	24 35	1,5 2,1	1 1,1	7214B 7314B

Tabelle 451.3, Fortsetzung

$d$	$D$	$B$	$r_{1s}$ $r_{2s}$ min.	$r_{3s}$ $r_{4s}$ min.	Kurzzeichen
75	130 160	25 37	1,5 2,1	1 1,1	7215B 7315B
80	140 170	26 39	2 2,1	1 1,1	7216B 7316B
85	150 180	28 41	2 3	1 1,1	7217B 7317B
90	160 190	30 43	2 3	1 1,1	7218B 7318B
95	170 200	32 45	2,1 3	1,1 1,1	7219B 7319B
100	180 215	34 47	2,1 3	1,1 1,1	7220B 7320B
105	190 225	36 49	2,1 3	1,1 1,1	7221B 7321B
110	200 240	38 50	2,1 3	1,1 1,1	7222B 7322B
120	215 260	40 55	2,1 3	1,1 1,1	7224B 7324B
130	230 280	40 58	3 4	1,1 1,5	7226B 7326B
140	250 300	42 62	3 4	1,1 1,5	7228B 7328B
150	270 320	45 65	3 4	1,1 1,5	7230B 7330B
160	290 340	48 68	3 4	1,1 1,5	7232B 7332B
170	310 360	52 72	4 4	1,5 1,5	7234B 7334B

### DIN 630 Wälzlager – Radial-Pendelkugellager – zweireihig, zylindrische und kegelige Bohrung (Nov 1993)

Die Außendurchmesser  $D$  stimmen mit der Internationalen Norm ISO 15 – Wälzlager; Radiallager; Maßplan – überein.

Pendelkugellager sind unempfindlich gegen Fluchtfehler der Welle zum Gehäuse und gegen Durchbiegung der Welle; sie werden vorwiegend z. B. für Landmaschinen, Fördereinrichtungen und Transmissionen angewendet.

Alle Lager von  $d \geq 20$  mm gibt es auch mit kegelliger Bohrung.

Genormt sind Pendelkugellager von  $d < 10$  mm (s. Tab. 452.2) sowie  $d = 10$  bis 120 mm (Auszüge s. Tab. 452.4).

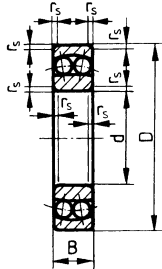


Bild 452.1 Pendelkugellager; Maße (zylindr.)

Tabelle 452.2 Pendelkugellager DIN 630  $d < 10$  mm

Kurzzeichen	$d$	$D$	$B$	$r_s$
135	5	19	6	0,3
126	6	19	6	0,3
127	7	22	7	0,3
108	8	22	7	0,3
129	9	26	8	0,6

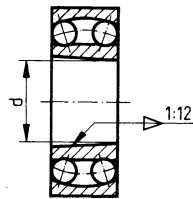


Bild 452.3 Pendelkugellager; Maße ( $d \geq 20$ , kegl.); andere Maße s. Bild 452.1

Tabelle 452.4 Pendelkugellager DIN 630  $d \geq 10$  mm

Kurzzeichen <sup>1)</sup>	$d$	$D$	$B$	$r_s$	Kurzzeichen <sup>1)</sup>	$B$
1200	10	30	9	0,6	2200	14
1201	12	32	10	0,6	2201	14
1202	15	35	11	0,6	2202	14
1203	17	40	12	0,6	2203	16
1204	20	47	14	1	2204	18
1205	25	52	15	1	2205	18
1206	30	62	16	1	2206	20
1207	35	72	17	1,1	2207	23
1208	40	80	18	1,1	2208	23
1209	45	85	19	1,1	2209	23
1210	50	90	20	1,1	2210	23
1301	12	37	12	1	2301	17
1302	15	42	13	1	2302	17
1303	17	47	14	1	2303	19
1304	20	52	15	1,1	2304	21
1305	25	62	17	1,1	2305	24
1306	30	72	19	1,1	2306	27
1307	35	80	21	1,5	2307	31
1308	40	90	23	1,5	2308	33
1309	45	100	25	1,5	2309	36
1310	50	110	27	2	2310	40

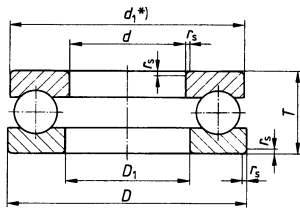
<sup>1)</sup> Kurzzeichen für kegelige Bohrung (Zusatz: K), z. B. 1206K.

### DIN 711 Wälzlager – Axial-Rillenkugellager, einseitig wirkend (Feb 1988)

Die Außendurchmesser  $D$  stimmen mit der Internationalen Norm ISO 15 – Wälzlager; Radiallager; Maßplan – überein.

Genormt sind Axial-Rillenkugellager, einseitig wirkend, mit ebener Gehäusescheibe: Lagerreihe 511 (Maßreihe 11):  $d_w = 10$  bis 360 mm, 512 (12):  $d_w = 8$  bis 860 mm (Auszug Tab. 453.2), 513 (13):  $d_w = 25$  bis 200 mm, 514 (14):  $d_w = 25$  bis 360 mm, dgl. mit kugeliger Gehäusescheibe, ohne Unterlagscheibe, Lagerreihen 532 bis 534, und mit Unterlagscheibe, Lagerreihen 532 U bis 534 U s. Norm.





\*) Bis einschließlich  $d = 130$  mm ist die Toleranz von  $d_1$  so festgelegt, dass bei einer Bohrung mit dem Nennmaß des Lageraußendurchmessers Freigängigkeit der Welle besteht.

Bild 453.1 Axial-Rillenkugellager mit ebener Gehäusescheibe

**Bezeichnungsbeispiel:** Lagerreihe 512, Maßreihe 12,  $d = 45$ :  
Axial-Rillenkugellager DIN 711-51209

Tabelle 453.2 Axial-Rillenkugellager; Maße, Kurzzeichen

Kurzzeichen	$d$	$D_1$	$d_1$	$T$	$r_s$
512/8	8	8,2	22	9	0,3
51200	10	12	26	11	0,6
51201	12	14	28	11	0,6
51202	15	17	32	12	0,6
51203	17	19	35	12	0,6
51204	20	22	40	14	0,6
51205	25	27	47	15	0,6
51206x	30	32	52	16	0,6
51207	35	37	62	18	1
51208	40	42	68	19	1
51209	45	47	73	20	1
51210	50	52	78	22	1

**DIN 5412-1 Wälzlager – Zylinderrollenlager – Teil 1: Einreihig, mit Käfig, Winkelringe (Aug 2005)**

Die Außendurchmesser  $D$  stimmen mit der Internationalen Norm ISO 15 – Wälzlager; Radiallager; Maßplan – überein.

Zylinderrollenlager gibt es in 4 Bauformen (Zeichen: NU, NJ, NUP und N). Von diesen 4 Grundformen gibt es verschiedene Varianten, z. B. ohne Innenring/Außenring, mit Haltenut.

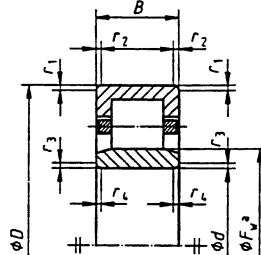


Bild 453.3 Zylinderrollenlager (NU), Maße

Tabelle 453.4 Zylinderrollenlager (NU); Maße, Kurzzeichen<sup>1)</sup>

$d$	$D$	$B$	$r_1, r_2$ min.	$r_3, r_4$ min.	$F_w$	Kurzzeichen für Bauform
15	35	11	0,6	0,3	19,3	NU 202 E
17	40	12	0,6	0,3	22,1	NU 203 E
20	42	14	0,6	0,3	25,5	NU 2004 E
25	47	12	0,6	0,3	30,5	NU 1005
30	55	13	1	0,6	36,5	NU 1006
35	62	14	1	0,6	42	NU 1007
40	68	15	1	0,6	47	NU 1008
45	75	16	1	0,6	52,5	NU 1009
50	80	16	1	0,6	57,5	NU 1010
55	90	18	1,1	1	64,5	NU 1011
60	95	18	1,1	1	69,5	NU 1012
65	100	18	1,1	1	74,5	NU 1013
70	110	20	1,1	1	80	NU 1014
75	115	20	1,1	1	85	NU 1015
80	125	22	1,1	1	91,5	NU 1016
85	130	22	1,1	1	96,5	NU 1017

<sup>1)</sup> Weitere Maße s. Norm.

**Bezeichnungsbeispiel:**

**Zylinderrollenlager DIN 5412-NU 2004 E**

Weitere Lagerreihen NU sowie Lagerreihen NJ, NUP und N sowie Winkelringe s. DIN 5412-1; sonstige Zylinderrollenlager s. DIN 5412-4, s. Normen.

Zylinderrollen sind zerlegbar; man kann daher die Rollbahnringe einzeln einbauen. DIN 620-4 ist zu beachten.

Anwendungsbeispiele: Getriebe, Elektromotoren, Achshäuser der Schienenfahrzeuge.

**DIN 635-1 Wälzlager – Pendelrollenlager – Tonnenlager, einreihig (Aug 1987)**

**DIN 720 – Kegelrollenlager (Feb 1979)**

Die Außendurchmesser der Pendelrollenlager (Tonnenlager) DIN 635-1 stimmen mit der Internationalen Norm ISO 15 – Wälzlager, Radiallager, Maßplan – überein.

Zusammenhang DIN 720 mit ISO-Normen, s. Norm.

Pendelrollenlager sind (wie Tonnenlager) unempfindlich gegen Durchbiegungen der Welle und Fluchtfehler, weil der Außenring eine hohlkugelige Rollbahn hat.

Bei den Kegelrollenlagern ist die paarweise Anordnung üblich; die Lager stützen sich dann gegenseitig in axialer Richtung. Durch axiales Verstellen eines Laufringes kann das Spiel in engen Grenzen reguliert werden.

**DIN 635-1**

Pendelrollenlager, Tonnenlager mit zylindrischer Bohrung

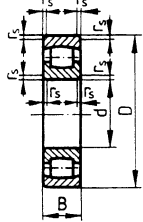


Bild 454.1

Pendelrollenlager, Tonnenlager (zylindr.), Maße

**DIN 720**

Kegelrollenlager

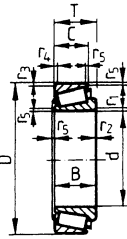


Bild 454.2

Kegelrollenlager, Maße

Tabelle 454.3 Pendelrollenlager; Kegelrollenlager; Maße, Kurzzeichen

Pendelrollenlager DIN 635-1 Lagerreihe 202, Maßreihe 02 <sup>1)</sup>					Kegelrollenlager DIN 720 Lagerreihe 302, Maßreihe 02 <sup>3)</sup> 4)5)6)				
Kurzzeichen <sup>2)</sup>	d	D	B	r <sub>s</sub>	Kurzzeichen	C	T	r <sub>1</sub> r <sub>2</sub>	r <sub>3</sub> r <sub>4</sub>
–	(17)	(40)	(12)	–	30203	11	13,25	1	1
–	(20)	(47)	(14)	–	30204	12	15,25	1	1
20205	25	52	15	1,5	30205	13	16,25	1	1
20206	30	62	16	1,5	30206	14	17,25	1	1
20207	35	72	17	2	30207	15	18,25	1,5	1,5
20208	40	80	18	2	30208	16	19,75	1,5	1,5
20209	45	85	19	2	30209	16	20,75	1,5	1,5
20210	50	90	20	2	30210	17	21,75	1,5	1,5

**Bezeichnungsbeispiel: Tonnenlager DIN 635–20208**

- 1) Maße in ( ) gelten nur für Kegelrollenlager DIN 720.  $d > 50$  bis 280 s. Norm.
- 2)  $d \geq 25$  auch mit kegelförmiger Bohrung, Zusatzzeichen K.
- 3)  $d, D$  und  $B$  wie nebenstehende Rollenlager.
- 4)  $d = 50$  bis 150 s. Norm.
- 5)  $r_s$  nicht festgelegt; Kanten gratfrei.
- 6)  $r_1$  bis  $r_4 \cong \min$ .

Pendelrollenlager der Lagerreihen 203 und 204 n. DIN 635-1, s. Norm. Pendelrollenlager (zweireihige Tonnenlager) n. DIN 635-2, s. Norm. Kegelrollenlager der Lagerreihen 320X (früher 320), 303, 322, 323, 329 und 313 n. DIN 720, s. Norm.

**DIN 5148 Wälzlager – Maße für den Einbau (Feb 1993)**

Anschlussmaße für den Ein- und Ausbau von Zylinderrollen-, Kegelrollenlagern und Spannhül-sen s. Norm.

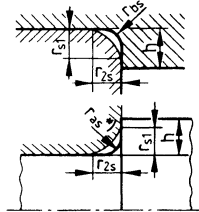


Bild 454.4  
Rundungen und Schulterhöhen für Radial- und Axiallager

\*) Ausführung wahlweise mit Freistich Form F nach DIN 509 (s. Abschn. 10).

Tabelle 454.5 Einbaumaße für Radiallager

Kantenabstand $r_{1s}; r_{2s}$ am Lager min.	Halbmesser <sup>1)3)</sup> $r_{as}; r_{bs}$ für Hohlkehle an Welle und Gehäuse max.	Schulterhöhe <sup>2)</sup> $h$ für Welle und Gehäuse min. Durchmesserreihe <sup>3)</sup> , nach DIN 616		
		8, 9, 0	1, 2, 3	4
0,1	0,1	0,3	0,6	–
0,15	0,15	0,4	0,7	–
0,2	0,2	0,7	0,9	–
0,3	0,3	1	1,2	–
0,6	0,6	1,6	2,1	–
1	1	2,3	2,8	–
1,1	1	3	3,5	4,5
1,5	1,6 <sup>1)</sup>	3,5	4,5	5,5
2	2	4,4	5,5	6,5
2,1	2,1	5,1	6	7
3	2,5	6,2	7	8
4	3	7,3	8,5	10

- 1) Für Radial- und Axiallager. Maß 1,6 gilt bei Anwendung von Freistichen nach DIN 509.
- 2) Die Werte sind nicht mehr Bestandteil der Norm; nur zur Umschlüsselung alter Unterlagen aufgenommen.
- 3) Bei Freistich Form F nach DIN 509 muss erfüllt sein:  
 $n - h_1 \geq h_{\min} - r_{1s} \max. h_{\min}$ .

Die Rundungen an Welle und Gehäuse müssen die durch den Kantenabstand festgelegten Fasen an Innen- bzw. Außenring der Wälzlager freigeben.

Die Schulterhöhen sind so zu bemessen, dass eine genügende seitliche Anlage der Wälzringlager gewährleistet ist und das Ansetzen von Abziehvorrichtungen ermöglicht wird. Treten keine oder nur geringe Axialkräfte auf, dann können die den Durchmesserreihen 1, 2 und 3 zugeordneten Werte für die Reihe 4 und die der Durchmesserreihen 8, 9 und 0 für die Reihen 1, 2 und 3 angewendet werden.

Maße für  $r_{1s}; r_{2s} > 4$  bis 15 s. Norm.

**DIN 5401-1 Wälzlager – Kugeln für Wälzlager und allgemeinen Industriebedarf (Aug 2002)**

Diese Norm beschreibt das Maschinenelement Kugel für Anwendungen in Wälzlager sowie für den allgemeinen Industriebedarf. Neben durchgehärteten Wälzlagerstählen kommen dabei auch Sonderstähle sowie andere metallische und nichtmetallische Werkstoffe zum Einsatz.

Tabelle 455.1 Kugeln; Nenndurchmesser und Gewichte (Auszug)

Nenndurchmesser der Kugel $D_w$		Bevorzugte Kugeldurchmesser für Werkstoffgruppe <sup>2)</sup>									Gewicht je 1000 Stück $\text{kg} \approx^3)$
mm	in <sup>1)</sup>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
0,4		X		X						X	0,00026
0,5		X		X						X	0,00051
1		X	X	X	X			X	X	X	0,00411
1,5	1/16	X	X	X	X	X		X	X	X	0,0139
1,588		X	X	X	X	X		X	X	X	0,0165
2		X	X	X	X	X		X	X	X	0,0329
2,381	3/32	X	X	X	X	X		X	X	X	0,0555
2,5		X	X	X	X	X		X	X	X	0,0642
2,778	7/64	X	X	X	X	X				X	0,0881
3	1/8	X	X	X	X	X		X	X	X	0,111
3,175		X	X	X	X	X		X	X	X	0,132
3,5		X	X	X	X	X		X	X	X	0,176

<sup>1)</sup> Angaben nur zur Information; Inch-Maße dürfen nicht mehr verwendet werden.

<sup>2)</sup> Gruppen-Bezeichnung und Werkstoffname s. Norm.

<sup>3)</sup> Gewichtsangabe gilt für Wälzlagerstähle der Werkstoffgruppe 1. Für andere Werkstoffe Gewichtsangabe mit Gewichtungsfaktor multiplizieren (s. Norm).

Kugel-Nenndurchmesser größer 3,5 mm bis 150 mm sowie Werkstoff-Gruppen, Zusammenhang zwischen Werkstoff, Härte, Klasse und Gewicht, Einteilung in Klassen, Sortiergrundsätze und weitere Anforderungen s. Norm.

Tabelle 455.2 Maß- und Formgenauigkeit, Rauheit (Auszug)

Klasse (Grade)	$D_w$		$t_{Dws}$ $V_{Dws}$ $\mu\text{m}$ max.	$R_a^{3)}$ $\mu\text{m}$ max.	$V_{DwL}^{2)}$ $\mu\text{m}$ max.	$V_{DwA}^{2)}$ $\mu\text{m}$ max.	$I_G$ $S_T$ $\mu\text{m}$	Sortenbereich und Sorteneinteilung <sup>4)</sup> $\mu\text{m}$			
	über	bis						Grenzzabmaße <sup>2)</sup> $\mu\text{m}$	0	+1 bis +5	
G3	–	12,7	$\pm 5,32$	0,08	0,01	0,13	–	0,5	–5 bis –0,5	0	+0,5 bis +5
G5	–	12,7	$\pm 5,63$	0,13	0,014	0,25	–	1	–5 bis –1	0	+1 bis +5
G10	–	25,4	$\pm 9,75$	0,25	0,02	0,5	–	1	–9 bis –1	0	+1 bis +9
G16 <sup>1)</sup>	–	25,4	$\pm 11,4$	0,4	0,025	0,8	–	2	–10 bis –2	0	+2 bis +10
G20 <sup>1)</sup>	–	38,1	$\pm 11,5$	0,5	0,032	1	–	2	–10 bis –2	0	+2 bis +10

<sup>1)</sup> Nach Vereinbarung mit dem Hersteller können in Ausnahmefällen für die Klassen G16 und G20 die halben Sortenintervall-Werte ( $I_G$ ) bezogen werden.

<sup>2)</sup> Werte gelten für den mittleren Kugeldurchmesser  $D_{wm}$ .

<sup>3)</sup> S. DIN EN ISO 4288 (cut-off); bei kleinen Kugeln, die nicht mehr nach dieser Norm abgedeckt werden, nach Vereinbarung.

<sup>4)</sup> Unterteilung in Schritten von  $I_G$ .

Maß- und Formgenauigkeit und Rauheit für die Klasse (Grade) G28 bis G700 s. Norm.

**Bezeichnungsbeispiel:** Bezeichnung einer Kugel mit Nenndurchmesser  $D_w = 3,5$  mm der Klasse G10, aus Wälzlagerstahl, gehärtet, Werkstoffnummer 1.3505: **Kugel DIN 5401 – 3,5 G10**

**DIN 5419 Filzringe, Filzstreifen, Ringnuten für Wälzlager (Sep 1959)**

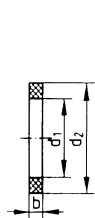


Bild 455.3 Filzringe

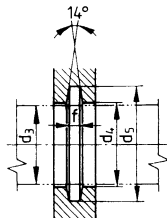


Bild 455.4 Ringnut für Filzringe und -streifen

**Filzringe.** Innendurchmesser  $d_1$  (gleich Wellendurchmesser  $d_3$ ) und Außendurchmesser  $d_2$  (in Klammern):

- 17 (27) 20 (30) 25 (37) 26 (38) 28 (40)
- 30 (42) 32 (44) 35 (47) 36 (48) 38 (50)
- 40 (52) 42 (54) 45 (57) 48 (64) 50 (66)
- 52 (68) 55 (71) 58 (74) 60 (76) 65 (81)

$d_1 > 65$  bis 180 mm s. Norm.

Breite  $b$  und zugeordnete Innendurchmesser  $d_1$ :

- 4: 17 20 5: 25 bis 45 6,5: 48 bis 65

Weitere s. Norm.

Grenzzabmaße für  $d_1$ ,  $d_2$  und  $b$  s. Norm.

**Filzstreifen:** Querschnitte wie Filzringe, Längen mit Zugabe für Überlappung beim Einpassen s. Norm. Werkstoff: Wollfilz weiß, gewalkt, appreturfrei; empfohlene Härte M 5 nach DIN 61200, s. Norm.

**Bezeichnungsbeispiel:** Filzring  $d_1 = 35$  mm, Filzhärte M 5: **Filzring DIN 5419 M 5–35**

**Ringnut:**  $d_4$  (H 12) =  $d_3 + 1$  mm für  $d_3$ : 17 bis 58 und =  $d_3 + 1,5$  mm für  $d_3$ : 60 bis 88;  $d_5$  (H 12) =  $d_2 + 1$  mm;  $f$  für  $d_3$  (in Klammern): 3 (17 20) 4 (25 bis 40) 5 (48 bis 65), weitere Maße s. Norm.

Die Toleranzklasse h 11 des Wellendurchmessers  $d_3$  soll nicht überschritten werden.

Für Pendelkugellager muss  $d_4$  gegebenenfalls etwas größer sein. Gleitfläche der Welle für Filz: geschliffen, bei hohen Anforderungen: poliert. Der Filz (-ring oder -streifen) darf im Grunde der Ringnut  $d_5$  nicht aufsitzen.

### DIN 5425-1 Wälzlager – Toleranzen für den Einbau – Allgemeine Richtlinien (Nov 1984)

Die Norm gibt dem Anwender von Wälzlagern Hinweise, wie Wellen und Gehäuse toleriert werden müssen, damit sie bei gegebenen Betriebsbedingungen mit genormten Wälzlagern (Maße nach DIN 616, Toleranzen nach DIN 620-2 und DIN 620-3) funktionsgerecht gepaart werden können.

Die Angaben der Norm gelten nur für Einbaufälle, in denen keine besonderen Anforderungen an Laufgenauigkeit, Laufruhe, Betriebstemperatur usw. gestellt werden, mit Bohrungs-Nenndurchmesser bis  $d = 500$  mm. Sie gelten im Allgemeinen für Wellen aus Stahl und für Gehäuse aus Stahl, Stahlguss und Gusseisen mit Lamellen- oder Kugelgraphit. Liegen besondere Anforderungen vor, so soll man sich vom Wälzlagerhersteller beraten lassen.

Prinzipiell sollen Welle und Gehäuse so toleriert werden, dass die jeweiligen Lagerringe festsitzen. Lose Passungen können aus Funktions- und Montagegründen erforderlich sein.

Eines der Lager ist erforderlichenfalls als Loslager verschiebbar mit einer Spielpassung angeordnet, um innere Verspannungen aufzunehmen, die durch unterschiedliche, betriebsbedingte Wärmedehnungen von Wellen und Maschinenrahmen entstehen. Bei Zylinderrollenlagern mit einem bordfreien Ring kann die Verschiebung im Innern des Lagers stattfinden (s. Bild 456.1).

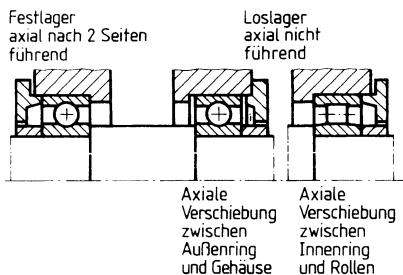


Bild 456.1 Wälzlager; Funktionsbedingungen

Bei Anordnung eines verschiebbaren Lagers wird die Spielpassung für denjenigen seiner Lagerringe gewählt, der bezogen auf die Richtung der äußeren Kraft stillsteht (Punktlast). Für stoßartige und für hohe Belastungen werden im Allgemeinen festere Passungen gewählt als für mittlere und niedrige Belastungen. Mit zunehmender Lagergröße werden im Allgemeinen feste Passungen fester, lose Passungen loser gewählt. Die Wahl der Toleranzlage wird zusätzlich beeinflusst durch Werkstoff, Festigkeit und Wärmeleitfähigkeit von Wellen, Gehäusen, Leitungsweg und Wärmemenge der von außen zufließenden bzw. im Lager erzeugten Wärme, Montierbarkeit und Einstellbarkeit der Lagerung.

Die folgenden Tab. 457.1 und 458.1 zeigen, in welchem Maße die einzelnen Einflussgrößen in den einzelnen Toleranzempfehlungen berücksichtigt werden. Dabei bedeuten:

$F < 0,07 \cdot C_r$  niedrige Belastung

$F = 0,07$  bis  $0,15 \cdot C_r$  mittlere Belastung

$F > 0,15 \cdot C_r$  hohe Belastung

wobei

$F$  Äquivalente dynamische Belastung

$C_r$  Dynamische radiale Tragzahl (DIN ISO 281, s. Norm) ist.

Die **Zylinderformtoleranz** nach DIN EN ISO 1101 (s. Abschn. 15.3) für Passflächen auf Wellen und in Gehäusen soll im Allgemeinen um einen Genauigkeitsgrad besser sein als die Genauigkeit der Durchmesser-toleranz für die Zylinderfläche (z. B.  $\varnothing 100$  m 6; d. h.  $100^{+0,035}_{+0,013}$ ).

Der Genauigkeitsgrad  $6 \cong 22 \mu\text{m}$ . Genauigkeitsgrad 4  $\cong 10 \mu\text{m}$  auf den Durchmesser bezogen. Die Zylinderformtoleranz ist  $\varnothing 0,005$ .

Bei Passflächen für Spann- und Abziehhülsen werden im allgemeinen Maschinenbau Zylinderformtoleranzen nach dem Genauigkeitsgrad 5 empfohlen. Die Toleranz der Rechtwinkligkeit nach DIN EN ISO 1101 für die axialen Anlageflächen für Wälzlagering- und -scheiben soll um einen Genauigkeitsgrad enger sein als die Toleranz der zugehörigen Wellen- oder Gehäusedurchmesser. Anlageflächen, die durch Freidrehen von radialen Beanspruchungen befreit sind, erhalten eine Toleranz nicht schlechter als IT 5.

Tabelle 457.1 Radiallager; Einflussgrößen zur Toleranzbestimmung

Zylindrische Lagerbohrung										
Beschreibung	Bewegungsverhältnisse Schema	typische Beispiele	Innenring/Welle		Toleranzlage <sup>1)</sup>		Außenring/Gehäuse			
			Lastfall	Passung	Belastung $F^5$	Kugellager	Rollenlager	Lastfall	Passung	Belastung $F^6$
Innenring rotiert Außenring steht still Lastrichtung unveränderlich		Stirrad- getriebe Elektro- motoren	Umfangs- last für Innenring	fester Sitz erfor- derlich	$> 0,07 \cdot C_r^4$	h k	k m	loser Sitz zulässig	beliebig	J <sup>2)</sup> H G <sup>3)</sup> F <sup>4)</sup>
					$= 0,07$ bis $0,15 \cdot C_r^4$	j k m	k n p			
Innenring steht still Lastrichtung rotiert mit Außenring		Naben- lagerung mit großer Umwucht			$> 0,15 \cdot C_r^4$	m n	n p r			
Innenring steht still Lastrichtung unveränderlich		Laufräder mit still stehender Achse Seilrollen	Punktlast für Innenring	loser Sitz zulässig	beliebig	j h g f		Umgangs- last für Außenring nur unge- teilte Gehäuse	$> 0,07 \cdot C_r^4$ $= 0,07$ bis $0,15 \cdot C_r^4$ $> 0,15 \cdot C_r^4$	J K M N N P
Kombination von verschiedenen Bewegungsverhältnissen oder wechselnde Bewegungsverhältnisse		Kurbeltriebe	Unbe- stimmt	Passung und Toleranzlage für die Welle werden bestimmt von dem dominierenden Lastfall sowie Montierbarkeit und Einstellbarkeit der Lagerung				Unbe- stimmt	Passung und Toleranzlage für das Gehäuse werden bestimmt von dem dominierenden Lastfall sowie Montierbarkeit und Einstellbarkeit der Lagerung	
Kegelige Lagerbohrung										
Lagerbefestigung					Toleranzfeld für Welle <sup>3)</sup>					
Mit Abziehhülse nach DIN 5415 Mit Spannhülse nach DIN 5416					h 6/IT 5 h 8/IT 6 h 9/IT 7					

1) Die Reihenfolge der Toleranzlagen (von oben nach unten) ist nach steigender Lagergröße geordnet.  
 2) Nicht für geteilte Gehäuse.  
 3) Die Toleranzlagen „G“ und „F“ werden auch bei Wärmezufuhr von der Welle angewandt.  
 4) IT (5, 6, 7) bedeutet, dass außer der jeweiligen Maßtoleranz eine Zylinderformtoleranz der entsprechenden Qualität empfohlen wird.

Tabelle 458.1 Axiallager; Einflussgrößen zur Toleranzbestimmung

Belastungsart	Lager Bauform	Wellenscheibe/Welle			Gehäusescheibe/Gehäuse		
		Lastfall	Passung	Toleranzlage <sup>1)</sup> für Welle	Lastfall	Passung	Toleranzlage <sup>1)</sup> für Gehäuse
Kombinierte Last	Axial-Schrägkugellager Axial-Pendrollenlager Axial-Kegelrollenlager	Umfangslast	fester Sitz erforderlich	j k m	Punktlast	loser Sitz zulässig	H J
		Punktlast	loser Sitz zulässig	j	Umfangslast	fester Sitz erforderlich	K M
Reine Axiallast	Axial-Kugellager Axial-Rollenlager			h j k			H G E

<sup>1)</sup> s. Tab. 459.1

Die Oberflächenrauheit der Passflächen ist vor allem für die Erhaltung des Passungscharakters ausschlaggebend (Loslager-Spielpassung – gute Oberfläche – weniger Gefährdung durch Passungsrost; Presspassung – geringe Setzbeträge bei geringer Rauheit der Passflächen). Empfohlene Werte für die Oberflächenrauheit von Passflächen zeigt Tab. 458.2.

Der Genauigkeitsgrad hängt im Wesentlichen ab von den Anforderungen an die Laufgenauigkeit und Laufruhe.

Tabelle 458.2 Empfohlene Werte für die Oberflächenrauheit von Passflächen

Wellen- oder Gehäuse-durchmesser in mm		Genauigkeit der Durchmesser-toleranz von Wellen- oder Gehäusepassflächen								
		IT 7			IT 6			IT 5		
		Oberflächenrauheit <sup>1)</sup> in $\mu\text{m}$								
über	bis	$R_z$	$R_a$		$R_z$	$R_a$		$R_z$	$R_a$	
			1 geschliffen	2 gedreht		1 geschliffen	2 gedreht		1 geschliffen	2 gedreht
–	80	10	1,6	3,2	6,3	0,8	1,6	4	0,4	0,8
80	500	16	1,6	3,2	10	1,6	3,2	6,3	0,8	1,6
500	1250	25	3,2	6,3	16	1,6	3,2	10	1,6	3,2

<sup>1)</sup> Zur Festlegung der Oberflächenrauheit ist nach Vereinbarung entweder  $R_a$  oder  $R_z$  heranzuziehen.

Wellentoleranzen sollen DIN ISO 286-2 entsprechen (s. Bild 458.3).

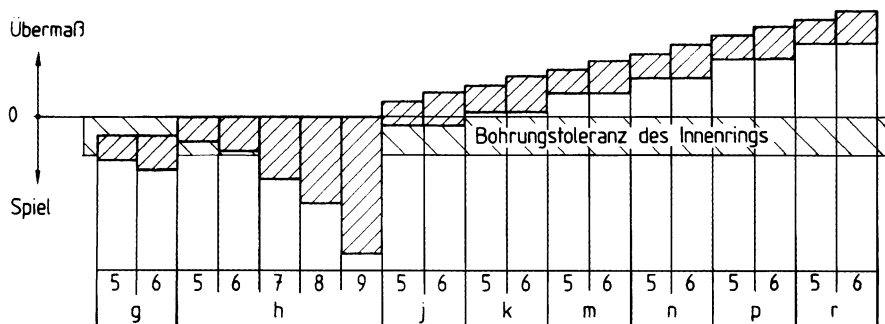


Bild 458.3 Wellenpassungen

Gehäusetoleranzen entsprechen im Allgemeinen dem Genauigkeitsgrad 7 (s. Bild 459.1). Für geringere Anforderungen (Stehlager im allgemeinen Maschinenbau) genügt der Genauigkeitsgrad 8. Die erforderlichen Passungen ergeben sich durch Kombination der Walzlagertoleranzklassen mit den für den jeweiligen Anwendungsfall zweckmäßigen Toleranzklassen für die Passflächen. Nach der Wahl der Passung ist zu prüfen, ob die nach dem Einbau verbleibende Lagerluft dem Anwendungsfall angemessen ist.

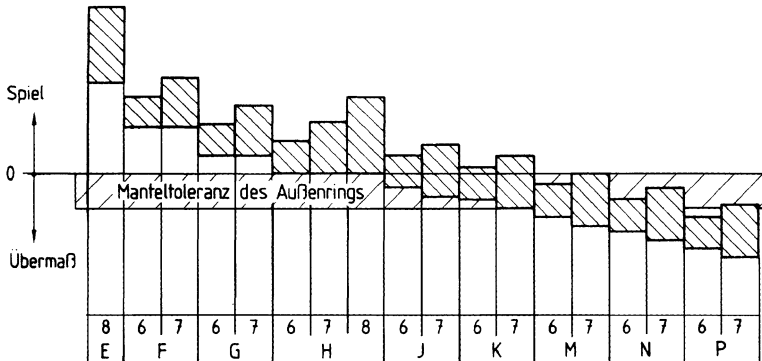


Bild 459.1 Gehäusepassungen

### 11.2.2 Gleitlager<sup>1)</sup>

**DIN ISO 4379 Gleitlager – Buchsen aus Kupferlegierungen; Identisch mit ISO 4379:1993 (Okt 1995)**

**DIN 1850-3 – Teil 3: Buchsen aus Sintermetall**

**DIN 1850-4 – Teil 4: Buchsen aus Kunstkohle**

**DIN 1850-5 – Teil 5: Buchsen aus Duroplasten**

**DIN 1850-6 – Teil 6: Buchsen aus Thermoplasten (alle Jul 1998)**

Zu DIN ISO 4379

Form C

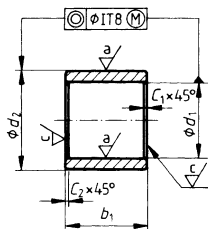


Bild 459.2 Gleitlagerbuchsen, Form C  
Für die Ermittlung des IT-Wertes bei der Koaxialitätstoleranz gelten die Maße von  $d_2$ .

$$\sqrt{a} = Ra \leq 1,6 \mu m$$

$$\sqrt{b} = Ra \leq 3,2$$

$$\sqrt{c} = Ra 6,3$$

$$\sqrt{d} = Ra 25$$

Kanten gratfrei

Form F<sup>1)</sup>

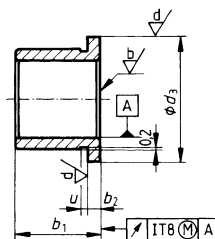


Bild 459.3 Gleitlagerbuchsen, Form F  
Für die Ermittlung des IT-Wertes bei der Planlaufabweichung gelten die Maße von  $d_3$ .

<sup>1)</sup> Sonstige Maße und Einzelheiten wie Form C

Werkstoff: Kupfer-Gusslegierungen nach DIN EN 1982, Kupfer-Knetlegierungen nach ISO 4382-2.

Empfohlene ISO-Toleranzklassen vor dem Einpressen:

E 6 für Innendurchmesser  $d_1$ ; ergibt nach dem Einpressen: etwa die Toleranzlage H und etwa Toleranzqualität IT 8; das Spiel ist in die Welle zu legen.

<sup>1)</sup> S. auch DIN-Taschenbuch 126: Gleitlager 1 – Maße, Toleranzen, Qualitätssicherung, Lagerschäden; DIN-Taschenbuch 198: Gleitlager 2 – Werkstoffe, Prüfung, Berechnung, Begriffe. Berlin, Wien, Zürich: Beuth Verlag GmbH.

s6 Außendurchmesser  $d_2 \leq 120$ , r6 für Außendurchmesser  $d_2 > 120$ ,

d11 für Bunddurchmesser  $d_3$  und h 13 für Bundbreite  $b_1$ , H 7 für Bohrung zur Aufnahme der Buchse.

Einpressfase  $C_1, C_2$  von  $45^\circ$ : Keine besondere Bezeichnungsangabe.

Einpressfase  $C_2$  von  $15^\circ$ : Y in der Bezeichnung zusätzlich angeben.

**Bezeichnung:** ISO-Nr. Form C von  $d_1 = 18$  mm,  $d_2 = 22$  mm,  $b_1 = 20$  mm, Einpressfase  $C_2 = 15^\circ$  (Y), aus CuSn8P nach ISO 4382-2.

**Buchse ISO 4379 – C 18 × 22 × 20 Y – CuSn8P**

Tabelle 460.1 Gleitlagerbuchsen; Form C; Maße

$d_1$	$d_2$			$b_1$			Fasen	
							$45^\circ$ $C_1, C_2$ max.	$15^\circ$ $C_2$ max.
20	23	24	26	15	20	30	0,5	2
22	25	26	28	15	20	30	0,5	2
25	28	30	32	20	30	40	0,5	2
28	32	34	36	20	30	40	0,5	2
30	34	36	38	20	30	40	0,5	2
32	36	38	40	20	30	40	0,8	3
35	39	41	45	30	40	50	0,8	3
38	42	45	48	30	40	50	0,8	3
40	44	48	50	30	40	60	0,8	3
42	46	50	52	30	40	60	0,8	3
45	50	53	55	30	40	60	0,8	3
48	53	56	58	40	50	60	0,8	3
50	55	58	60	40	50	60	0,8	3
55	60	63	65	40	50	70	0,8	3
60	65	70	75	40	60	80	0,8	3
65	70	75	80	50	60	80	1	4
70	75	80	85	50	70	90	1	4
75	80	85	90	50	70	90	1	4
80	85	90	95	60	80	100	1	4
85	90	95	100	60	80	100	1	4
90	100	105	110	60	80	120	1	4
95	105	110	115	60	100	120	1	4
100	110	115	120	80	100	120	1	4

Gleitlager mit Durchmesser  $d_1 = 6$  bis 18 mm und 105 bis 200 mm s. Norm.

**Anmerkung:** Die in dieser Norm empfohlenen Toleranzklassen gelten für alle normalen Anwendungsfälle des allgemeinen Maschinenbaus. Für Buchsen, die im Bereich der hydrodynamischen Schmierung eingesetzt oder in, sowohl werkstoff- als auch konstruktionsbedingt, extreme Gehäuse eingepresst oder eingeklebt werden, ist eine Überprüfung der in dieser Norm empfohlenen Passung erforderlich.  
Für die Ermittlung des IT-Wertes bei der Koaxialitätstoleranz gelten die Maße  $d_2$ .

**Zu Teil 3 und 4**

(Sintermetall)  
 $d_1 = 1$  bis 60

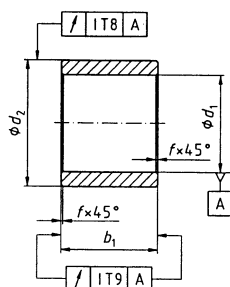


Bild 460.2  
Gleitlagerbuchsen,  
Form J

(Sintermetall)  
 $d_1 = 1$  bis 60

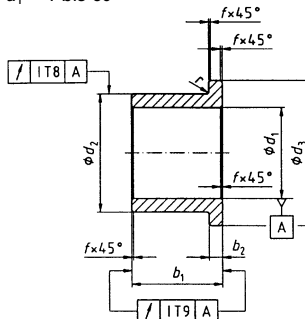


Bild 460.3  
Gleitlagerbuchsen,  
Form V

(Sintermetall)  
 $d_1 = 1$  bis 20

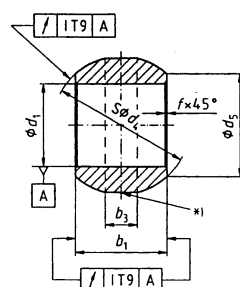


Bild 460.4  
Gleitlagerbuchsen,  
Form K



(Kunstkohle)  
 $d_1 = 3$  bis 100  
 im Übrigen  
 wie Form J

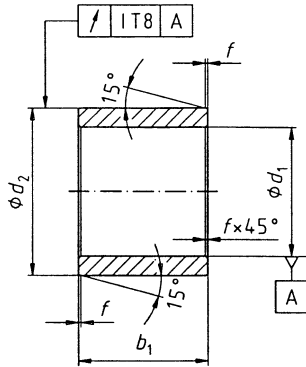


Bild 461.1  
 Gleitlagerbushen,  
 Form M

(Kunstkohle)  
 $d_1 = 3$  bis 100  
 im Übrigen  
 wie Form V

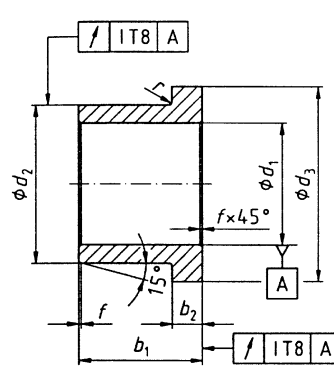


Bild 461.2  
 Gleitlagerbushen,  
 Form N

Übrige Maße und Angaben für Form V und K wie Form J

**Zu Teil 5**

(Duroplast)  $d_1 = 3$  bis 250

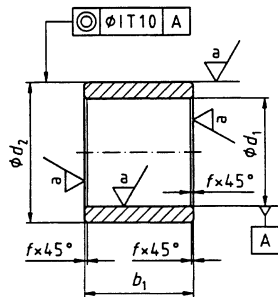


Bild 461.3 Gleitlagerbushen, Form P

(Duroplast)  $d_1 = 3$  bis 250

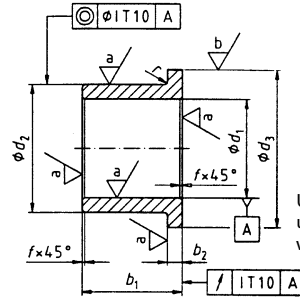


Bild 461.4 Gleitlagerbushen, Form R

Übrige Maße  
 und Angaben  
 wie Form P.

Für die Ermittlung des IT-Wertes bei der Koaxialitätstoleranz gelten die Maße von  $d_2$ .

**Zu Teil 6**

(Thermoplast)  $d_1 = 6$  bis 200

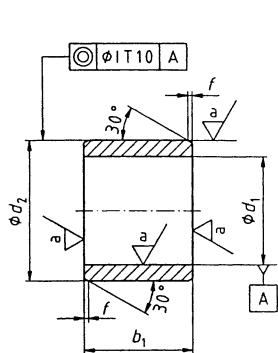


Bild 461.5 Gleitlagerbushen, Form S

$\nabla^a$  :  $R_z = 16$ ,  $R_a = 2,5$  wenn  
 gespritzt  
 $R_z = 25$ ,  $R_a = 6,3$  wenn  
 gespannt

$\nabla^b$  :  $R_z = 100$ ;  $R_a = 25$   
 (gespritzt und gespannt)

Für die Ermittlung des IT-Wertes bei der Koaxialitätstoleranz gelten die Maße von  $d_3$ .

(Thermoplast)  $d_1 = 6$  bis 200

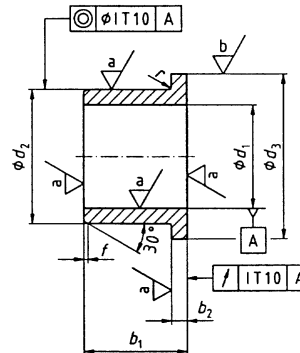


Bild 461.6 Gleitlagerbushen, Form T

Für die Ermittlung des IT-Wertes bei der Planlaufabweichung gelten die Maße von  $d_3$ .

Tabelle 462.1 Gleitlagerbuchsen, Form S und T Maße

$d_1$ Nenn- maß	Nenn- maß	$d_2$		$d_3$	$b_1$			$b_2$	$f$	$r$
		Grenzabmaße Toleranzgruppe A	B		d13	h13				
6	12	+0,21 +0,07	zb11	14	6	10	–	3	0,5	0,3
8	14			18	6	10	–	3	0,5	0,3
10	16	+0,27 +0,09		20	6	10	–	3	0,5	0,3
12	18			22	10	15	20	3	0,8	0,5
14	20			25	10	15	20	3	0,8	0,5
15	21	+0,33 +0,11		27	10	15	20	3	0,8	0,5
16	22			28	12	15	20	3	0,8	0,5
18	24			30	12	20	30	3	0,8	0,5
20	26	+0,45 +0,15		32	15	20	30	3	0,8	0,5
22	28			34	15	20	30	3	0,8	0,5
25	32			38	20	30	40	4	0,8	0,5
28	36	+0,60 +0,20		42	20	30	40	4	0,8	0,5
30	38			44	20	30	40	4	0,8	0,5
32	40			46	20	30	40	4	1,2	0,8
35	45	+0,69 +0,23		50	30	40	50	5	1,2	0,8
38	48			54	30	40	50	5	1,2	0,8
40	50			58	30	40	60	5	1,2	0,8
42	52	+0,90 +0,30		60	30	40	60	5	1,2	0,8
45	55			63	30	40	60	5	1,2	0,8
48	58			66	40	50	60	5	1,2	0,8
50	60		68	40	50	60	5	1,2	0,8	
55	65		73	40	50	70	5	1,2	0,8	
60	75	Nach Vereinbarung	83	40	60	80	7,5	1,2	0,8	
65	80		88	50	60	80	7,5	1,5	1	
70	85		95	50	70	90	7,5	1,5	1	
75	90		100	50	70	90	7,5	1,5	1	
80	95		105	60	80	100	7,5	1,5	1	
85	100		110	60	80	100	7,5	1,5	1	
90	110		za11	120	60	80	120	10	1,5	1
95	115			125	60	100	120	10	1,5	1
100	120			130	80	100	120	10	1,5	1
105	125			135	80	100	120	10	1,5	1
110	130	140		80	100	120	10	1,5	1	
120	140	150		100	120	150	10	1,5	1	
130	150	160		100	120	150	10	3	2	
140	160	170		100	150	180	10	3	2	
150	170	180		120	150	180	10	3	2	
160	185	200		120	150	180	12,5	3	2	
170	195	210	120	180	200	12,5	3	2		
180	210	220	150	180	250	15	3	2		
190	220	230	150	180	250	15	3	2		
200	230	240	180	200	250	15	3	2		

Die Wanddicke wird, abhängig vom Werkstoff, so bemessen, dass der Innendurchmesser  $d_1$  der eingebauten Buchse in der Toleranzklasse C 11 bzw. D 12 liegt.

Buchsen aus Sintermetall: Oberfläche kalibriert

aus Kunstkohle: allseitig feinstbearbeitet (Kunstkohle ist ein poröser keramischer Werkstoff, dessen Oberfläche durch mech. Rauheitsmessung nicht definiert werden kann.)

Tabelle 463.1 Gleitlagerbuchsen, Form J (Sintermetall); Maße

$d_1$	G 7 <sup>*)</sup>	1	1,5	2	2,5	3	4	5	6	7	8	9	10
$d_2$	r6 Reihe a	3	4	5	6	6	8	9	10	11	12	14	16
	Reihe b	–	–	–	–	5	7	8	9	10	11	12	14
$b_1$	js 13	1	1	2	2	3	3	4	4	5	6	6	8
		2	2	3	3	4	4	5	6	8	8	10	10
		–	–	–	–	–	6	8	10	10	12	14	16
$f_{\max}$	Reihe a	0,2			0,3						0,4		
	Reihe b	–				0,2		0,3					

Werte für  $d_1 = 12$  bis 60 mm s. Norm

Tabelle 463.2 Gleitlagerbuchsen, Form V (Sintermetall); Maße

$d_1$	G 7 <sup>*)</sup>	1	1,5	2	2,5	3	4	5	6	7	8	9	10
$d_2$	r6	3	4	5	6	6	8	9	10	11	12	14	16
$d_3$	js13	5	6	8	9	9	12	13	14	15	16	19	22
$b_1$	js13	2	2	3	3	4	3	4	4	5	6	6	8
		–	–	–	–	–	4	5	6	8	8	10	10
		–	–	–	–	–	6	8	10	10	12	14	16
$f_{\max}$		0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4
$r_{\max}$		0,3										0,6	

Werte für  $d_1 = 12$  bis 40 mm s. Norm

Tabelle 463.3 Gleitlagerbuchsen, Form K (Sintermetall); Maße

$d_1$ H 6 <sup>**)</sup>	1	1,5	2	2,5	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	15	16	18	20
$d_4$ h 11	3	4,5	5	6	8	10	12	14	16	16	18	18	22	24	27	28	30	36
$d_5 \approx$	2,2	3,3	4	4,5	5,3	6	7,9	9,8	11,6	11,6	13,4	13,4	16,1	16,9	18,1	19,6	22,4	25,9
$c_{\max}$	0,7	1	1,2	1,5	2	3	3,5	4			4,5			6		7	8	
$f_{\max}$	0,2	0,3						0,4										
$b_1$	2	3	4	6	8	9	10	11	12	15	17	20		25				

Tabelle 463.4 Gleitlagerbuchsen, Form M und N (Kunstkohle); Maße

$d_1$	3	4	6	8	10	12	14	16	18	20
$d_2$	9	10	12	14	16	18	20	22	24	26
$d_3$	12	13	16	18	20	22	25	28	30	32
$b$	2		3			4		5		
$f = r$	0,2			0,3				0,4		

Werte für  $d_1 = 22$  bis 100 mm und zu bevorzugende Längen s. Norm

\*) ISO-Toleranzklassen für Form J und V vor dem Einpressen: ergibt nach dem Einpressen: etwa H 7 für  $d_1$ , wenn ein Einpressdorn innerhalb der ISO-Toleranzklasse m5 verwendet wird, der mit einem Absatz auf die gesamte Stirnfläche der Buchse drückt.

Anmerkung: Für Buchsen, die eingeklebt werden sollen, können andere Toleranzklassen zweckmäßig sein, da diese Buchsen nicht immer mit einer Pressung eingesetzt werden müssen. Auskunft geben die Klebmittel-Hersteller.

\*\*) H 6 für Innendurchmesser  $d_1$  (bleibt unverändert, weil nicht eingepresst wird) H 10 für Gehäuse-Innenkugel zur Aufnahme der Buchse.

Tabelle 464.1 Gleitlagerbuchsen, Form P und R (Duroplast); Maße

$d_1$	3	4	5	6	8	10	12	14	15	16	18	20
$d_2$	6	8	9	10	12	16	18	20	21	22	24	26
$d_3$ d 13	9	12	13	14	16	20	22	25	27	28	30	32
$b_1$ js 13	3	4	6			10			12		15	
	4	6	10			15			20		30	
	–	–			–			20		30		
$b_2$	1,5	2			3			–		–		
$f_{\max}$	0,2			0,3			0,5					
$r_{\max}$	–			–			–					

Werte für  $d_1 = 22$  bis 250 mm s. Norm

Grenzabmaße für  $d_1$  und  $d_2$

bis 6 =  $\begin{smallmatrix} +0,009 \\ +0,007 \end{smallmatrix}$ , über 6 bis 10 =  $\begin{smallmatrix} +0,13 \\ +0,1 \end{smallmatrix}$ , über 10 bis 14 =  $\begin{smallmatrix} +0,17 \\ +0,14 \end{smallmatrix}$ , über 14 bis 18 =  $\begin{smallmatrix} +0,22 \\ +0,18 \end{smallmatrix}$ , über 18 bis 24 =  $\begin{smallmatrix} +0,27 \\ +0,22 \end{smallmatrix}$

Werkstoff: Sintermetall DIN 30910-3, s. Norm

Tränkung: Viskosität des Schmiermittels bei 50 °C oder Handelsname bei Bestellung vereinbaren

**Bezeichnungsbeispiel:** Form J von  $d_1 = 18$  mm,  $d_2 = 24$  mm und  $b_1 = 18$  mm, aus Sinterbronze Sint-B 50, getränkt:

**Buchse DIN 1850 – J 18 × 24 × 18–Sint-B 50**

Form K von  $d_1 = 18$  mm, aus Sinterbronze Sint-B 50, getränkt:

**Buchse DIN 1850 – K 18–Sint-B 50**

Werkstoff: Kunstkohle; Sorte bei Bestellung vereinbaren

Empfohlene ISO-Toleranzklassen für Form M und N: Vor dem Kalteinpressen: F 7 für Innen- $\varnothing$   $d_1$  s6 für Außen- $\varnothing$   $d_2$ ; H 7 für Bohrung zur Aufnahme der Buchse

Ergibt nach dem Einpressen etwa H 7 bis H 8 für  $d_1$ , wenn ein Einpressdorn innerhalb der ISO-Toleranzklasse h 5 verwendet wird, der mit einem Abstand auf die gesamte Stirnfläche der Buchse drückt.

Beim Einpressen muss die geringe Wärmedehnung der Kunstkohle gegenüber den metallischen Werkstoffen berücksichtigt werden. Der Kaltpresssitz H 7/s6 in Stahlgehäusen reicht für Betriebstemperaturen bis  $\approx 150$  °C aus. Für Gehäusewerkstoffe mit höheren Ausdehnungskoeffizienten als Stahl ist die obere Grenztemperatur entsprechend niedriger. Nur beim Einpressen in Kunststoffgehäusen ist für einen Kaltpresssitz ein größeres Übermaß vertretbar, weil im Gegensatz zu metallischen Werkstoffen die Gefahr des Abschabens wesentlich geringer ist.

Vor dem Warmeinschrumpfen: D 8 für Innendurchmesser  $d_1$ ; x8 bis z8 für Außendurchmesser  $d_2$ ; H 7 für Bohrung zur Aufnahme der Buchse.

Das Einschrumpfen einer Buchse erfolgt dann, wenn eine Kaltpressung temperaturmäßig nicht mehr vertretbar ist. Bei einer Toleranzüberschneidung H 7/z8 wählt man die Vorwärmtemperatur des Lagergehäuses so hoch (bei Stahl  $\approx 300$  bis 350 °C), dass sich die kalten Buchsen leicht einführen lassen. Beim Einschrumpfen mit diesem Übermaß verengt sich  $d_1$  ungefähr um 3 bis 6 Toleranzklassen (mit steigendem Durchmesser wachsend), da die Durchmesserungsverengung je nach der Wanddicke 70 bis 100 % der Außenschrumpfung beträgt. Zur Einhaltung genauer Toleranzen sollte man deshalb nach dem Einschrumpfen auf Maß nachreiben.

Ist ein Einschrumpfen nicht möglich, so müssen kalteingepresste Buchsen bei entsprechend hohen Betriebstemperaturen zusätzlich gegen Verdrehen gesichert werden.

**Bezeichnungsbeispiel:** Form M von  $d_1 = 18$  mm mit D 8,  $d_2 = 24$  mm mit z8 und  $b_1 = 18$  mm, aus Kunstkohle

**Buchse DIN 1850 – M 18 D 8 × 24 z8 × 18**

Duroplast-Werkstoffe: Wegen der zahlreichen Modifikationen zwischen Lieferer und Abnehmer zu vereinbaren.

Empfohlene Toleranzklassen: für Bohrung zur Aufnahme der Buchse H 7, für die Welle h 7.

An Buchsen, die eingepresst und gleichzeitig eingeklebt werden sollen, können Wendelnuten bis 3 mm Breite und 0,3 mm Tiefe am Außen- $\varnothing$   $d_2$  angebracht werden.

**Bezeichnungsbeispiel:** Form P von  $d_1 = 20$  mm,  $b_1 = 20$  mm aus FS 74:

**Buchse DIN 1850 – P 20 × 20 – FS 74**

Thermoplast-Werkstoff: PA 6, PA 66, PA 6 Guss, PA 12, PA 12 Guss, PA 46 (Kurzzeichen s. DIN ISO 6691), PBT, PET, PE, POM (Kurzzeichen s. DIN EN ISO 1043-1).

Für modifizierte oder andere Werkstoffe sind Einzelheiten zwischen Lieferer und Abnehmer zu vereinbaren.

**Hinweis** Thermoplaste haben einen höheren Längenausdehnungskoeffizient als Metalle. PA 6, PA 66 und PA 6G nehmen mehr Feuchtigkeit auf als die anderen aufgeführten Werkstoffe und ändern damit zusätzlich ihr Volumen.

Die in dieser Form empfohlenen Toleranzklassen und Passungen berücksichtigen diese Eigenschaften unter folgenden Bedingungen:

- Das Lagerspiel ist ausgelegt für eine Betriebstemperatur der Buchse von  $-10$  bis  $+50$  °C und einer relativen Luftfeuchte der Umgebung von 20 bis 100%.
- Der Festsitz im Gehäuse wird durch das Einpressübermaß (Abmaße von  $d_2$ ) erreicht. Er bleibt auch erhalten bei Betriebstemperaturen von  $-10$  bis  $+50$  °C.
- Welle und Gehäuse sind aus Stahl oder aus Werkstoffen mit ähnlichen Längenausdehnungskoeffizienten.

Bei anderen als den oben genannten Betriebsbedingungen müssen das Lagerspiel und die Befestigungsart überprüft werden. Die Toleranzen gelten im konditionierten Zustand der Buchsen, d. h., diese haben die Temperatur und den Feuchtigkeitsgehalt, die sich im Normalklima DIN 50014-23/50-2 einstellen.

Zur Erhaltung der Abmessungen müssen Buchsen aus PA 6, PA 66 und PA 6G im oben genannten Normalklima oder luftdicht verpackt aufbewahrt werden.

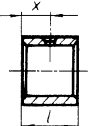

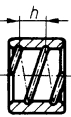

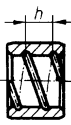
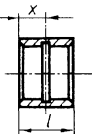



### DIN ISO 12128 Gleitlager – Schmierlöcher, Schmiernuten, Schmieraschen – Maße, Formen, Bezeichnung und ihre Anwendung für Lagerbuchsen; Identisch mit ISO 12128: 1995 (Jul 1998)

Diese Norm bietet die Möglichkeit, Ausführungsformen der Schmierstoffzuführung und -verteilung den Buchsen für Gleitlager nach DIN ISO 4379, DIN 1850-1, DIN 1850-5 und DIN 1850-6 sowie Ausführungsformen der Zu- und Abführung der Medien den Buchsen aus Kunstkohle nach DIN 1850-4 zuzuordnen. Buchsen aus Sintermetall sind mit Schmierstoff getränkt und benötigen daher keine Schmierstoffzuführung, Buchsen aus Kunstkohle werden nicht mit Öl oder Fett geschmiert.

Für den Maßbuchstaben  $x$  ist jeweils das Abstandsmaß  $x$  und für den Maßbuchstaben  $h$  das Maß für die Nutsteigung  $h$  in die DIN-Kurzbezeichnung einzusetzen.  $h = n \cdot b$ , darin ist  $n = 0,1$  bis 1.

Bei Vorhandensein von zwei Schmierlöchern und Schmiernuten sind diese jeweils um  $180^\circ$ , bei drei jeweils um  $120^\circ$  gegeneinander versetzt anzuordnen.

Tabelle 465.1 Ausführungsformen der Lagerbuchsen

A (A, B, L oder J)	Schmierloch mittig oder außermittig		J (C, D, E, F oder J)	Längsnut zweiseitig offen	
			K (C, F oder J)	Schraubennut Nutwindung rechts	
C (C, D, E oder J)	Längsnut beidseitig geschlossen		L (C, F oder J)	Schraubennut Nutwindung links	
E (G, H oder J)	Ringnut mittig oder außermittig				M (C oder J)
G (C, D, E oder J)	Längsnut einseitig offen entgegengesetzt der Einpressseite		N (C oder J)	Ovalnut	
H (C, D, E oder J)	Längsnut einseitig offen nach der Einpressseite				

In Tab. 465.1 sind die möglichen Ausführungsarten aufgeführt, wobei die Ausführungsformen in Fettdruck angegeben sind. Die Formen der Schmierlöcher und Schmiernuten stehen in Klammern. Danach folgt die in Betracht kommende Anzahl der Schmierlöcher oder -nuten. Alle Ausführungsformen gelten für Lagerbuchsen aus Kupferlegierungen. Ausführungsformen für Lagerbuchsen aus Kunstkohle, Stahl und Gusseisen und aus Duroplasten und Thermoplasten s. Norm.

Schmierlöcher, Schmiernuten und Schmieraschen können entsprechend den Bezeichnungsbeispielen, z. B. in Zeichnungen, eingetragen werden.

**Schmierlöcher** können in Verbindung mit Schmiernuten bzw. Schmieraschen oder, bei geringerer Anforderung an eine Schmierstelle, auch ohne diese angebracht werden.

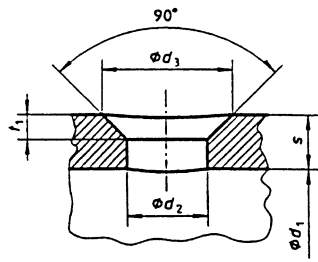


Bild 466.1 Schmierloch Form A

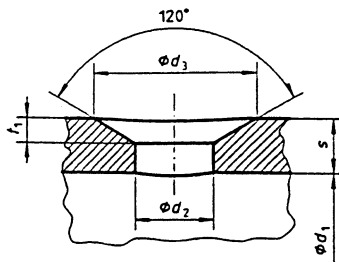


Bild 466.2 Schmierloch Form B

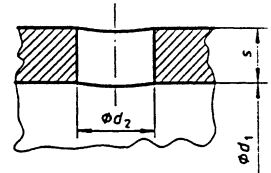


Bild 466.3 Schmierloch Form L

**Bezeichnung** eines Schmierloches Form B mit  $d_2 = 3$  mm Bohrung:

**Schmierloch ISO 12128 – B 3**

Tabelle 466.4 Schmierlöcher; Form A, B und L; Maße

$d_2 \approx$	2,5	3	4	5	6	8	10	12
$t_1 \approx$	1	1,5	2	2,5	3	4	5	6
$d_3 \approx$ Form A Form B	4,5 6	6 8,2	8 10,8	10 13,6	12 16,2	16 21,8	20 27,2	24 32,6
$d_1$ Nennmaß	bis 30		bis 100			über 100		

**Schmiernuten** werden überwiegend bei Gleitlagern angebracht. Die Formen C, D und E werden auch in Verbindung mit Form H (Ringnut) meistens bei Lagerbuchsen aus Nichteisenmetall, Stahl und Gusseisen oder aus Kunststoffen, die Formen F und G meistens bei Lagerbuchsen aus Kunststoffen angewendet. Form C wird hauptsächlich bei hochwertigen Lagern angebracht.

Form J ist eine Nut, die hauptsächlich bei Fettschmierung verwendet wird. Um die Bearbeitung zu erleichtern und Grate zu vermeiden, dürfen alle scharfen Kanten eine kleine Bruchkante oder einen Radius haben.

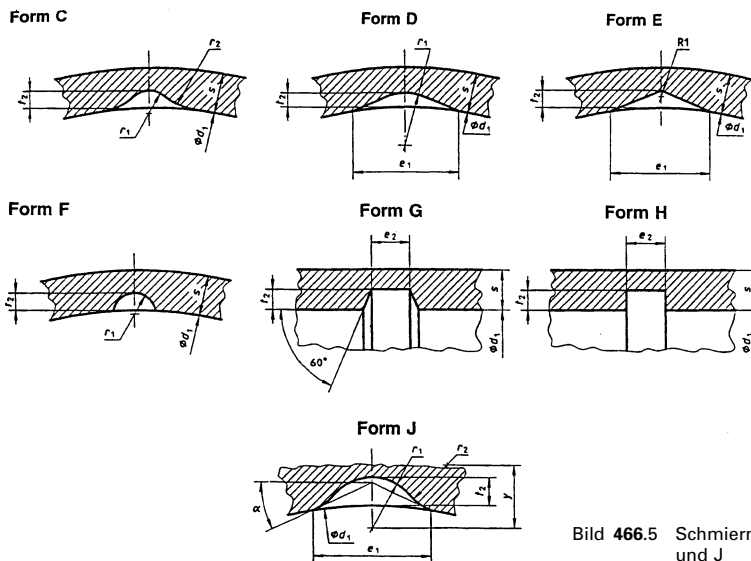


Bild 466.5 Schmiernuten, Formen C, D, E, F, G, H und J

**Bezeichnung** einer Schmiernut Form D mit  $t_2 = 1$  mm Nuttiefe: **Schmiernut ISO 12128 – D 1**

Tabelle 467.1 Maße der Schmiernuten

$t_2$ -0,2 0 Form	$e_1$ ≈ Form		$e_2$ ≈ Form		$r_1$ ≈ Form				$r_2$ ≈ Form		$y$ ≈ Form	$\alpha^\circ$ ≈ Form	$s$		$d_1$ Form		
	D, E	J	G	H	C	D	F	J	C	J	J	J	über	bis	C bis H	J	
0,4	3	3	1,2	3	1,5	1,5	1	1	1,5	1	1,5	28	-	1	bis 30	16	
0,6	4	4	1,6	3	1,5	1,5	1	1,5	2	1,5	2,1	25	1	1,5		20	
0,8	5	5	1,8	3	1,5	2,5	1	1,5	3	1,5	2,2	25	1,5	2		30	
1	8	6	2	4	2	4	1,5	2	4,5	2	2,8	22	2	2,5		40	
1,2	10,5	6	2,5	5	2,5	6	2	2	6	2	2,6	22	2,5	3	bis 100	40	
1,6	14	7	3,5	6	3	8	3	2,5	9	2,5	3	20	3	4		50	
2	19	8	4,5	8	4	12	4	2,5	12	2,5	2,6	20	4	5	60		
2,5	28	8	7,5	10	5	20	5	3	15	3	2,8	20	5	7,5	über 100	70	
3,2	38	-	11	12	7	28	7	-	21	-	-	-	7,5	10		-	
4	49	-	14	15	9	35	9	-	27	-	-	-	10	-		-	

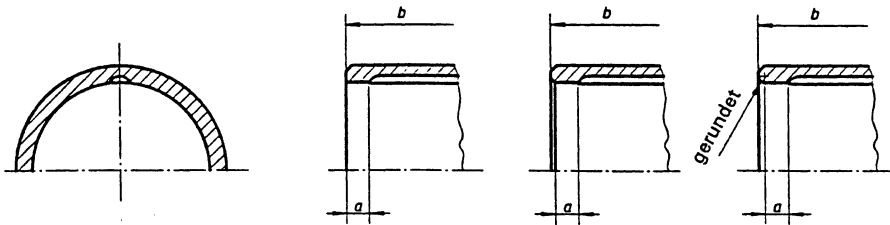


Bild 467.2 Schmiernuten mit geschlossenen Enden

Tabelle 467.3 Maße für Abstand a

$b$	15 bis 30	über 30 bis 60	über 60 bis 100	über 100
$a$	3	4	6	10

**Schmieraschen** werden i. Allg. dann vorgesehen, wenn größere Schmierräume erwünscht sind. Form K kommt vorwiegend bei geradlinig hin- und hergehender Bewegung zur Anwendung.

Tabelle 467.4 Schmiertasche, Form K; Maße

$t_2$	$d_2 \approx$	$e_1 \approx$	$e_2 \approx$	$r_2 \approx$
1,6	6	8	1,8	6,5
2,5	8	15	2,8	14
4	10	24	4,5	20
6	12	35	6,3	30

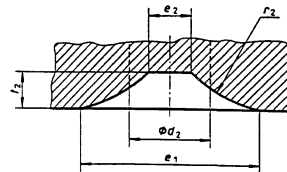


Bild 467.5 Schmiertasche, Form K

Bei Anwendung auf Gleitlager dürfen Schmierlöcher, Schmiernuten und Schmieraschen nicht in der belasteten Zone des Lagers angeordnet werden. Mit Ausnahme bei Lagerbuchsen aus Kunstkohle werden Schmiernuten und Schmieraschen meist nicht über die ganze Lagerlänge geführt.

**Bezeichnung** einer Schmiertasche Form K mit  $t_2 = 2,5$  mm Taschentiefe:

**Schmier tasche ISO 12128 – K 2,5**

**DIN 1498 Einspannbuchsen für Lagerungen (Aug 1965)**

Die Einspannbuchsen müssen in die aufnehmende Bohrung so eingepresst werden, dass der Schlitz nicht in der Belastungszone liegt, sondern um etwa 90° gegenüber der Druckrichtung versetzt.

Einspannbuchsen können als Lager geeignet sein, besonders bei großen Lagerdrücken mit geringen Schwingbewegungen unter rauen Betriebsverhältnissen, meist ohne ausreichende Schmierung oder ohne Schmiermöglichkeit (z. B. Baggeranlagen), und wenn deshalb große Passungen und für den Verschleiß günstige große Spiele gewählt werden müssen.

Über den Wellenwerkstoff bzw. dessen Oberflächenhärte sagt die Norm nichts aus, da es unterschiedlich ist, welches Teil am ehesten verschleifen soll. Empfohlen wird eine Oberflächenhärtung des Bolzens, wofür i. Allg. der Stahl C 45 ausreichend sein kann.

Kanten der Lagerbohrung entgratet

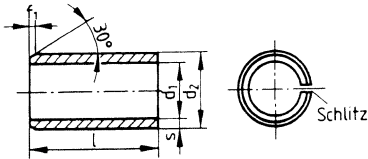


Bild 468.1 Einspannbuchse, Form E (ohne Senkung)

wie Form E

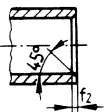


Bild 468.2 Einspannbuchse, Form F (mit Senkung)  
Geeignet zur Anwendung bei abgesetzten Wellen und gerundetem Übergang

mit geradem Schlitz

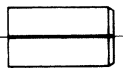


Bild 468.3 Einspannbuchse, Form G

mit pfeilförmigem Schlitz

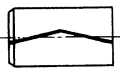


Bild 468.4 Einspannbuchse, Form P

mit schrägem Schlitz

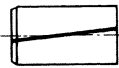


Bild 468.5 Einspannbuchse, Form S

Tabelle 468.6 Einspannbuchsen für Lagerungen DIN 1498<sup>1)</sup>

$d_1^{2)}$	$d_2^{3)}$	$l^{4)}$	ausgewählte Vorzugsmaße				$f_1$	$f_2$
			Vorzugsbereich		ausgewählte Vorzugsmaße			
10 12 14 16	14 16 18 20	10 bis 20	10 12	14 16 20			1,5	1
20 22	26 28	10 bis 28 12 bis 28	14 14	18 20 28			2	
25 28	32 35	12 bis 40	14	20 28 40				2
32 36	40 45	16 bis 50	18	25 36 50			2	
40 45	50 55	16 bis 80	20 22	40 40 60 80				2,5
50 55	60 65	16 bis 100 20 bis 100					2,5	
60 65 70	70 75 85	25 bis 100						3
80 90 100	95 105 115	40 bis 120	40 45	60 60 100 120			3	
110 125	125 140	40 bis 140 45 bis 140	50	80 100 140				4
140	155	50 bis 160	60	80 110 160			4	
160 180	180 200	70 bis 200	70 80	100 110 160 200				6

<sup>1)</sup> Wiedergegeben sind die Vorzugsgrößen der Reihe 1. Die Reihe 2 mit etwas größerer Wanddicke enthält nur folgende Größen  $d_1/d_2$  (Nennmaß): 10/16 12/18 14/20 16/22 18/24 20/28 25/35 30/40 65/80. Nachstehende Größen  $d_1/d_2$  sind nur für Schienenfahrzeuge anzuwenden, sie haben die gleichen Längen wie die in ( ) beigefügten Vorzugsgrößen: 27/35 (28/35) 33/42 35/42 35/45 (36/45) 42/50 45/54 (45/55) 50/58 (50/60).

<sup>2)</sup> Toleranzfelder nach dem Einbau s. Tab. 471.1. Andere Toleranzklassen bedingen Sonderanfertigung und sind mit dem Hersteller zu vereinbaren.

<sup>3)</sup> Das Spanmaß für den Außendurchmesser  $d_2$  (vor dem Einbau), senkrecht zum Schlitz gemessen, wird von dem Hersteller so gewählt, dass die Einspannbuchse nach dem Einpressen in eine Aufnahmebohrung mit Toleranzklasse H 8 festsetzt. Das Kleinmaß  $d_2$  vor dem Einbau ist wie folgt größer als das Nennmaß; im Bereich  $d_1 \leq 40$  ist  $d_2 = d_2$  (Nennmaß) + 0,5 mm;  $d_1 = 45$  bis 95; + 0,8 und  $d_1 \geq 100$ ; + 1 mm.

<sup>4)</sup> Stufung der Länge  $l$ : 10 12 14 16 18 20 22 25 28 32 36 40 45 50 55 60 70 80 90 100 110 120 140 160 180 200; Zwischenlängen mit Endziffern 0 2 5 und 8 (z. B. 35) sind zulässig, jedoch möglichst zu vermeiden. Grenzabweichungen (mm) für  $l \leq 50$ : -0,5 und  $> 50$ : -0,8.



Für die Schlitzart sind drei für verschiedene Verwendungszwecke besonders geeignete Bauformen enthalten, die z. T. auch für umlaufende Drehbewegungen geeignet sind.

Werkstoff: Federstahl 55 Si 7, vergütet auf  $HV = 4200$  bis  $5000 \text{ N/mm}^2$ ; andere Stahlsorten und Festigkeiten mit dem Hersteller vereinbaren  
Ausführung: aus Band gerollt, kalibriert, schwarz

**Bezeichnungsbeispiel:** Form E, gerader Schlitz (G),  $d_1 = 25 \text{ mm}$ ,  $d_2$  (Nenndurchmesser) =  $32 \text{ mm}$  und Länge  $l = 20 \text{ mm}$ :

**Einspannbuchse DIN 1498 – EG 25/32 × 20**

**DIN 322 Gleitlager, Lose Schmierringe für allgemeine Anwendung (Dez 1983)**

Schmierringe, früher in Transmissionslagern angewendet, werden in modernen, auch großen Gleitlagern vielfach für zusätzliche Ölförderung eingesetzt. Die Norm gilt nicht für auf der Welle befestigte Schmierringe.

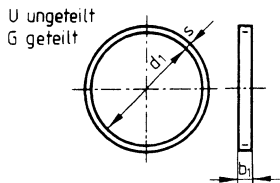


Bild 469.2 Schmierringe

Tabelle 469.1 Toleranzklassen der Nennmaße  $d_1$  nach dem Einbau

Nennmaß $d_1$	ISO-Toleranzklassen für $d_1$ nach dem Einbau der Länge $l$		
	$\leq 50$	$> 50$ bis 100	$> 100$ bis 200
$\leq 50$	D 10	D 11	D 12
$> 50$ bis 100	D 11	D 12	D 13
$> 100$ bis 180	D 12		

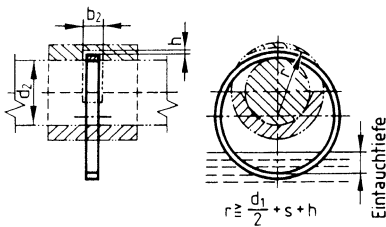


Bild 469.3 Anwendung der Schmierringe

Werkstoff: CuZn = Kupfer-Zink-Legierung (Messing), Stahl  
Oberflächenrauheit nach DIN 4768-1 ( $R_a$  oder  $R_z$  nach Vereinbarung),  
Innenfläche  $d_1$ :  $R_a = 0,8 \mu\text{m}$ ;  $R_z = 6,3 \mu\text{m}$ ,  
übrige Flächen:  $R_a = 4 \mu\text{m}$ ,  $R_z = 25 \mu\text{m}$

**Bezeichnungsbeispiel:** Ungeteilter Schmierring (U),  $d_1 = 100$ : **Schmierring DIN 322-U 100 – Stahl**

Ölstand und Eintauchtiefe sind abhängig von der Lagerkonstruktion, vom Einfluss auf den Ringschlupf und von der Ölfördermenge.

Eintauchtiefe etwa  $0,1$  bis  $0,4 \cdot d_1$

Tabelle 469.4 Schmierringe und Schlitze, Maße

$d_1$	45	50	55	60	65	70	75	80	90 bis 130	140 bis 200	210 bis 280	300 bis 400	425 bis 500	
Grenzabmaße	$\pm 0,8$								$\pm 0,9$	$\pm 1$	$\pm 1,2$	$\pm 1,4$	$\pm 1,6$	
$b_1$	6	8		10				12	15	18	20	20		
Grenzabmaße	0 -0,2								0 -0,3			0 -0,4		
$s$	2	3			4		5	6	8					
Grenzabmaße	$\pm 0,1$								$\pm 0,2$					
$b_2$	IT 14	8	10	12		15	18	22	24	24				
$h$	min.	2	2		3			3	4	4	6	6		
empf. über		20	23	28	30	34	36	40	44	48	80	120	180	250
$d_2$ bis		23	28	30	34	36	40	44	48	80	120	180	250	315

Angaben über  $d_1 = 500 \text{ mm}$  s. Norm.

Unrundheit: innerhalb der Toleranzklasse von  $d_1$ ; der Mittelwert aus zwei Messungen in zwei um  $90^\circ$  versetzte Messebenen darf die halbe Toleranzklasse nicht überschreiten.

Schmierring-Teilung: Gelenk oder Verschluss, nach Wahl des Herstellers. Sie darf sich während des Betriebes nicht öffnen.

**DIN 502 Gleitlager – Flanschlager – Befestigung mit 2 Schrauben**

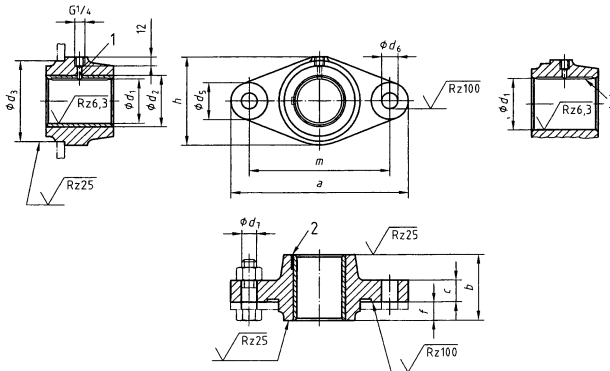
**DIN 504 Gleitlager – Augenlager**

**DIN 505 Gleitlager – Deckellager, Lagerschalen – Lagerbefestigung mit 2 Schrauben (alle Sep 2004)**

Festgelegt sind die Anforderungen und die Maße, s. Norm. Lager nach DIN 502 und DIN 504 Form A haben Metall- oder Pressstoff-Lagerbuchsen nach DIN 8221, s. Norm.

**Form A**  
mit Buchse  $\checkmark \left( \sqrt{Rz100} \sqrt{Rz25} \sqrt{Rz6,3} \right)$

**Form B**  
ohne Buchse



**DIN 502 Flanschlager**

**Form A** mit Buchse für  $d_1 = 25$  bis  $70$

**Form B** ohne Buchse für  $d_1 = 25$  bis  $80$

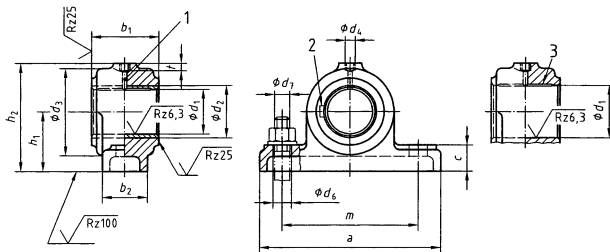
$f = 20$  für  $d_1 \leq 50$  und  $25$  für  $d_1 > 50$

- 1 Schmierloch nach DIN ISO 12128, Form nach Wahl des Herstellers
- 2 Verdrehsicherung
- 3 Schmiernut nach DIN ISO 12128, Form nach Wahl des Herstellers

Bild 470.1 Flanschlager

**Form A**  
mit Buchse  $\checkmark \left( \sqrt{Rz100} \sqrt{Rz25} \sqrt{Rz6,3} \right)$

**Form B**  
ohne Buchse



**DIN 504 Augenlager**

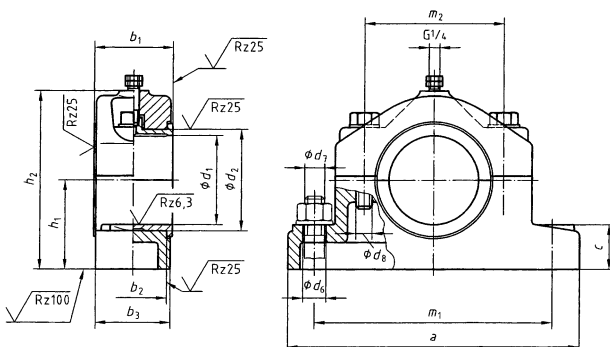
**Form A** mit Buchse für  $d_1 = 25$  bis  $150$

**Form B** ohne Buchse für  $d_1 = 20$  bis  $180$

- 1 Schmierloch nach DIN ISO 12128, Form nach Wahl des Herstellers
- 2 Verdrehsicherung
- 3 Schmiernut nach DIN ISO 12128, Form nach Wahl des Herstellers

Bild 470.2 Augenlager

$\checkmark \left( \sqrt{Rz100} \sqrt{Rz25} \sqrt{Rz6,3} \right)$



**DIN 505 Deckellager (L) und Lagerschalen (M) für  $d_1 = 25$  bis  $150$**

**Bezeichnung** eines vollständigen Decklagers (L) mit Bohrung  $d_1 = 60$  mm:

**Deckellager DIN 505 – L 60**

Weitere Stehgleitlager, die vorwiegend im Elektro- und Turbomaschinenbau eingesetzt werden, s. DIN 31690, s. Norm.

Bild 470.3 Deckellager (L)

Tabelle 471.1 Flanschlager, Maße

A	$d_1^{1)}$		$a$	$b$	$c$	$d_2$	$d_3$	$d_5$	$d_6^{2)}$	$d_7$	$f$	$h$	$m$
	Form	B											
D10		D7				D7	h9						$\pm 1$
–	25		135	60	20	–	50	35	13,5	M12	20	60	100
–	30												
25	35		155	60	20	35	65	35	13,5	M12	20	75	120
30	40					40							
35	45		180	70	25	45	80	40	17,5	M16	20	90	140
40	50					50							
45	55		210	80	30	55	90	50	22	M20	20	100	160
50	60					60							
(55)	(65)		240	90	30	65	110	50	22	M20	25	120	190
60	70					70							
(65)	(75)		275	100	35	75	130	55	26	M24	25	140	220
70	80					80							

<sup>1)</sup> Einklammerte Größen möglichst vermeiden.

<sup>2)</sup> Durchgangslöcher nach DIN EN 20273, Reihe mittel.

Maße für Augenlager und Deckellager s. Norm.

## 11.3 Sonstige Maschinenelemente

### DIN 988 Passscheiben und Stützscheiben (Mrz 1990)

Passscheiben dienen zur genauen Lagefixierung von Maschinenteilen in axialer Richtung. Vorzugsweise Anwendung bei der axialen Befestigung von Maschinenteilen mittels Sicherungsringen nach DIN 471, DIN 472, DIN 983 und DIN 984 (s. Normen) sowie Sicherungsscheiben nach DIN 6799 (s. Norm).

Stützscheiben werden in Verbindung mit Sicherungsringen oder Sicherungsscheiben angewendet, um zu verhindern, dass durch große Axialkräfte die Sicherungsringe bzw. Sicherungsscheiben umgestülpt werden.

**Bezeichnungsbeispiel:** Passscheibe von  $d_1 = 45$ ,  $d_2 = 56$  und  $h = 1,8$

**Passscheibe DIN 988 – 45 × 56 × 1,8**

Passscheiben und Stützscheiben von  $d_1 = 3$  bis 9 und 52 bis 100 mm s. Norm.

Stufung der Dicke  $s$ : 0,1 0,15 0,2 0,3 0,5 1 1,1 1,2 1,3 1,4 1,5 1,6 1,7 1,8 1,9 2

Werkstoff: Passscheiben: Mindestgüte St 2 K 50 nach DIN 1624 (DIN 1624 wurde ersetzt durch DIN EN 10139)

Stützscheiben: Federstahl nach DIN EN 10132-4 – HRC 44 bis 49

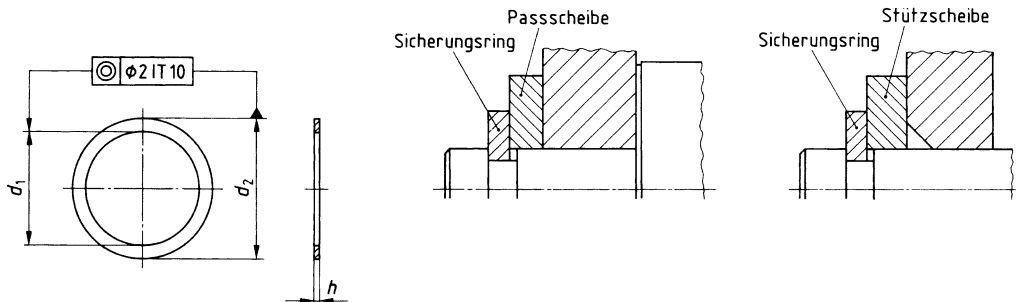


Bild 471.2 Passscheiben, Stützscheiben

Tabelle 472.1 Passscheiben und Stützscheiben DIN 988; Maße

$d_1$ D 12	10 11 12	13 14 15	16 17 18	19 20	22 22	25 25	26 28 30	32 35 36	37 40 42	45	48 50
$d_2$ d 12	16 17 18	19 20 21	22 24 25	26 28	30 32	35 36	37 40 42	45	47 50 52	55 56	60 62 63
Passscheibe	0,1 bis 1,8	0,1 bis 2	0,1 bis 2	0,1 bis 2	0,1 bis 2	0,1 bis 2	0,1 bis 2	0,1 bis 2	0,1 bis 2	0,1 bis 2	0,1 bis 2
$h$ Stützscheibe	1,2	1,5	1,5	1,5 2	2	2	2 2 2,5	2,5	2,5	3	3

Bei der Anwendung der Passscheiben und/oder Stützscheiben an Wälzlagern besteht, bedingt durch deren unterschiedliche Ausführung, die Gefahr, dass die Passscheiben bzw. Stützscheiben an vorstehenden Käfigteilen oder am Außen- oder Innenring streifen können. Angabe der uneingeschränkten bzw. bedingt möglichen Lagerreihen s. Norm.

## 11.4 Verzahnungen<sup>1) 2)</sup>

### 11.4.1 Zahnräder<sup>3)</sup>

#### DIN 867 Bezugsprofile für Evolventenverzahnungen an Stirnrädern (Zylinderrädern) für den allgemeinen Maschinenbau und den Schwermaschinenbau (Feb 1986)

Diese Norm entspricht sachlich der Internationalen Norm ISO 53, Bezugsprofil für Stirnräder für den allgemeinen Maschinenbau und den Schwermaschinenbau.

Zwischen ISO 53 und DIN 867 bestehen folgende geringe Unterschiede:

ISO beschränkt sich auf die Faktoren zum Errechnen der Bestimmungsgrößen (Teilung, Zahnhöhe, Kopfhöhe, Fußhöhe, Kopfspiel und Fußrundungsradius) aus dem Modul; DIN gibt die Formelzeichen dafür mit an.

In ISO 53 fehlt das eingezeichnete Gegenprofil.

ISO gibt nur ein Bezugsprofil mit der Fußhöhe  $h_{FP} = 1,25 \cdot m$  und dem Fußrundungsradius  $\rho_{FP} = 0,38 \cdot m$  an. Andere Wertepaare sind möglich und gebräuchlich (Beispiel s. Norm).

Die Maximalwerte für die Kopfrücknahme wurden in DIN 867 nicht übernommen. Der Anlass zur Profilrücknahme ist sehr unterschiedlich, sodass allgemeine Richtlinien für solche Fälle kaum in einer Norm festgelegt werden können.

Abweichend von dieser Norm werden auch Bezugsprofile mit einem anderen Profilwinkel bzw. mit größeren Kopf- und Fußhöhen (Hochverzahnung) oder mit kleineren Kopf- und Fußhöhen (Kurzverzahnung) angewendet.

Der Titel beschränkt die Anwendung der Norm auf den allgemeinen Maschinenbau und den Schwermaschinenbau, also vornehmlich auf Stirnräder mit Moduln  $m_n = 1$  bis 70 mm. Die Feinwerktechnik (Moduln 0,1 bis 1 mm) hat in DIN 58400 (s. Norm) ein eigenes Bezugsprofil.

Neu aufgenommen wurden: Formeln für den Fußrundungsradius  $\rho_{FB}$ , Begriffe Fuß-Formhöhe  $h_{FB}$ , Hinweise auf Fußfreischnitt und Flankenformkorrekturen.

Die Benennung Profilhöhe wurde geändert in Zahnhöhe des Bezugsprofils.

Die Flanken des Bezugsprofils für Stirnräder mit Evolventenverzahnung sind Geraden.

Das Bezugsprofil mit dem Modul  $m$  hat die Teilung  $p = \pi \cdot m$ .

Danach ist das Modul  $m = \frac{p}{\pi}$ .

Die Profilbezugslinie PP schneidet das Bezugsprofil so, dass auf ihr Nennmaß der Zahndicke = Lückenweite = halbe Teilung, also

$$s_p = e_p = \frac{p}{2} \text{ ist.}$$

Die geraden Flanken schließen mit den Normalen zur Profilbezugslinie den Profilwinkel  $\alpha_p$  ein (nach dieser Norm  $\alpha_p = 20^\circ$ ).

<sup>1)</sup> Ausführliche Darstellung der Verzahnungen unter Berücksichtigung der DIN-Normen s. Köhler-Rögnitz: Maschinenteile, Teil 2, 8. Auflage. Stuttgart, Leipzig, Wiesbaden: Teubner Verlag, 1992. ISBN 3-519-06342-5.

<sup>2)</sup> Eine Auswahl von Schmierstoffen ist in Abschn. 8.7 aufgeführt.

<sup>3)</sup> S. auch DIN-Taschenbuch 173: Zahnradkonstruktion. Berlin, Wien, Zürich: Beuth Verlag GmbH.

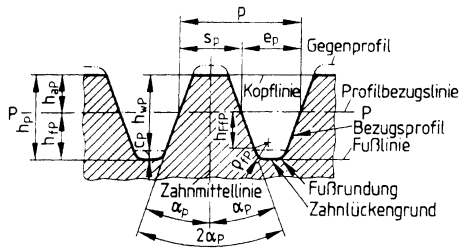


Bild 473.1 Bezugsprofil der Evolventenverzahnung mit Gegenprofil

Die beiden Flanken eines Zahnes sind spiegelbildlich zur Zahnmittellinie.

Für ein Bezugsprofil nach dieser Norm ist:

Zahnhöhe  $h_p = h_p^* \cdot m = 2 \cdot m + c_p$

Kopfhöhe  $h_{ap} = h_{ap}^* \cdot m = 1 \cdot m$

Fußhöhe  $h_{fp} = h_{fp}^* \cdot m = 1 \cdot m \cdot c_p$

gemeinsame Zahnhöhe  $h_{WP} = h_{WP}^* \cdot m = 2 \cdot h_{ap} = 2 \cdot m$   
wobei  $c_p =$  Kopfspiel und  $h_p^*, h_{ap}^*$  und  $h_{fp}^*$  Faktoren für die jeweiligen Bezugsgrößen sind.

Das Kopfspiel beträgt i. Allg.  $c_p = m \cdot c_p^* \cdot m = 0,1 \cdot m$  bis  $0,4 \cdot m$  und hängt vom Verzahnwerkzeug und von speziellen Anforderungen an das Getriebe ab.

Die nutzbaren Flanken werden durch die geraden Teile der Zahnflanken gebildet. Bei stetigem Übergang der Geraden ist die Fuß-Formhöhe des Bezugsprofils

$$h_{FIP} = h_{fp} - q_{fp} \cdot (1 - \sin \alpha_p)$$

Bezugsprofile für Stirnräder mit Fußfreischnitt und Flankenformkorrekturen s. DIN 3960, s. Norm.

Bezugsprofile der Verzahnungswerkzeuge für Evolventenverzahnung nach DIN 867 s. DIN 3972, s. Norm.

**DIN 780-1 Modulreihe für Zahnräder – Teil 1: Moduln für Stirnräder (Mai 1977)**

**DIN 780-2 – Teil 2: Moduln für Zylinderschneckengetriebe (Mai 1977)**

Die Moduln der Reihen I und II stimmen im Bereich von  $m = 1$  mm bis  $m = 50$  mm mit den metrischen Moduln der Norm ISO 54 – Moduln und Diametral Pitches für Stirnräder für den allgemeinen Maschinenbau und den Schwermaschinenbau – überein. Die in der Reihe II enthaltenen Klammerwerte sind bis auf den Modul 6,5 nicht in der ISO-Norm enthalten. Moduln unter 1 mm und über 50 mm sind ebenfalls nicht in der ISO 54 vorhanden.

In den angelsächsischen Ländern verwendet man an Stelle des Moduls den Diametral Pitch. Zwischen Modul  $m$  in mm und Diametral Pitch in 1/Zoll besteht die Beziehung  $m = 25,4/P$

Tabelle zum Vergleich der Modulreihe mit den in mm umgerechneten Diametral Pitch-Werten s. Erläuterungen zu Teil 1 der Norm.

**Teil 1 Moduln für Stirnräder.** Die Moduln gelten für die Normalschnitte von Stirnrädern nach DIN 3960 und von entsprechenden Schrauberrädern nach DIN 868, s. Normen. Reihe I soll gegenüber Reihe II bevorzugt angewendet werden. In der Norm sind in Reihe II eingeklammerte Moduln 3,25; 3,75; 4,25; 4,75; 5,25; 5,75; 6,5; 27; 30; 39 und 42 aufgeführt, die jedoch nur für Sonderzwecke vorgesehen sind.

Tabelle 473.2 Moduln  $m$  in mm für Stirnräder

Reihe		Reihe													
I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
0,05		0,5	0,55	3	3,5	32	36	0,16	0,18	1	1,125	10	11		
	0,055														
0,06		0,6	0,65	4	4,5	40	45	0,20	0,22	1,25	1,375	12	14		
	0,07														
0,08		0,7	0,75	5	5,5	50	55	0,25	0,28	1,5	1,75	16	18		
	0,09														
0,1		0,8	0,85	6	7	60	70	0,3	0,35	2	2,25	20	22		
	0,11														
0,12		0,9	0,95	8	9			0,4	0,45	2,5	2,75	25	18		
	0,14														

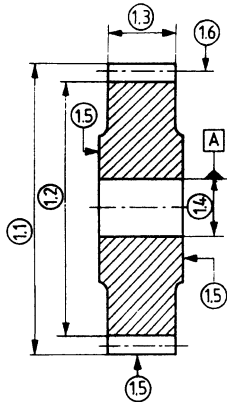
**Teil 2 Moduln für Zylinderschneckengetriebe.** Die Moduln gelten für Axialschnitte der Zylinderschnecken nach DIN 3975 (s. Norm) und für die Teilkreise der zugehörigen Schneckenräder.

**DIN 3966-1 Angaben für Verzahnungen in Zeichnungen – Teil 1: Angaben für Stirnrad- (Zylinderrad-) Evolventenverzahnungen (Aug 1978)**

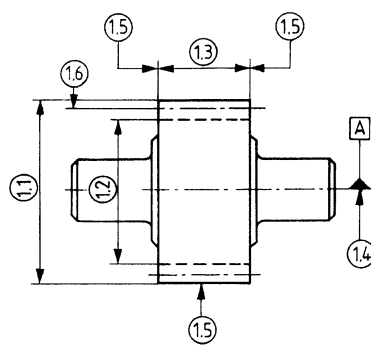
**DIN 3966-2 – Teil 2: Angaben für Geradzahn-Kegelradverzahnungen (Aug 1978)**

**DIN 3966-3 – Teil 3: Angaben für Schnecken- und Schneckenradverzahnungen (Nov 1980) (s. Norm)**

Teil 1 stimmt im Wesentlichen mit der Internationalen Norm ISO 1340 – Zylinderrad-Verzahnungen – überein; sie enthält zusätzliche Angaben. Die Angaben gelten für das fertige Stirnrad.

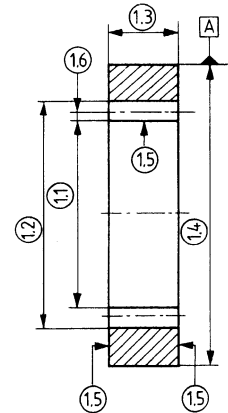


**Bild 474.1**  
Maße und Kennzeichen in der  
Zeichnung, Außenverzahnung  
mit Lagerbohrung



(Erläuterungen zu den Maßen s. lfd. Nr. in Tab. 474.4)

**Bild 474.2**  
Maße und Kennzeichen in der Zeichnung,  
Außenverzahnung mit Lagerzapfen



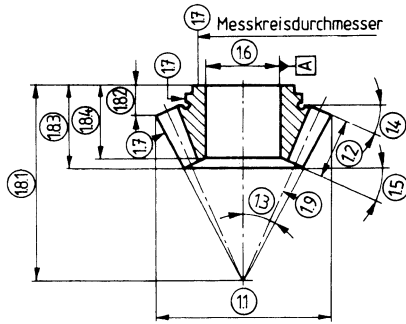
**Bild 474.3**  
Maße und Kennzeichen in der  
Zeichnung, Innenverzahnung

**Tabelle 474.4** Zeichnungsangaben nach DIN 3966-1

Lfd. Nr	Benennung	Maßbuchst.	Bemerkungen
1.1	Kopfkreisdurchmesser	$d_a$	bei Bedarf mit Angabe der Abmaße
1.2	Fußkreisdurchmesser	$d_f$	bei Bedarf, wenn keine Zahnhöhe $h$ angegeben wird, bei Bedarf mit Angaben der Abmaße
1.3	Zahnbreite	$b$	
1.4	Kennzeichen der Bezugselemente	–	Bezugselemente für die Rundlauf- und Planlauf-tolerierung ist die Radachse (Eintragung nach DIN EN ISO 1101)
1.5	Rundlauf- und Planlauf-toleranz sowie Parallelität der Stirnflächen des Radkörpers	–	wenn die Anforderungen über DIN ISO 2768-2 hinausgehen, sind Rundlauf- und Planlauf-toleranzen nach DIN EN ISO 1101 festzulegen
1.6	Oberflächen-Kennzeichen für die Zahnflanken nach DIN ISO 1302		erforderlichenfalls sind auch Oberflächen-Kennzeichen für die Zahnfuß- und Fußrundungsflächen anzugeben
1.7	Kennzeichnung der Arbeitsflanken		bei Bedarf, z. B. durch den Hinweis „Arbeitsflanke“ in einem Stirnschnitt (s. DIN 868, s. Norm)

**Angaben in besonderer Tabelle**

2.1	Modul	$m$	es ist das Normalmodul $m_n$ anzugeben
2.2	Zähnezahl	$z$	
2.3	Bezugsprofil Verzahnung		bei Schrägstirnrädern gilt das Bezugsprofil für den Normalschnitt
2.4	Werkzeug-Bezugsprofil		DIN 3972 oder DIN 58412, s. Normen bzw. besondere Zeichnung
2.5	Schrägungswinkel	$\beta$	s. DIN 3960, s. Norm
2.6	Flankenrichtung		bei Schrägstirnrädern
2.7	Teilkreisdurchmesser	$d$	der Teilkreisdurchmesser ergibt sich aus den voranstehenden Verzahnungsdaten und wird auch für die Erzeugung und Prüfung nicht gebraucht. Er braucht daher nicht angegeben zu werden.
2.8	Grundkreisdurchmesser	$d_b$	der Grundkreisdurchmesser kann weggelassen werden, wenn er für die Erzeugung oder Prüfung der Verzahnung nicht nötig ist
2.9	Profilverschiebungsfaktor	$x$	der Faktor ist mit Vorzeichen „+“ oder „-“ anzugeben
2.10	Zahnhöhe	$h$	es wird das Nennmaß der Zahnhöhe $h$ , das auch die Kopfhöhen-änderung $k \cdot m_n$ enthält, angegeben, sodass aus dem Kopfkreis-durchmesser in der Zeichnung und der Zahnhöhe $h$ das Nennmaß des Fußkreisdurchmessers berechnet werden kann



Teil 2 stimmt im Wesentlichen mit der Internationalen Norm ISO 1341 – Geradzahn-Kegelradverzahnungen – überein; sie enthält zusätzliche Angaben. Die Angaben gelten für das fertige Kegelrad.

Weitere DIN-Normen für Getriebe und Zahnräder, z. B. für Stirnräder DIN 3960, DIN 3992 und DIN 3994 Profilverschiebung, DIN 3976, Zylinderschnecken DIN 3961, DIN 3962-1 bis DIN 3962-3, DIN 3963 und DIN 3967 Toleranzen.

Bild 475.1 Maße und Kennzeichen in der Zeichnung, Kegelräder

Tabelle 475.2 Zeichnungsangaben nach DIN 3966-2

Lfd. Nr	Benennung	Maßbuchst.	Bemerkungen
<b>Maße und Kennzeichen in der Zeichnung</b>			
1.1	Kopfkreisdurchmesser	$d_a$	mit Grenzabmaßen
1.2	Zahnbreite	$b$	
1.3	Kopfkegelwinkel	$\delta_a$	
1.4	Komplementwinkel des Rückenkegelwinkels	$\delta$	
1.5	Komplementwinkel des inneren Ergänzungskegelwinkels		bei Bedarf
1.6	Kennzeichen des Bezugslements		Bezugslement für die Rundlauf- und Planlauf-tolerierung ist die Radachse (Eintragung nach DIN EN ISO 1101)
1.7	Rundlauf- und Planlauf-toleranz des Radkörpers		Bei Anforderungen über DIN ISO 2768-2 sind Rundlauf- und Planlauf-toleranzen nach DIN EN ISO 1101 festzulegen
1.8	Axiale Abstände von der Bezugsstirnfläche 1.8.1 Einbaumaß 1.8.2 Äußerer Kopfkreisabstand 1.8.3 Innerer Kopfkreisabstand 1.8.4 Hilfsebenenabstand		gegebenenfalls tolerieren
1.9	Oberflächen-Kennzeichen für die Zahnflanken nach DIN ISO 1302		erforderlichenfalls auch für die Zahnfuß- und Fußrundungsflächen
1.10	Kennzeichnung der Arbeitsflanke in einem Stirnschnitt		bei Bedarf, z. B. durch den Hinweis „Arbeitsflanke“ (s. DIN 868, s. Norm)

**Angaben in besonderer Tabelle**

2.1	Modul	$m$	
2.2	Zähnezahl	$z$	
2.3	Teilkegelwinkel	$\delta$	
2.4	Äußerer Teilkreisdurchmesser	$d_e$	
2.5	Äußere Teilkegellänge	$R_e$	
2.6	Planradzähnezahl	$z_p$	
2.7	Zahndicken-Halbwinkel	$\psi_D$	
2.8	Fußwinkel oder Fußkegelwinkel	$\delta_f \delta_f$	
2.9	Profilwinkel	$\alpha_D$	
2.10	Verzahn-toleranzen u. d. Prüfmaße		
2.11	Verzahnungsqualität		Angaben nach DIN 3965-1 bis DIN 3965-4, s. Normen
2.12	Zahndicke und Zahndickenmaße		wenn kein anderes Prüfmaß vorgeschrieben ist, Nennmaß der Zahndickensehne im Rücken mit Grenzabmaßen und die zugehörige Höhe über der Sehne

## 11.4.2 Naben, Wellen

### DIN ISO 14 Keilwellen-Verbindungen mit geraden Flanken und Innenzentrierung, Maße, Toleranzen, Prüfung (Dez 1986)

Tabelle 476.1 Nennmaße für Keilwellen- und Keilnaben-Profil mit geraden Flanken (Auszug)

$d$ in mm	Leichte Reihe				Mittlere Reihe			
	Kurzzeichen <sup>1)</sup>	$N$	$D$ in mm	$B$ in mm	Kurzzeichen <sup>1)</sup>	$N$	$D$ in mm	$B$ in mm
16					$6 \times 16 \times 20$	6	20	4
18					$6 \times 18 \times 22$	6	22	5
21				6	$6 \times 21 \times 25$	6	25	5
23	$6 \times 23 \times 26$	6	26	6	$6 \times 23 \times 28$	6	28	6
26	$6 \times 26 \times 30$	6	30	7	$6 \times 26 \times 32$	6	32	6
28	$6 \times 28 \times 32$	6	32		$6 \times 28 \times 34$	6	34	7
32	$8 \times 32 \times 36$	8	36	6	$8 \times 32 \times 38$	8	38	6
36	$8 \times 36 \times 40$	8	40	7	$8 \times 36 \times 42$	8	42	7
42	$8 \times 42 \times 46$	8	46	8	$8 \times 42 \times 48$	8	48	8
46	$8 \times 46 \times 50$	8	50	9	$8 \times 46 \times 54$	8	54	9
52	$8 \times 52 \times 58$	8	58	10	$8 \times 52 \times 60$	8	60	10
56	$8 \times 56 \times 62$	8	62	10	$8 \times 56 \times 65$	8	65	10
62	$8 \times 62 \times 68$	8	68	12	$8 \times 62 \times 72$	8	72	12

<sup>1)</sup> Das Kurzzeichen für ein Keilwellen- oder Keilnaben-Profil setzt sich zusammen aus: Anzahl der Keile  $N \times$  Innendurchmesser  $d \times$  Außendurchmesser  $D$ .

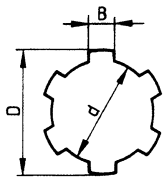


Bild 476.2 Keilwellen- und Keilnabenprofil nach DIN ISO 14

**Beispiel** Welle (oder Nabe)  $6 \times 23 \times 26$

Toleranzen für Nabe und Welle sowie für Symmetrie s. Norm.

Nennmaße  $d = 11\ 13$  (nur mittlere Reihe)  $72\ 82\ 92\ 102$  und  $112$  s. Norm.

Soweit Anzahl und Breite der Keile der leichten und mittleren Reihe übereinstimmen, sind gewisse Werkzeuge und Lehren für Profile derselben Durchmesser in beiden Reihen anwendbar.

### DIN 5464 Keilwellen-Verbindungen mit geraden Flanken – Schwere Reihe (Sep 1965)

Die Stufung der Nennmaße stimmt überein mit der Stufung in DIN ISO 14 (beginnend mit  $d = 16$ ).

Die Anzahl der Keile ist gegenüber der leichten und mittleren Reihe größer, dagegen die Breite der Keile kleiner.

### DIN 5481 Passverzahnungen mit Kerbflanken (Jun 2005)

Festgelegt sind Passverzahnungen mit Kerbflanken (Kerbverzahnungen) und konstantem Lückenwinkel der Außenverzahnung von  $60^\circ$  mit Zähnezahlen von 28 bis 42 in einem Nennmaßbereich von 7 mm bis 60 mm.

Passverzahnungsverbindungen mit Kerbflanken nach dieser Norm dienen zur lösbaren oder festen, aus Verschleißgründen nicht verschiebbaren, Verbindung von Naben und Wellen. Da die Zähne relativ klein sind, können nur kleine Drehmomente übertragen werden.

Folgende Grundsätze gelten für diese Norm:

- Konstanter Lückenwinkel der Welle;
- Die Zahnflanken der Wellen dürfen durch Herstellung mit geradflankigem Walzfräser gekrümmt sein;
- Werden mit Rücksicht auf die Herstellung der Naben im Wälzverfahren mittels Schneidräder mit evolventenförmigen Flanken auch gekrümmte Zahnflanken der Nabe zugelassen, so ist dies zwischen Hersteller und Besteller besonders zu vereinbaren;
- Die Abmaße „grob“ für die Welle gelten, wenn die Kraft nur in einer Richtung wirkt (Stabfeder);
- Flankenzenrierung.

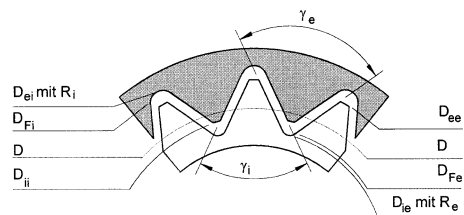


Bild 476.3 Durchmesser der Naben und Wellen



Die Nenndurchmesser beschreiben jeweils die gerundeten Innendurchmesser der Naben und die Außendurchmesser der Wellen z. B. 7 × 8. Diese werden mit A11 bzw. a11 toleriert. Der Teilkreis liegt annähernd in Zahnmitte. An diesem Durchmesser sind Zahndicke und Zahnücke eines Werkstückes annähernd gleich. Der Formkreis ergibt sich, wenn bei konstanter Zahndicke bzw. Zahnücke der angegebene maximale Radius den Fußkreisdurchmesser erzeugt (s. Bild 476.3).

Für die Welle sind die Grenzabmaße fein und grob (etwa doppelte Werte von fein) vorgesehen. Grobe Grenzabmaße gelten für Wellen, die nur in einer Richtung beansprucht werden, z. B. Drehstabfedern; die **Bezeichnung** lautet dann z. B. **Kerbverzahnung DIN 5481 – 10 × 12 g**.

Passverzahnungen mit Evolventenflanken und Bezugsdurchmesser, Grundlagen s. DIN 5480-1, Nennmaße und Prüfmaße s. Teil 2, Qualitätsprüfung s. Teil 15 und Werkzeuge s. Teil 16.

## 11.5 Fluidtechnik

### 11.5.1 Allgemeines, Begriffe, Schaltzeichen<sup>1)</sup>

**DIN ISO 1219-1 Fluidtechnik – Grafische Symbole und Schaltpläne – Teil 1: Grafische Symbole (ISO 1219-1:1991) (Mrz 1996)**

**DIN ISO 1219-2 Fluidtechnik – Grafische Symbole und Schaltpläne – Teil 2: Schaltpläne (ISO 1219-2:1995) (Nov 1996)**

Die Norm enthält grundsätzliche Angaben über die Anwendung grafischer Symbole (s. auch Abschn. 9.8; die Darstellungen stimmen noch nicht mit den international vereinbarten Grundregeln überein) und erläutert ihre Anwendung in Hydraulik- und Pneumatik-Schaltplänen, -Systemen und -Geräten (s. Tab. 477.1).

Tabelle 477.1 **Grafische Symbole für fluidtechnische Systeme und Geräte**

*L* = Strichlänge, *E* = Linienbreite, *D* = Abstand zwischen Linien

<b>Linien</b> Anwendung		<b>Aufbereitungsgeräte</b> (Filter, Abscheider, Schmiergeräte, Wärmeaustauscher)	
Durchflussleitungen		<b>Steuerventile</b> , ausgenommen Rückschlagventile	
– Leitungsverbindung		<b>Feder</b>	
Mechanische Verbindungen (Wellen, Hebel, Kolbenstangen)		<b>Drosselung</b>	
Zum Umrahmen mehrerer Komponenten zu einer Baugruppe		<b>Richtung des Stroms und Art des Druckmittels</b>	
<b>Geräte</b> , ohne Ventile In der Regel Energieumformungseinheiten (Pumpe, Kompressor, Motor)		<b>Anzeige</b>	
Messinstrumente			
Rückschlagventile, Drehverbindungen, usw.			
Mechanische Gelenke, Rollen usw.			
Schwenkmotoren			

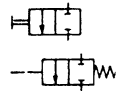

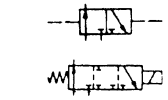


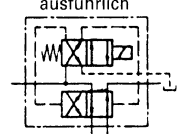

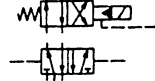



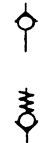
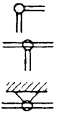

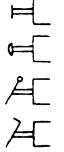
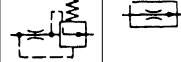
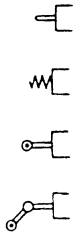

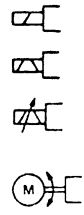



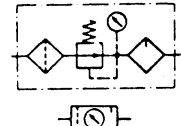
Fortsetzung s. nächste Seiten

<sup>1)</sup> S. auch DIN-Taschenbuch 170: Rohrleitungssysteme – Normen über graphische Symbole. Berlin, Wien, Zürich: Beuth Verlag GmbH.

Tabelle 477.1, Fortsetzung





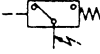
<p><b>Anzeige</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Durchflussweg und Richtung von Druckmittelstrom durch Ventile</li> <li>- mögliche Verstellbarkeit oder zunehmende Veränderbarkeit</li> </ul>		<p><b>Hydrospeicher</b></p>																					
<p><b>Hydraulik-Pneumatik-Stromleitung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Arbeitsleitung, Rücklaufleitung und Zuführleitung</li> <li>- Steuerleitung</li> <li>- Abfluss- oder Leckleitung</li> <li>- flexible Leitungsverbindung</li> </ul>		<p><b>Hydropumpe mit konstantem Verdrängungsvolumen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- mit einer Stromrichtung</li> <li>- mit zwei Stromrichtungen</li> <li>- mit Umkehrbarkeit der Stromrichtung</li> <li>- mit einer Stromrichtung</li> <li>- mit zwei Stromrichtungen</li> </ul> <p>Drehmomentwandler, Pumpen und/oder Motoren mit veränderlichen Verdrängungsvolumen, Ferngetriebe</p>																					
<p>Elektrische Leitung</p>		<p><b>Einfachwirkender Zylinder</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>ausführlich</th> <th>vereinfacht</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Rückhub durch nicht näher bestimmte Kraft</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Rückhub durch Feder</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		ausführlich	vereinfacht	Rückhub durch nicht näher bestimmte Kraft			Rückhub durch Feder														
	ausführlich	vereinfacht																					
Rückhub durch nicht näher bestimmte Kraft																							
Rückhub durch Feder																							
<p>Rohrleitungsverbindungen</p>		<p><b>Doppeltwirkender Zylinder</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- mit einfacher Kolbenstange</li> <li>- mit zweiseitiger Kolbenstange</li> </ul> <p>Differenzialzylinder</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>ausführlich</th> <th>vereinfacht</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>mit einfacher Kolbenstange</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>mit zweiseitiger Kolbenstange</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Differenzialzylinder</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		ausführlich	vereinfacht	mit einfacher Kolbenstange			mit zweiseitiger Kolbenstange			Differenzialzylinder											
	ausführlich	vereinfacht																					
mit einfacher Kolbenstange																							
mit zweiseitiger Kolbenstange																							
Differenzialzylinder																							
<p>gekreuzte Rohrleitungen</p>		<p><b>Darstellungsmethode von Ventilen</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>ausführlich</th> <th>vereinfacht</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ein Durchflussweg</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>zwei gesperrte Anschlüsse</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>zwei Durchflusswege</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>zwei Durchflusswege und ein gesperrter Anschluss</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>zwei Durchflusswege mit Verbindung zueinander</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>ein Durchflussweg in Nebenschlusschaltung, zwei gesperrte Anschlüsse</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		ausführlich	vereinfacht	ein Durchflussweg			zwei gesperrte Anschlüsse			zwei Durchflusswege			zwei Durchflusswege und ein gesperrter Anschluss			zwei Durchflusswege mit Verbindung zueinander			ein Durchflussweg in Nebenschlusschaltung, zwei gesperrte Anschlüsse		
	ausführlich	vereinfacht																					
ein Durchflussweg																							
zwei gesperrte Anschlüsse																							
zwei Durchflusswege																							
zwei Durchflusswege und ein gesperrter Anschluss																							
zwei Durchflusswege mit Verbindung zueinander																							
ein Durchflussweg in Nebenschlusschaltung, zwei gesperrte Anschlüsse																							
<p>Entlüftung</p>		<p><b>Drehverbindung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 1 Weg</li> <li>- 3 Wege</li> </ul> <p>Geräuschdämpfer</p>																					
<p><b>Auslassöffnung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ohne Vorrichtung für einen Anschluss</li> <li>- mit Gewinde für einen Anschluss</li> </ul>		<p><b>Durchflusswege</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ein Durchflussweg</li> <li>- zwei gesperrte Anschlüsse</li> <li>- zwei Durchflusswege</li> <li>- zwei Durchflusswege und ein gesperrter Anschluss</li> <li>- zwei Durchflusswege mit Verbindung zueinander</li> <li>- ein Durchflussweg in Nebenschlusschaltung, zwei gesperrte Anschlüsse</li> </ul>																					
<p><b>Energieabnahmestelle</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- mit Stopfen</li> <li>- mit Einnahmeleitung</li> </ul>		<p><b>Behälter</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- offen, mit der Atmosphäre verbunden</li> <li>- mit Rohrende über dem Flüssigkeitsspiegel</li> <li>- mit Rohrende unterhalb des Flüssigkeitsspiegels</li> <li>- mit Rohrende von unten im Behälter</li> <li>- Druckbehälter</li> </ul>																					
<p><b>Schnell-Kupplungen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Verbunden, ohne mechanisch öffnendes Rückschlagventil</li> <li>- Verbunden, mit mechanisch öffnenden Rückschlagventilen</li> <li>- entkuppelt, mit offenem Ende</li> <li>- entkuppelt, durch federloses Rückschlagventil gesperrtes Ende</li> </ul>		<p>Fortsetzung s. nächste Seiten</p>																					

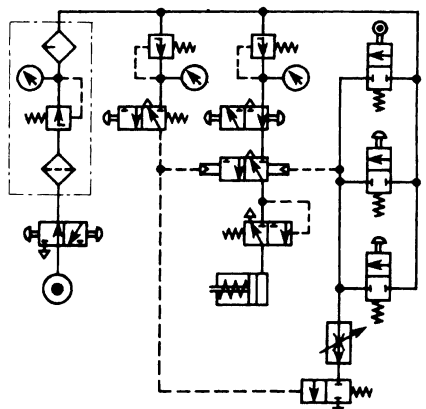
Tabelle 477.1, Fortsetzung

<p><b>2/2-Wegeventil</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- mit Handbetätigung</li> <li>- durch Druck betätigt (z. B. durch Druckbeaufschlagung) gegen eine Rückholfeder</li> </ul>		<p>Temperaturregler</p> 
<p><b>3/2-Wegeventil</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- durch Druck betätigt, in beiden Richtungen</li> <li>- durch Elektromagneten betätigt, mit Rückholfeder</li> </ul>		<p>Kühler</p>  <p>Vorwärmer</p> 
<p><b>4/2-Wegeventil</b></p> <p>Durch Druck in beiden Richtungen betätigt mittels eines Vorsteuerventils (mit einem einfachwirkenden Elektromagneten und einer Rückholfeder)</p>	<p>ausführlich</p> 	<p><b>Rotierende Welle</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- in einer Richtung</li> <li>- in beiden Richtungen</li> </ul> 
<p><b>5/2-Wegeventil</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- druckbetätigt, in beiden Richtungen</li> </ul>	<p>vereinfacht</p> 	<p>Raste</p>  <p>Sperrvorrichtung</p>  <p>Sprungwerk</p> 
<p><b>Rückschlagventil</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- unbelastet; öffnet, wenn der Einlassdruck höher ist als der Auslassdruck</li> <li>- federbelastet; öffnet, wenn der Einlassdruck höher ist als der Auslassdruck einschl. der Federanpresskraft</li> <li>- vorgesteuert</li> </ul>		<p><b>Gelenkverbindung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- einfach</li> <li>- mit Seitenhebel</li> <li>- mit festem Drehpunkt</li> </ul> 
<p><b>Rückschlagventil</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Schließen des Ventils</li> <li>- Öffnen des Ventils</li> </ul>		<p><b>Muskelkraftbetätigung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- durch Druckknopf</li> <li>- durch Hebel</li> <li>- durch Pedal</li> </ul> 
<p><b>Stromregelventil</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- mit konstantem Ausgangsstrom</li> </ul>	<p>ausführl. vereinf.</p> 	<p><b>Mechanische Betätigung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- durch Stößel oder Taster</li> <li>- durch Feder</li> <li>- durch Rolle</li> <li>- durch Rolle, nur in einer Richtung arbeitend</li> </ul> 
<p>Filter oder Siebe</p>		<p><b>Elektrische Betätigung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- durch Elektromagnet: <ul style="list-style-type: none"> <li>- mit 1 Wicklung</li> <li>- mit 2 Wicklungen, die gegeneinander wirken</li> <li>- mit 2 Wicklungen, die gegeneinander wirken und die ein stufenloses, veränderbares Verhalten aufweisen</li> </ul> </li> <li>- durch Elektromotor</li> </ul> 
<p><b>Wasserabscheider</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- mit Handbetätigung</li> </ul>		
<p>Lufttrockner</p>		
<p>Öler</p>		
<p>Aufbereitungseinheit</p>		

Fortsetzung s. nächste Seite

Tabelle 477.1, Fortsetzung

<p><b>Druckmessung</b> – Manometer</p>	
<p><b>Temperaturmessung</b> – Thermometer</p>	
<p><b>Strommessung</b> – Strommesser – Volumenmesser</p>	 
<p><b>Andere Geräte</b> Druckschalter (hydraulisch-elektrisch)</p>	
<p>Beispiel für die Anwendung der Sinnbilder für die Steuerung einer Kupplungsbetätigung, s. rechts</p>	



**DIN 24312 Fluidtechnik, Druck – Werte, Begriffe (Sep 1985)**

Die in dieser Norm enthaltenen Druckwerte wurden aus der Internationalen Norm ISO 2944 – Fluidtechnische Systeme und Geräte; Nenndrücke – übernommen und in Richtung niedrigerer Werte bis 0,001 und in Richtung höherer Werte bis 8000 bar erweitert.

Die in der Fluidtechnik hauptsächlich angewendeten Begriffe sind in Tab. 480.2 aufgeführt. Die an einem Hydrogerät auftretenden Benennungen sind aus Bild 480.1 zu ersehen.

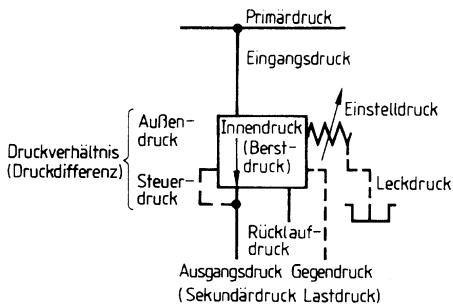


Bild 480.1 Benennungen an einem Hydrogerät

Tabelle 480.2 Genormte Druckwerte in bar = 100 kPa;  $1 \text{ Pa} = 1 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$  (fettgedruckte Werte bevorzugen)

0,001	0,01	0,1	1	10 16	100 160 200	1000 1600 2000
0,0025	0,025	0,25	2,5	25 40	250 315 400	2500 3150 4000
0,0063	0,063	0,63	6,3	6,3	500 630 800	5000 6300 8000

Tabelle 480.3 Begriffe der Fluidtechnik (Auszug aus DIN 24312). Sämtliche Benennungen werden, soweit dies ihre Definitionen zulassen, mit den auf das jeweilige Atmosphärendruckniveau bezogenen Druckwerten angewendet.

Benennung	Definition
<b>Absolutdruck</b>	Druck, gegenüber dem Druck Null im leeren Raum (s. DIN 1314)
<b>Ansprechdruck</b>	Druck, der eine Funktion auslöst
<b>Ausgangsdruck</b>	Druck im Ausgang eines Gerätes (bei Verdrängerpumpen auch Austrittsdruck)
<b>Ausschaltdruck</b>	Druck, bei dem ein Gerät oder eine Anlage ausgeschaltet wird (s. a. Ansprechdruck)
<b>Betriebsdruck</b>	entspricht Istdruck
<b>Druck</b>	Druck $p$ ist der Quotient aus der auf eine Fläche wirkenden Normalkraft $F_N$ und dem Inhalt $A$ der Fläche: $p = \frac{F_N}{A}$ (nach DIN 1314)
<b>Druckdifferenz</b>	Differenz zweier Drücke, die gleichzeitig an verschiedenen Orten vorhanden sind (nach DIN 1314)

Fortsetzung s. nächste Seite

Tabelle 480.3, Fortsetzung

Benennung	Definition
<b>Druckverlust</b>	Bleibende Druckminderung infolge Energieumwandlung (z. B. an einen Strömungswiderstand)
<b>Eingangsdruk</b>	Druck am Eingang eines Gerätes oder einer Anlage (bei Verdrängerpumpen auch Eintrittsdruck)
<b>Einschaltdruck</b>	Druck, bei dem ein Gerät oder eine Anlage eingeschaltet wird (s. a. Ansprechdruck)
<b>Gesamtdruck</b>	Summe der statischen und dynamischen Drücke an einem Ort
<b>Höchstdruck</b>	Obere Grenze eines kurzzeitig über den Nenndruck hinausgehenden Druckverlaufs, bei dem ein Gerät oder eine Anlage noch funktionsfähig ist
<b>Istdruck</b>	Zu einem bestimmten Zeitpunkt an einem bestimmten Ort vorhandener Druck
<b>Mindestdruck</b>	Untere Grenze eines Druckverlaufs, bei welcher ein Gerät oder eine Anlage noch funktionsfähig ist
<b>Nenndruck</b>	Druck, für den Geräte oder Anlagen unter definierten Bedingungen zur Erzielung der Funktionsfähigkeit ausgelegt sind
<b>Normdruck</b>	$p_n = 101325 \text{ Pa}$ (s. DIN 1314) <sup>1)</sup>
<b>Prüfdruck</b>	Statischer Druck oberhalb des Nenndrucks zum Prüfen eines Gerätes oder einer Anlage unter definierten Prüfbedingungen
<b>Solldruck</b>	Zu einem bestimmten Zeitpunkt an einem bestimmten Ort geforderter Druck
<b>Steuerdruck</b>	Der für einen Steuervorgang erforderliche Druck
<b>Summendruck</b>	Summe der Drücke in den Arbeitsanschlüssen zum Stellglied
<b>Überdruck</b>	Atmosphärische Druckdifferenz; Absolut- minus Atmosphärendruck (s. DIN 1314)
<b>Umlaufdruck</b>	Druck, der in einer auf Umlauf geschalteten Anlage herrscht
<b>Unterdruck</b>	Bereich mit negativen Werten des Überdruckes (Wort „Überdruck“ nicht mehr als Benennung für eine Größe verwenden; s. DIN 1314)
<b>Verdichtungsdruck</b>	Druck des verdichteten Fluids bei einem bestimmten verringerten Volumen
<b>Zulässiger Druck</b>	Druck, bis zu dem ein Gerät oder eine Anlage funktionsfähig ist und aus sicherheitstechnischen Gründen betrieben werden darf (entspricht Nenndruck)

<sup>1)</sup> Der Wert von  $p_n$  ist gleich 1 physikalische Atmosphäre = 1 atm.

## 11.5.2 Schlauchleitungen, allgemein<sup>1)</sup>

### DIN 24950-1 Fluidtechnik – Schlauchleitungen, Begriffe (Jul 1978)

Die Norm enthält die für Schlauchleitungen in der Fluidtechnik gebräuchlichen Begriffe, die sinngemäß auch in anderen Fachbereichen angewendet werden sollen.

Maße und Anforderungen an Schlauchleitungen sind in DIN 20066 festgelegt (s. Norm).

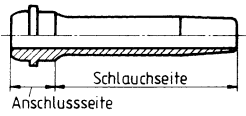
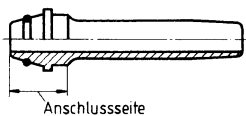
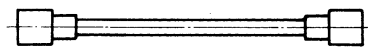
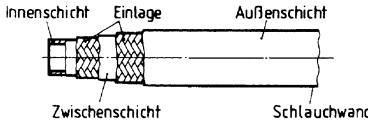
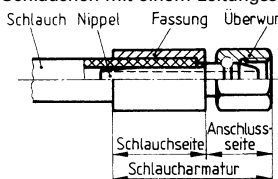
Tabelle 481.1 Begriffe von Schlauchleitungen der Fluidtechnik (Auswahl aus DIN 24950-1)

Benennung	Definition
Anschlussseite der Armatur	Nach Form der anschlussseitigen Befestigung werden Schlaucharmaturen durch nachfolgende Zusätze benannt:
Schraubanschluss	Mit Gewinde versehene Anschlussseite einer Schlaucharmatur
Rohranschluss	Mit Rohr versehene Anschlussseite einer Schlaucharmatur, insbesondere für lötlöse Rohrverschraubung
Flanschanschluss	Mit Flansch versehene Anschlussseite einer Schlaucharmatur
Ringanschluss	Mit Ringauge versehene Anschlussseite einer Schlaucharmatur
Kupplungsanschluss	Mit einer symmetrischen oder asymmetrischen Kupplungshälfte versehene Anschlussseite einer Schlaucharmatur

Fortsetzung s. nächste Seite

<sup>1)</sup> S. auch DIN-Taschenbuch 174: Schlauchleitungen für die Fluidtechnik. Berlin, Wien, Zürich: Beuth Verlag GmbH.

Tabelle 481.1, Fortsetzung

Benennung	Definition	
Bundanschluss	Mit Bund versehene Anschlussseite einer Schlaucharmatur	
Nippel (Tülle; Schlauchstutzen)	 <p>Schlauchnippel mit Dichtkopf</p>	<p>Bauteil, das in den Schlauch eingebracht wird und anschlussseitig die Verbindung herstellt</p> <p>Zur eindeutigen Benennung gehört in der nachfolgenden Reihenfolge die Angabe</p> <p>a) der Form der schlauchseitigen und</p> <p>b) der Form der anschlussseitigen Befestigung</p>
Schraubnippel	Bauteil für Schraubarmatur, das in den Schlauch eingeschraubt wird	
Pressnippel	Bauteil für Pressarmatur, das in den Schlauch eingebracht wird	
Stecknippel	Bauteil, das in den Schlauch gesteckt wird und durch eine Segmentfassung oder durch eine Schlauchschelle mit dem Schlauch verbunden oder auch ohne Sicherung verwendet wird	
Nippel mit Dichtkopfanschluss		Dargestellt ist ein Dichtkegel mit O-Ring
Schutzüberzug	Zusätzlich über der Schlauchleitung oder über Teilen derselben angebrachter Schutz gegen äußere Einflüsse jeglicher Art	
Schlauchleitung		Schlauch, funktionsfähig verbunden mit Schlaucharmaturen an einem oder beiden Enden
Schlauch		Flexibles, rohrförmiges Halbzeug, das aus einer oder mehreren Schichten oder Schichten und Einlagen aufgebaut ist
Einlage	In die Schlauchwand eingearbeitetes Material zur Gewährleistung der notwendigen Festigkeit. Es kann unterschieden werden nach	
	a) Werkstoff, wie z. B. Textil, Stahl und b) Art der Herstellung, wie z. B. gestrickt, gewirkt, geklöppelt, gewebt oder gewickelt	
	Umlage, wenn das Material die äußere Lage der Schlauchwand darstellt	
Druckträger (Festigkeitsträger)	Einlage (Umlage), die dem Schlauch die notwendige Festigkeit gegenüber positivem und/oder negativem Überdruck gibt	
Außenschutz	Im Sonderfall außen liegende Spiralen, Geflechte oder Lagen, die einen zusätzlichen Schutz bieten und Bestandteil von Schläuchen sind	
Schlaucharmatur	<p>Einzelteil oder Baugruppe einer Schlauchleitung zur funktionstüchtigen Verbindung von Schläuchen mit einem Leitungssystem oder untereinander</p> <p>Schlauch Nippel Fassung Überwurfmutter</p> 	

### 11.5.3 Ölhydraulik

Für die Bauteile von Ölhydraulik-Systemen bestehen die folgenden wichtigsten DIN-Normen:

**DIN ISO 5597 Fluidtechnik – Hydraulikzylinder – Einbau Räume für Kolbenstangen und Kolbendichtungen für hin- und hergehende Anwendungen – Maße und Grenzabweichungen; Identisch mit ISO 5597: 1987 (Nov 1988)**

Die Norm legt die Maße und Grenzabweichungen für Dichtungseinbau Räume für Kolbendichtungen (Bohrungsdurchmesser  $D = 16$  bis 400) und für Stangendichtungen (Stangendurchmesser  $d = 6$  bis 360) fest.

**DIN ISO 6547 Fluidtechnik – Hydraulikzylinder – Einbau Räume für Kolbendichtungen mit Führungsringen – Maße und zulässige Abweichungen (Jun 1983)**

Die Norm legt die Maße und Grenzabweichungen für Einbau Räume und Führungsringe fest.

**DIN 24333 Fluidtechnik – Hydrozylinder 250 bar – Anschlussmaße (Jun 1979)**

**DIN 24336 – Hydrozylinder 100 bar – Anschlussmaße (Jun 1980)**

**DIN 24554 – Hydrozylinder 160 bar kompakt – Anschlussmaße (Sep 1990)**

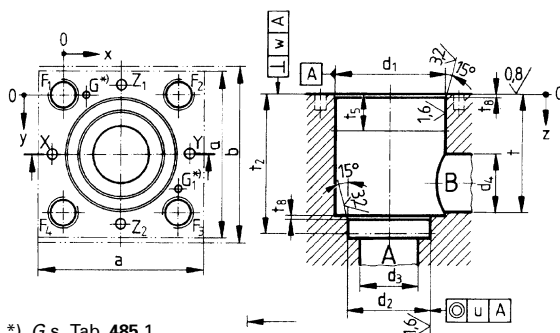
Diese Normen enthalten die notwendigen Maße, die eine Austauschbarkeit von Hydrozylindern ermöglichen.

**DIN 24340-2 Hydroventile – Teil 2: Lochbilder und Anschlussplatten für die Montage von Wegeventilen (Nov 1982)**

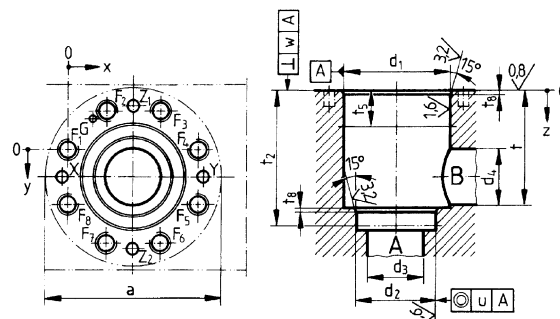
Lochbilder und Anschlussplatten dienen der einheitlichen Anordnung der Anschlüsse zwischen den Platten und Ventilen und sollen eine möglichst rasche und problemlose Austauschbarkeit der Ventile sicherstellen.

**DIN ISO 7368 Fluidtechnik – 2-Wege-Einbauventile – Einbaumaße; Identisch mit ISO 7368:1989 (Feb 1994)**

Die Norm gilt für 2-Wege-Einbauventile, die vorzugsweise in ölhydraulischen Steuerungen und in Steuerblöcke eingebaut werden.



\*) G s. Tab. 485.1



Bezeichnung von Einbauventilen s. Norm. Maße für 2-Wege-Einbauventile s. Bilder 483.1 und 483.2 sowie Tab. 484.1, 485.1 und 485.2.

Bild 483.1  
Einbaumaße für 2-Wege-Einbauventile mit quadratischem Deckel

Erläuterungen zu 483.1, 483.2 und 484.1:

A, B – Arbeitsanschlüsse  
X, Y – Steueranschlüsse  
Z – zus. Steueranschlüsse

Bild 483.2  
Einbaumaße für 2-Wege-Einbauventile mit rundem Deckel

Tabelle 484.1 Maße für Einbauventile nach DIN ISO 7368

Größe	06	08	09	10	11	12	13	14
d <sub>3</sub>	∅ 16 max.	∅ 25 max.	∅ 32 max.	∅ 40 max.	∅ 50 max.	∅ 63 max.	∅ 80 max.	∅ 100 max.
x	23	29	35	42,5	50	62,5	92,4	113,2
y	23	29	35	42,5	50	62,5	38,3	46,9
a	65	85	102	125	140	180	250	300
b	75	95	112	135	150	190	260	310
d <sub>1</sub>	∅ 32 H 8	∅ 45 H 8	∅ 60 H 8	∅ 75 H 8	∅ 90 H 8	∅ 120 H 8	∅ 145 H 8	∅ 180 H 8
x	23	29	35	42,5	50	62,5	92,5	113,2
y	23	29	35	42,5	50	62,5	38,3	46,9
z	43 ± 0,2	58 <sup>+0,1</sup> <sub>0</sub>	70 <sup>+0,1</sup> <sub>0</sub>	87 <sup>+0,1</sup> <sub>0</sub>	100 <sup>+0,1</sup> <sub>0</sub>	130 <sup>+0,1</sup> <sub>0</sub>	175 <sup>+0,2</sup> <sub>0</sub>	210 <sup>+0,2</sup> <sub>0</sub>
d <sub>2</sub>	∅ 25 H 8	∅ 34 H 8	∅ 45 H 8	∅ 55 H 8	∅ 68 H 8	∅ 90 H 8	∅ 110 H 8	∅ 135 H 8
x	23	29	35	42,5	50	62,5	92,5	113,2
y	23	29	35	42,5	50	62,5	38,3	46,9
z	56 <sup>+0,1</sup> <sub>0</sub>	72 <sup>+0,1</sup> <sub>0</sub>	85 <sup>+0,1</sup> <sub>0</sub>	105 <sup>+0,1</sup> <sub>0</sub>	122 <sup>+0,1</sup> <sub>0</sub>	155 <sup>+0,1</sup> <sub>0</sub>	205 <sup>+0,2</sup> <sub>0</sub>	245 <sup>+0,2</sup> <sub>0</sub>
d <sup>4</sup>	∅ 16	∅ 25	∅ 31,5	∅ 40	∅ 50	∅ 63	∅ 80	∅ 100
X	∅ 4 max.	∅ 6 max.	∅ 8 max.	∅ 10 max.	∅ 10 max.	∅ 12 max.	∅ 16 max.	∅ 20 max.
x	-2	-4	-6	-7,5	-8	-12,5	-7,6	-9,3
y	23	29	35	42,5	50	62,5	38,3	46,9
Y	∅ 4 max.	∅ 6 max.	∅ 8 max.	∅ 10 max.	∅ 10 max.	∅ 12 max.	∅ 16 max.	∅ 20 max.
x	48	62	76	92,5	108	137,5	192,4	235,7
y	23	29	35	42,5	50	62,5	38,3	46,9
Z <sub>1</sub>	∅ 4 max.	∅ 6 max.	∅ 8 max.	∅ 10 max.	∅ 10 max.	∅ 12 max.	∅ 16 max.	∅ 20 max.
x	23	29	35	42,5	50	62,5	92,4	113,2
y	-2	-4	-6	-7,5	-8	-12,5	-61,7	-75,6
Z <sub>2</sub>	∅ 4 max.	∅ 6 max.	∅ 8 max.	∅ 10 max.	∅ 10 max.	∅ 12 max.	∅ 16 max.	∅ 20 max.
x	23	29	35	42,5	50	62,5	92,4	113,2
y	48	62	76	92,5	108	137,5	138,3	169,4
F <sub>1</sub>	M 8	M 12	M 16	M 20	M 20	M 30	M 24	M 30
x	0	0	0	0	0	0	0	0
y	0	0	0	0	0	0	0	0
F <sub>2</sub>	M 8	M 12	M 16	M 20	M 20	M 30	M 24	M 30
x	46	58	70	85	100	125	54,1	66,3
y	0	0	0	0	0	0	54,1	66,3
F <sub>3</sub>	M 8	M 12	M 16	M 20	M 20	M 30	M 24	M 30
x	46	58	70	85	100	125	130,7	160,1
y	46	58	70	85	100	125	-54,1	-66,3
F <sub>4</sub>	M 8	M 12	M 16	M 20	M 20	M 30	M 24	M 30
x	0	0	0	0	0	0	184,8	226,4
y	46	58	70	85	100	125	0	0
G	∅ 4 H 13	∅ 6 H 13	∅ 6 H 13	∅ 6 H 13	∅ 8 H 13	∅ 8 H 13	∅ 10 H 13	∅ 10 H 13
x	12,5	13	18	19,5	20	24,5	35	42,9
y	0	0	0	0	0	0	-43,5	-53,5
z	8 min.	8 min.	8 min.	8 min.	8 min.	8 min.	8 min.	8 min.
u	0,03	0,03	0,03	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
w	0,05	0,05	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2
t	42,5 max.	57 max.	68,5 max.	84,5 max.	97,5 max.	127 max.	170,5 max.	205,5 max.
t <sub>2</sub>	54	70	83	102	117	150	200	239
t <sub>3</sub>	2	2,5	2,5	3	3	4	5	5
t <sub>5</sub>	20	30	30	30	35	40	40	50



Tabelle 485.1 Zusätzliche Maße für Haupt-Druckbegrenzungsventile mit quadratischem Deckel

Größe	06	08	09	10	11	12
G	∅ 4 H 13	∅ 6 H 13	∅ 6 H 13	∅ 6 H 13	∅ 8 H 13	∅ 8 H 13
x	46	58	70	85	100	125
y	33,5	45	52	62,5	80	100,5
z	4 min.	6 min.	6 min.	6 min.	8 min.	8 min.

Tabelle 485.2 Zusätzliche Maße für Einbauventile mit rundem Deckel

Größe	13	14	Größe	13	14
F <sub>5</sub>	M 24	M 30	F <sub>7</sub>	M 24	M 30
x	184,8	226,4	x	54,1	66,3
y	76,6	93,8	y	130,7	160,1
F <sub>6</sub>	M 24	M 30	F <sub>8</sub>	M 24	M 30
x	130,7	160,1	x	0	0
y	130,7	160,1	y	76,6	93,8

### DIN 24331 Ölhydraulik – Hydropumpen und Hydromotoren – Geometrisches Verdrängungsvolumen, Werte (Jan 1972)

Die Norm enthält Werte für das geometrische Verdrängungsvolumen  $V_g$  von Hydropumpen (auch geometrisches Fördervolumen genannt) und Hydromotoren (auch geometrisches Schluckvermögen genannt) mit rotierenden oder oszillierenden An- oder Abtrieben.

Geometrisches Verdrängungsvolumen  $V_g$  ist die geometrisch berechnete Summe sämtlicher maximaler Volumenänderungen der Druckkammern, die durch die Bewegung der Verdrängungselemente während einer Wellenumdrehung oder eines Doppelhubes entstehen, wobei Toleranzen, Spiel und Verformung unberücksichtigt bleiben.

Durch Zuordnen entsprechender Drehzahlen  $n$  und Wirkungsgrade  $\eta$  ergeben sich die effektiven Förderströme  $Q_{\text{eff}}$ .

$$Q_{\text{eff}} = V_g \cdot n \cdot \eta$$

Tabelle 485.3 Werte für geometrische Verdrängungsvolumen  $V_g$  in  $\text{cm}^3$  bei 1 Wellenumdrehung oder 1 Doppelhub (Auszug)

0,1	1	10	100	1000
	1,25	12,5	125	1250
0,16	1,6	16	160	1600
	2	20	200	2000
0,25	2,5	25	250	2500
	3,15	31,5	315	3150
0,4	4	40	400	4000
	5	50	500	5000
0,63	6,3	63	630	6300
	8	80	800	8000

(Die hier aufgeführten zu bevorzughenden Werte  $\cong$  der R 10 oder Normzahlen nach DIN 323-1.)

11

### DIN ISO 3019-2 Fluidtechnik – Maße und Bezeichnung für Anbauflansche und Wellenenden von Hydropumpen und -motoren – Teil 2: Metrische Baureihe (ISO 3019-2:2001) (Feb 2004)

Diese Norm legt eine metrische Baureihe von Anbauflanschen und Wellenenden für Hydropumpen und -motoren fest. Sie gibt Größen und Maße an und legt die Kennzeichnung sowohl für Zwei-Loch-, Vier-Loch- und Polygon-Anbauflansche (einschließlich Rundflansche) als auch für zylindrische Wellenenden mit Passfeder, für konische Wellenenden mit Passfeder und Außengewinde und für zylindrische Wellenenden mit metrischer Evolventenverzahnung fest.

Es sind folgende Anbauflansche festgelegt:

- Zwei-Loch-Anbauflansche,
- Vier-Loch-Anbauflansche,
- Polygon-Anbauflansche. Nennmaße und Flanschmaße s. Norm.

Ferner sind die Wellenenden-Bauformen enthalten, die einem der folgenden Typen entsprechen müssen:

- **zylindrisches Wellenende mit Passfeder,**
- **konisches Wellenende mit Passfeder und Außengewinde,**
- **zylindrisches Wellenende mit metrischer Evolventenverzahnung.**

Wellenenden-Referenz-Durchmesser, zu bevorzugende(r) Modul/Reihe, Anzahl der Zähne und min. Wellendurchmesser s. Norm.

#### DIN 24339 Fluidtechnik – Hydrobehälter aus Stahl – Maße, Anforderungen (Jun 1993)

Die Norm enthält Maße für drucklose Behälter aus Stahl für den Einsatz in hydraulischen Anlagen, in den Formen A ohne Auffangwanne und B mit Auffangwanne.

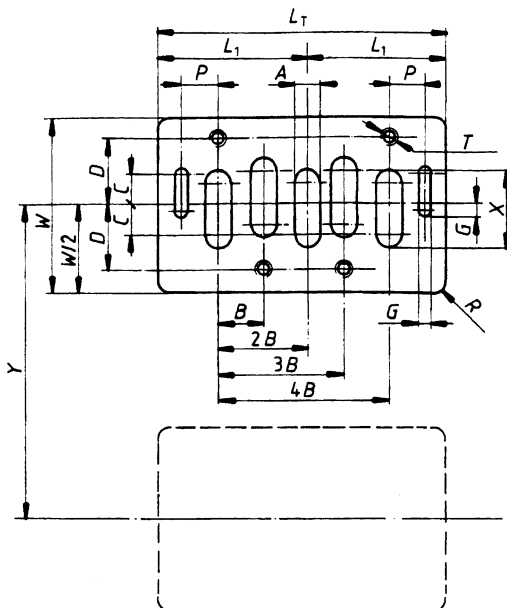
### 11.5.4 Pneumatik

#### DIN ISO 15552 Fluidtechnik – Pneumatik-Zylinder mit demontierbaren Befestigungsteilen 1000-kPa-(10-bar-)Reihe, Zylinderbohrungen von 32 mm bis 320 mm – Grund-, Anschluss- und Zubehörmaße (ISO 15552:2004) (Jul 2005)

Diese Norm legt eine metrische Baureihe von Grund-, Anschluss- und Zubehörmaßen fest, die für die Austauschbarkeit von Zylindern mit einseitiger Kolbenstange und für Zylinder mit durchgehender Kolbenstange erforderlich sind. Diese gelten sowohl für magnetisch abfragbare, als auch für nicht abfragbare Zylinder mit einem maximalen Bemessungsdruck von 1000 kPa (10 bar). Zylinderbohrungen: 32 40 50 63 80 100 125 160 200 250 320 mm

Maße des **Kolbenstangengewindes** n. DIN ISO 4395 – Fluidtechnik – Zylinder, Kolbenstangengewinde, Maße und Ausführungen (s. Norm). Hauptmaße s. Norm.

**Maße für Gelenkköpfe** nach DIN ISO 8139 – Fluidtechnik – Pneumatik-Zylinder 10-bar-Reihe, Gelenkköpfe, Anschlussmaße (s. Norm).



#### DIN ISO 5599-1 Fluidtechnik – 5-Wege-Pneumatikventile – Teil 1: Anschlussflächen, ohne elektrische Verbindung (ISO 5599-1:2001) (Jul 2005)

Die Norm legt Maße und Toleranzen der Verbindungsöffnungen von Anschlussflächen fest. Sie gilt für 5-Wege-Pneumatikventile mit einem maximalen Betriebsdruck von 16 bar. Es werden zwei verschiedene Anschlussflächen mit jeweils drei Größen festgelegt. Neben den in Bild 486.1 und Tab. 487.1 beschriebenen Größen 1, 2 und 3 für eine Anschlussfläche gibt es auch die Größen 4, 5 und 6 für die zweite Anschlussfläche.

*Anmerkung:* Auf einer Fläche mit einer Breite von  $Y$  und einer Länge von  $4 \times L_1$  min., deren Mitte die Anschlussfläche ist und diese einschließt, darf mit Ausnahme der Befestigungsschrauben nichts herausragen.

Bild 486.1 Anschlussfläche – Größen 1, 2 und 3

Tabelle 487.1 Maße (in Millimeter)

Größe	A	B	C	D	G <sup>1)</sup>	L <sub>1</sub>	L <sub>T</sub>	P	R	T <sup>2)</sup>	W	X	Y <sup>3)</sup>	Langloch- querschnitt mm <sup>2</sup>
						min.	min.		max.					
1	4,5	9	9	14	3	32,5	65	8,5	2,5	M 5 × 0,8	38	16,5	43	79
2	7	12	10	19	3	40,5	81	10	3	M 6 × 1	50	22	56	143
3	10	16	11,5	24	4	53	106	13	4	M 8 × 1,25	64	29	71	269

<sup>1)</sup> Die Mindesttiefe der Langlöcher muss gleich der Breite  $G$  sein.

<sup>2)</sup> Die Gewindelänge in der Platte muss mindestens das Zweifache des Gewinde- Nenndurchmessers  $T$  betragen.

<sup>3)</sup> Das Maß  $Y$  ist der kleinste Abstand zwischen den Achsen nebeneinander liegender Anschlussflächen bei verketteten Anschlussplatten.

## 11.6 Drahtseile<sup>1)</sup>

### DIN EN 12385-2 Stahldrahtseile – Sicherheit – Teil 2: Begriffe, Bezeichnungen und Klassifizierung (Apr 2004)

Dieser Teil der Norm definiert Begriffe, legt Bezeichnungen fest und teilt Drahtseile aus Stahldraht nach Klassen ein. Er ist zur Anwendung in Verbindung mit den nachfolgend aufgeführten anderen Teilen dieser Norm vorgesehen.

Er gilt für Seile, die nach dem Ausgabedatum der Norm hergestellt wurden.

Die anderen Teile dieser Norm sind:

- Teil 1: Allgemeine Anforderungen
- Teil 3: Informationen für Gebrauch und Instandhaltung
- Teil 4: Litzenseile für allgemeine Hebezwecke
- Teil 5: Litzenseile für Aufzüge
- Teil 6: Litzenseile für Schachtförderanlagen des Bergbaus
- Teil 7: Verschlossene Seile für Schachtförderanlagen des Bergbaus
- Teil 8: Zug- und Zug-Trag-Litzenseile für Seilbahnen zum Transport von Personen
- Teil 9: Verschlossene Tragseile für Seilbahnen zum Transport von Personen
- Teil 10: Spiralseile für den allgemeinen Baubereich

Teil 1 dieser Norm legt die allgemeinen Anforderungen für die Teile 4 bis 10 fest.

## 11.7 Spannungsverbindungen mit Anzug (Keile), Mitnehmerverbindungen ohne Anzug (Passfedern)

Für Anschlussmaße, insbesondere von zylindrischen Wellenenden, ist die aus nachstehenden Tabellen ersichtliche Zuordnung der Keil- und Passfedernquerschnitte ( $b \times h$ ) zu den Wellendurchmessern unbedingt einzuhalten. Die Querschnitte entsprechen denen des blanken Keilstahls, s. DIN 6880.

**DIN 6881 Spannungsverbindungen mit Anzug – Hohlkeile, Abmessungen und Anwendung (Feb 1956x)**

**DIN 6883 – Flachkeile, Abmessungen und Anwendung (Feb 1956x)**

**DIN 6884 – Nasenflachkeile, Abmessungen und Anwendung (Feb 1956)**

**DIN 6886 – Keile, Nuten, Abmessungen und Anwendung (Dez 1967)**

**DIN 6887 – Nasenkeile, Nuten, Abmessungen und Anwendung (Apr 1968)**

**DIN 6889 – Nasenhohlkeile, Abmessungen und Anwendung (Feb 1956)**

Die Normen DIN 6886 und DIN 6887 stimmen sachlich mit diesbezüglichen Beschlüssen in der internationalen Normung überein. In den Normen sind Werte für das Kantenbrechen des Keils und das Runden des Nutgrundes sowie die Nuttiefen der Welle und Nabe angegeben.

<sup>1)</sup> S. auch DIN-Taschenbuch 59: Drahtseile. Berlin, Wien, Zürich: Beuth Verlag GmbH.

Tabelle 488.1 Keile DIN 6881, DIN 6883, DIN 6884, DIN 6886, DIN 6887, DIN 6889

für Wellen- $\varnothing$ $d$	über bis	10 12	12 17	17 22	22 30	30 38	38 44	44 50	50 58	58 65	65 75	75 85
Breite $b$ bzw. $b_1$		4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22
Höhe $h$	DIN 6883, 6884				5	6	6	6	7	7	8	9
	DIN 6886, 6887	4	5	6	7	8	8	9	10	11	12	14
	DIN 6881, 6889				3,5	4	4	4,5	5	5	6	7
$t_1$ $t_2$	{ DIN 6881, 6883 6884, 6889				1,3 3,2	1,8 3,7	1,8 3,7	1,4 4	1,9 4,5	1,9 4,5	1,9 5,5	1,8 6,5
		DIN 6886, 6887	2,5 1,2	3 1,7	3,5 2,2	4 2,4	5 2,4	5 2,4	5,5 2,9	6 3,4	7 3,4	7,5 3,9
$h_1$		4,1	5,1	6,1	5,2	6,2	6,2	6,2	7,2	7,2	8,2	9,2
$h_2$					7,2	8,2	8,2	9,2	10,2	11,2	12,2	14,2
$h_3$					3,7	4,2	4,2	4,7	5,2	5,2	6,2	7,2
$h_4$					9	10	10	11	13	14	16	18
$h_5$		7	8	10	11	12	12	14	16	18	20	22
$h_6$					7,5	8	8	9	11	11	14	15
$r_1$ $r_2$	{ DIN 6881, 6883 6884, 6889 <sup>1)</sup>	0,2	0,2	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6
					15	19	22	25	29	33	38	43
	DIN 6883 von bis				20 70	25 90	32 125	36 140	45 180	50 200	63 220	70 250
	DIN 6881, von 6884, 6886 6887, 6889 bis	10 <sup>2)</sup> 45	12 <sup>2)</sup> 56	16 70	20 90	25 110	32 140	40 160	45 180	50 200	56 220	63 250

<sup>1)</sup> Für DIN 6886 und DIN 6887 wie für DIN 6885-1 und DIN 6885-2.

<sup>2)</sup> DIN 6887 erst ab 14.

Keile für Wellen- $\varnothing$  6 bis 10 (nur DIN 6886) und  $> 85$  s. Normen.

Stufung von  $l$ : 6 8 10 12 14 16 18 20 22 25 28 32 36 40 45 50 56 63 70 80 90 100 110 125 140 160 180 200 220 250 280 320 360 400.

Andere Normmaße nach DIN 323-1 nur wenn unvermeidlich.

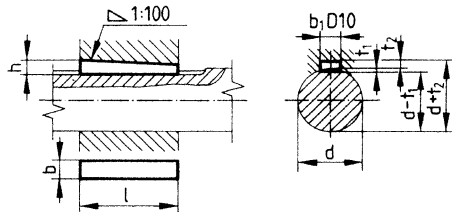
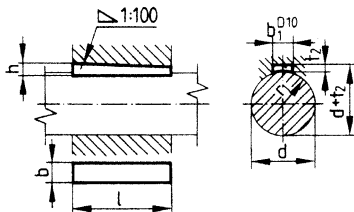
**Werkstoff:** St 60 ( $R_m \geq 600 N/mm^2$  im Fertigzustand); gleichwertige Angaben in DIN 6886; St 50-1 K (für Keil von  $h \leq 25$  mm) und St 60-2 K (für  $h > 25$  mm), DIN 6887: St 60-1. Andere Stahlsorten, z. B. Qualitäts- und Edelstähle, sind besonders zu vereinbaren.

Die **Bezeichnung** enthält keine Werkstoffangabe, sie besteht aus der Benennung, den Maßen  $b \times h \times l$  und der DIN-Nr, z. B.: **Hohlkeil DIN 6881-10  $\times$  4  $\times$  32**. Für Keile DIN 6886 ist der Formbuchstabe hinzuzufügen, z. B.: **Keil DIN 6886-A 10  $\times$  8  $\times$  32**.

Nach DIN 6881, DIN 6883, DIN 6884 und DIN 6889 ist  $r$  der Rundungshalbmesser des Nutgrunds.

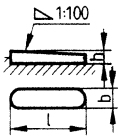
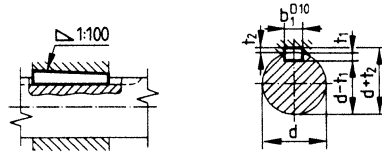
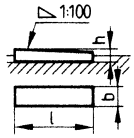
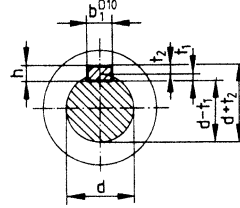
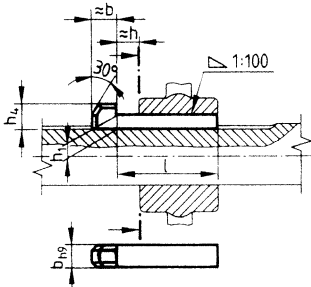
**DIN 6881** Hohlkeile für  $d > 22$  bis 150

**DIN 6883** Flachkeile für  $d > 22$  bis 230

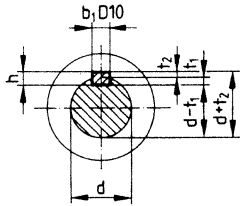
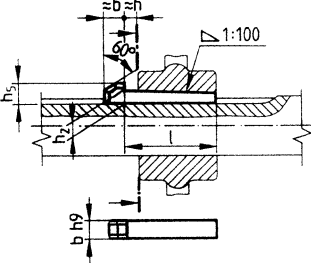
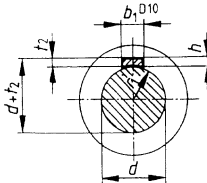
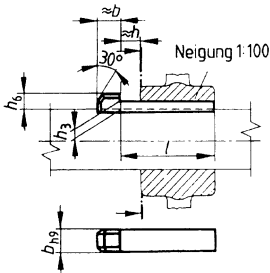


**DIN 6886** Keile für  $d > 6$  bis 500

Zulässige Grenzabweichungen für  $t_1$ ,  $t_2$  und  $l$ , außerdem Kantenbrechung des Keils sowie Rundung des Nutgrunds in Welle und Nabe wie DIN 6885 (s. nachstehend).

**A** rundstirnig  
(Einlegekeil)**B** geradstirnig  
(Treibkeil)**DIN 6884** Nasenflachkeile für  $d > 22$  bis 230**DIN 6887** Nasenkeile für  $d > 10$  bis 500

Zulässige Grenzabweichungen für  $t_1$ ,  $t_2$  und  $l$ , außerdem Kantenbrechung des Keils sowie Rundung des Nutgrunds in Welle und Nabe wie DIN 6885 (s. nachstehend).

**DIN 6889** Nasenhohlkeile für  $d > 22$  bis 150

In Fertigungs-Zeichnungen können für eine Wellennut beide Maße  $t_1$  sowie  $(d - t_1)$  und für eine Nabennut  $t_2$  sowie  $(d + t_2)$  angegeben werden; meistens wird jedoch die Angabe von  $t_1$  bzw.  $(d + t_2)$  genügen; s. auch DIN 406. Die Körperkante der Neigung (Anzugfläche) eines Keils erhält mittels einer Bezugslinie die Wortangabe eingepasst.

**DIN 6885-1 Mitnehmerverbindungen ohne Anzug, Passfedern – Teil 1: Nuten, hohe Form (Aug 1968)**

**DIN 6885-2 – Teil 2: Nuten, hohe Form für Werkzeugmaschinen, Abmessungen und Anwendung (Dez 1967)**

**DIN 6885-3 – Teil 3: niedrige Form, Abmessungen und Anwendung (Feb 1956)** (hier nicht behandelt, s. Norm)

Passfedern Form A und B können auch mit, Form E und F auch ohne Gewindeloch für Abdrückschraube geliefert werden. Die Senkung des Gewindelochs ist kegelig und nicht zylindrisch. Bei Form E und F ist die Abdrückschraube seitlich statt mittig angeordnet. So entsteht eine Hebelwirkung, die das Abheben erleichtert. Die Toleranzklasse für Nabennutbreite ist JS 9. Eine Befestigung mittels Spannhülse ist ebenfalls vorgesehen. Den Formen der Wellennut sind Kurzzeichen zugeordnet.

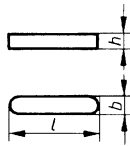
Die in Tab. 492.1 angegebenen Toleranzklassen für Nutbreiten gelten als Regelfälle für gefräste Nuten. Bei geräumten Nuten wird empfohlen, die Qualität IT 8 (P 8, N 8, JS 8 statt P 9, N 9, JS 9) anzuwenden. Für Spielpassung (Gleitsitz) sind Wellennut nach H 9 und Nabennut nach D 10 zu empfehlen.

Konventionelle Nutformen für Wellen sind N 1 und N 2. Form N 3 entsteht durch einen auf Spezial-Nutenfräsmaschinen verwendeten Nutenfräser, dessen Durchmesser kleiner ist als die Nutbreite.

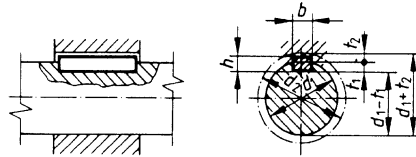
**Formen der Passfedern und Nuten DIN 6885-1**

für Werkzeugmaschinen gelten nach Teil 2 nur die Formen A, C und E.

**A rundstirnig<sup>1)</sup>**

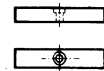
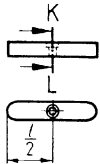


**B geradstirnig<sup>1)</sup>**



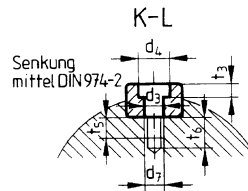
**C rundstirnig**

ab 8 × 7 mit Bohrung für 1 Halteschraube für Längen ≤ l (Tab. 494.1)



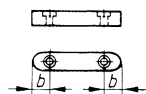
**D geradstirnig**

Bohrung für Halteschraube

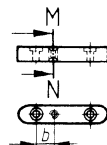


**E rundstirnig mit Bohrungen für 2 Halteschrauben<sup>1)</sup>**

für Längen > l (s. Tab. 494.1) 8 × 7 und 10 × 8

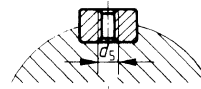


ab 12 × 8 zusätzlich mit Gewindebohrung für 1 oder 2 Abdrückschrauben

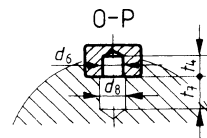


Gewinde für Abdrückschraube

**M-N**

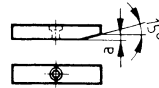


Bohrung für Spannhülse



<sup>1)</sup> Bezeichnung der Sonderfälle s. nächste Seite

- F** geradstirnig mit Bohrungen für 2 Halteschrauben<sup>1)</sup> für Längen  $> l$  (s. Tab. 492.1)  
8 × 7 und 10 × 8
- G** geradstirnig mit Schrägung und Bohrung für 1 Halteschraube
- H** geradstirnig mit Schrägung und Bohrungen für 2 Halteschrauben

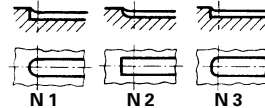
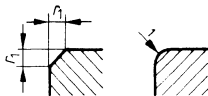
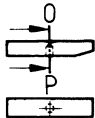


- J** geradstirnig mit Schrägung und Bohrung für 1 Spannhülse

gratfrei (allseitig) (nach Wahl des Herstellers)

Rundung des Nutgrundes für Welle und Nabe

**Nutformen für Wellen**



Grenzabmaße (mm) der Wellennut- und Nabennut-Tiefe ( $t_1$  und  $t_2$ ) für  $d_1 \leq 22$ : +0,1 > 22 bis 130: +0,2 der Passfederlänge  $l \leq 28$ : -0,2 > 28 bis 80: -0,3 > 80: -0,5

Für die Aufnahme der Passfedern dienenden Wellennuten gelten die gleichen Werte, jedoch mit Pluszeichen.

**Werkstoff:** Teil 1 für  $h \leq 25$  mm und Teil 2 für alle Größen St 50-1 K, Teil 1 für  $h > 25$  mm St 60-2 K. Andere Stahlorten, z. B. Qualitäts- und Edelstähle, sind besonders zu vereinbaren.

Die **Bezeichnung** ( $b \times h \times l$ ) enthält keine Werkstoffangabe, sie lautet z. B. für Form A:

**Passfeder DIN 6885-A 12 × 8 × 32**

<sup>1)</sup> **Bezeichnung der Sonderfälle** für Teil 1:

Sollen Passfedern Form A und B mit Bohrungen für Abdrückschrauben (S) geliefert werden, so ist dies besonders anzugeben, z. B.

**Passfeder DIN 6885-AS 12 × 8 × 56**

Die Formen A und B können auch kombiniert werden: ein Ende rundstirnig, das andere geradstirnig. Die Bezeichnung lautet dann z. B.

**Passfeder DIN 6885-AB 12 × 8 × 56**

außerdem für Passfedern 12 × 8 Form E (nach Teil 2 für Werkzeugmaschinen nur Form E).

Sollen Passfedern Form E und F ab 12 × 8 ohne Bohrungen für Abdrückschrauben (oS) geliefert werden, so ist dies besonders anzugeben, z. B.

**Passfedern DIN 6885-EoS 12 × 8 × 56**

Passfedern Teil 1 für  $d_1$  6 bis 10 und >95 bis 500 sowie Teil 2 >95 bis 170 s. Normen.

Fußnoten zu Tab. 492.1

<sup>1)</sup> Für Teil 2 (nur Form A, C und E) gelten die Maße  $t_1$ ,  $t_2$  und  $d_2$  in dem mit breiten Linien umrahmten Teil; alle übrigen Maße wie für Passfedern nach Teil 1.

<sup>2)</sup>  $t_2$  bei Übermaß ist für Ausnahmefälle vorgesehen, in denen die Passfeder nachgearbeitet (eingepasst) wird.

<sup>3)</sup>  $d_2$  ist der kleinste Durchmesser (Innenmaß) von Teilen, die zentrisch über die Passfeder geschoben werden können.

<sup>4)</sup> In ( ) sind die kleinsten Längen der Passfedern nach Teil 2 angegeben, sofern sie nicht mit Teil 1 übereinstimmen. Bedeutung der kursiv gedruckten Werte s. Bilder der Formen C, D, E und F.

<sup>5)</sup> Für Passfedern nach Teil 2 nur bis 250.

Tabelle 492.1 Passfedern, hohe Form DIN 6885-1 sowie nach DIN 6885-2 für Werkzeugmaschinen<sup>1)</sup>

Passfeder-Querschnitt (Keilstahl DIN 6880)	Breite $b$ Höhe $h$	4	5	6	8	7	10	8	12	14	16	18	20	22	25		
Wellendurchmesser $d_1$	über bis	10 12	12 17	17 22	22 30	30 38	38 44	44 50	50 58	58 65	65 75	75 85	85 95	95	95		
Welle	$b$ fester Sitz P 9 leichter Sitz N 9	4	5	6	8	8	10	12	14	16	16	18	20	22	25		
$t_1$ mit Rückenspiel		2,5	3	3,5	4	4	5	5	5,5	6	6	7	7,5	9			
Welle	$b$ fester Sitz P 9 leichter Sitz JS 9	4	5	6	8	8	10	12	14	16	16	18	20	22	25		
$t_1$ mit Rückenspiel bei Übermaß <sup>2)</sup>		1,8 1,2	2,3 1,7	2,8 2,2	3,3 2,4	3,3 2,4	3,3 2,4	3,8 2,9	4,3 3,4	4,3 3,4	4,3 3,4	4,4 3,9	4,9 3,9	5,4 4,4	5,4 4,4		
$a$ $d_2^3) = d_1 +$		- 4	- 5	- 6	- 6	3 8	3 8	3,5 9	4 11	4 11	4 11	4,5 11	5 12	5 14	5,5 14		
Passfeder $r_1$ Nut $r_2$	min./max. max./min.	0,16/0,25 0,16/0,08	0,25/0,40 0,25/0,16	0,40/0,60 0,40/0,25	0,6/0,8 0,6/0,4												
Welle $t_1$ Nabe $t_2$ $d_2 = d_1 +$		3 1,1 3	3,8 1,3 3,5	4,4 1,7 4	5,4 1,7 4,5	5,4 2,1 5,5	6 2,1 6	6,5 2,6 7	7,5 8 8	8 3,1 8,5	8 4,1 11	10 4,1 12	10 4,1 12	10 4,1 12	10 4,1 12		
$f^1)$	von bis	(10) 8 45	(12) 10 56	(16) 14 70	(20) 18 90	(25) 22 110	(32) 28 140	(40) 36 160	45 180 63	50 200 70	56 220 80	63 250 90	63 250 90	70 280 <sup>5)</sup> 90	70 280 <sup>5)</sup> 90		
Passfeder	$d_3$ $d_4$ $d_5$ $d_6$ H12				3,4 6 M3 4	4,5 8 M4 5	5,5 10 M5 6	6,5 10 M6 8	7,5 11 M8 10	8 11 M8 10	8 11 M8 10	8 11 M8 10	8 11 M8 10	8 11 M8 10	8 11 M8 10	9 15 M8 10	
Welle	$t_3$ $t_4$ $d_7$ $d_8$ $t_5$ $t_6$ $t_7$				2,4 4 M3 4,5	3,2 5 M4 5,5	4,1 6 M5 6,5	4,8 8 M6 9	6 10 M8 11	6 8 M8 11	6 8 M8 11	6 8 M8 11	6 8 M8 11	6 8 M8 11	6 8 M8 11	6 8 M8 11	6 8 M8 11
Zylinderschraube DIN EN ISO 1207, DIN 7984 oder DIN 6912 Spannhülse DIN EN ISO 8752					M3 × 8   M3 × 10	M4 × 10	M5 × 10	M6 × 12	M8 × 16	M5 × 10	M6 × 12	M6 × 12	M6 × 12	M6 × 12	M8 × 16	M8 × 16	

Stufung der Länge / s. unter Tab. 488.1  
Fußnoten s. vorhergehende Seite.



## 11.8 Federn<sup>1)</sup>

### DIN EN 13906-1 Zylindrische Schraubendruckfedern aus runden Drähten und Stäben – Berechnung und Konstruktion – Teil 1: Druckfedern (Jul 2002)

Die Norm legt Berechnungs- und Konstruktionsgrundlagen für zylindrische Schraubendruckfedern mit linearer Kennlinie aus runden Drähten und Stäben mit konstantem Durchmesser (s. Tab. 493.1) fest, bei denen die Hauptbeanspruchung in Richtung Federachse aufgebracht wird.

Dabei werden die Beanspruchungsarten, die bei der Federberechnung zu berücksichtigen sind, detailliert behandelt, z. B. statische und dynamische Beanspruchungen, Arbeitstemperaturen, Querfederung, Knickung, Stoßbeanspruchung. Weitere Einzelheiten s. Norm. Für Zugfedern s. DIN EN 13906-2 und für Drehfedern DIN EN 13906-3.

Tabelle 495.1 Druckfedern

Charakteristik	kaltgeformte Druckfedern	warmgeformte Druckfedern <sup>1)</sup>	warmgeformte Druckfedern <sup>2)</sup>
Draht- oder Stabdurchmesser	$d \leq 17 \text{ mm}$	$8 \text{ mm} \leq d \leq 60 \text{ mm}$	$9 \text{ mm} \leq d \leq 18 \text{ mm}$
Windungsdurchmesser	$D \leq 200 \text{ mm}$	$D \leq 460 \text{ mm}$	$D \leq 180 \text{ mm}$
Länge der unbelasteten Feder	$L_0 \leq 630 \text{ mm}$	$L_0 \leq 800 \text{ mm}$	$L_0 \leq 600 \text{ mm}$
Anzahl der federnden Windungen	$n \geq 2$	$n \geq 3$	$5 \leq n \leq 12$
Wickelverhältnis	$4 \leq w \leq 20$	$3 \leq w \leq 12$	$6 \leq w \leq 12$

<sup>1)</sup> Seriengröße  $\leq 5000$  Stück

<sup>2)</sup> Seriengröße  $> 5000$  Stück

### DIN 2098-1 Zylindrische Schraubenfedern aus runden Drähten – Teil 1: Baugrößen für kaltgeformte Druckfedern ab 0,5 mm Drahtdurchmesser (Okt 1968)

### DIN 2098-2 – Teil 2: Baugrößen für kaltgeformte Druckfedern unter 0,5 mm Drahtdurchmesser (Aug 1970)

Diese Normen gelten für zylindrische Druckfedern mit im federnden Teil gleichmäßiger Steigung, die in Richtung der Federachse beansprucht werden und die üblicherweise im Temperaturbereich von  $-30 \text{ }^\circ\text{C}$  bis  $+80 \text{ }^\circ\text{C}$  eingesetzt werden.

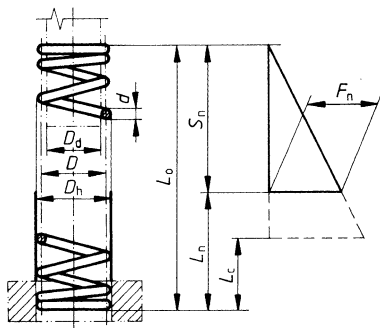


Bild 493.2

- $D_d$  Drahtaußendurchmesser in mm
- $D_h$  Hülseinnendurchmesser in mm
- $D$  Mittlerer Windungsdurchmesser in mm
- $L_0$  Länge der unbelasteten Feder in mm
- $L_c$  Blocklänge der Feder in mm  
(alle Windungen liegen aneinander)
- $L_n$  Kleinste zulässige Federlänge in mm
- $F_n$  Höchste zulässige Federkraft in N, zugeordnet der Federlänge  $L_n$
- $R$  Federrate in N/mm
- $d$  Drahtdurchmesser in mm
- $S_n$  Größter zulässiger Federweg in mm, zugeordnet der Federkraft  $F_n$
- $\eta$  Anzahl der federnden Windungen
- $\eta_t$  Gesamtanzahl der Windungen

**Bezeichnung** einer Druckfeder mit Drahtdurchmesser  $d = 0,25 \text{ mm}$  mittlerem Windungsdurchmesser  $D = 2 \text{ mm}$  und Länge  $L_0 = 8 \text{ mm}$ : **Druckfeder DIN 2098-0,25  $\times$  2  $\times$  8.**

<sup>1)</sup> S. auch DIN-Taschenbuch 29: Federn 1 – Berechnungen, Maße, Qualitätsanforderungen, Darstellungen, Bestellangaben; DIN-Taschenbuch 349: Federn 2 – Werkstoffe, Halbzeuge. Berlin, Wien, Zürich: Beuth Verlag GmbH.

Auf folgende Normen über Druck- und Zugfedern sei hingewiesen:

DIN 2090	Zylindrische Schraubendruckfedern aus Flachstahl; Berechnung
DIN 2091	Drehstabfedern mit rundem Querschnitt; Berechnung und Konstruktion
DIN 2092	Tellerfedern; Berechnung
DIN 2093	Tellerfedern; Maße, Qualitätsanforderungen
DIN 2095	Zylindrische Schraubenfedern aus runden Drähten; Gütevorschriften für kaltgeformte Druckfedern
DIN 2096-1	Zylindrische Schraubenfedern aus runden Stäben; Güteanforderungen bei warmgeformten Druckfedern
DIN 2097	Zylindrische Schraubenfedern aus runden Drähten; Gütevorschriften für kaltgeformte Zugfedern
DIN ISO 2162-1	Technische Produktdokumentation – Federn – Teil 1: Vereinfachte Darstellung
DIN ISO 2162-2	– Teil 2: Angaben für zylindrische Schraubendruckfedern

## 11.9 Bedienteile, Stellteile

Vierkante für Spindeln und Bedienteile s. DIN 79. Ergonomische Gestaltungsgrundsätze s. Abschn. 6.4.2.

### DIN 950 Handräder gekröpft – Nabenloch rund oder mit geradem Vierkant (Mrz 2000)

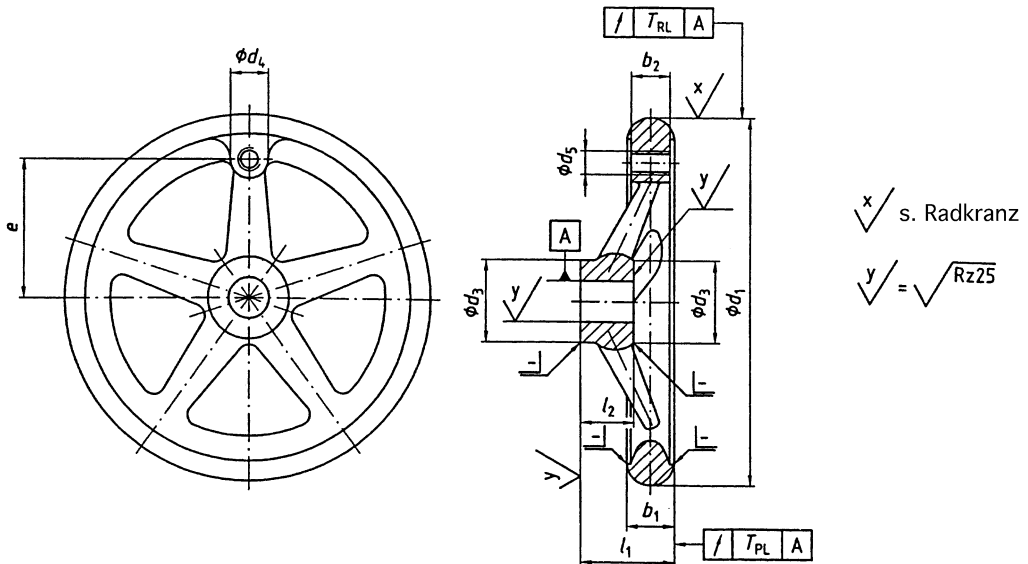


Bild 494.1 Handrad

Ausführung der Nabe:

Form B Handrad ohne Nut (Bild 495.2)

Form N Handrad mit Nut (Bild 495.3)

Form V Handrad mit Vierkant (Bild 495.4)

Tabelle 495.1 Maße der Handräder

$d_1^{1)}$	$d_2^{2)}$ H 7		$s^2)$ H 11	$b_1$	$b_2$ min.	$d_3$	$d_4$ min.	$e$	$l_1$	$l_2$	$d_5^{3)}$	Für Ballengriffe <sup>4)</sup> nach DIN 39 oder DIN 98 $d_1$	TPL/TRL <sup>5)</sup>	Anzahl der Speichen
	Reihe 1	Reihe 2												
80				14		24		27	29	16				
100	10	12	9	15	11	26	10	36	33	17	M 6	16	0,5	3
125	12	14	11	16		28		47	36	18				
140				17	13	30	13	52	39	19	M 8	20		
160	14	16	12	18		32		62	40	20				
200	18	22	14	22	14	38	16	80	45	24	M 10	25	1,0	
250	22	26	17	26		45		101	50	28				
315	26	30	19	28	21	53	20	132	56	33	M 12	32	1,25	5
400	30	34	24	32		65		171	63	38				
500	34	40	27	34	26	78	22	220	72	45	M 16	36	1,5	
630	40	50	32			95			88	56				
800	50	-	41	36	-	116	-	-	105	68	-	-	2,0	7

<sup>1)</sup> Bei unbearbeitetem Radkranz gelten die Gusstoleranzen nach DIN ISO 8062, sonst ISO 2768 - m.

<sup>2)</sup> Maße der Naben.

<sup>3)</sup> Gewinde  $d_5$  gilt nur für G-Ausführungen.

<sup>4)</sup> Ballengriffe gehören nicht zum Lieferumfang des Handrades.

<sup>5)</sup> Die Werte gelten nicht für Ausführung R.

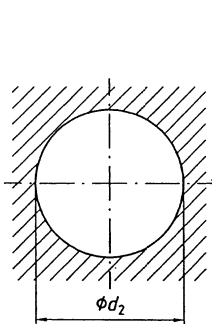


Bild 495.2 Nabe ohne Nut

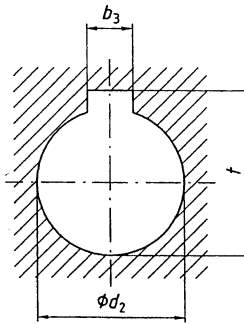


Bild 495.3 Nabe mit Nut

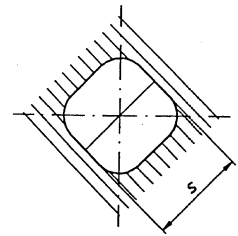


Bild 495.4 Nabe mit Vierkant

Tabelle 495.5 Maße der Naben

$d_1$	80	100	125	140	160	200	250	315	400	500	630	800											
$d_2$ H 7	10	12	10	12	12	14	14	16	18	22	22	26	26	30	30	34	34	40	40	50	50		
$b_3^{1)}$ P 9	3	4	3	4	4	5	5	5	5	6	6	6	8	8	8	8	10	10	12	12	14	14	
$t$	11,4	13,8	11,4	13,8	13,8	16,3	16,3	18,3	16,3	18,3	20,8	24,8	24,8	29,3	29,3	33,3	33,3	37,3	37,3	43,3	43,3	53,8	53,8
Grenzabmaß							+0,1 0						+0,2 0										
$s^2)$ H 11	9	9	11	12	12	14	17	19	24	27	32	41											

<sup>1)</sup> Weitere Maße und Angaben nach DIN 6885-1.

<sup>2)</sup> Weitere Maße und Angaben nach DIN 79

**Radkranz**

$R_z = 250 \mu\text{m}$  für unbearbeitete Flächen des Radkranzes (Guss roh) entspricht Ausführung: **R**

$R_z = 25 \mu\text{m}$  für bearbeitete Flächen des Radkranzes (gedreht) entspricht Ausführung: **M**

$R_z = 2,5 \mu\text{m}$  für feinstbearbeitete Flächen des Radkranzes (poliert) entspricht Ausführung: **F**

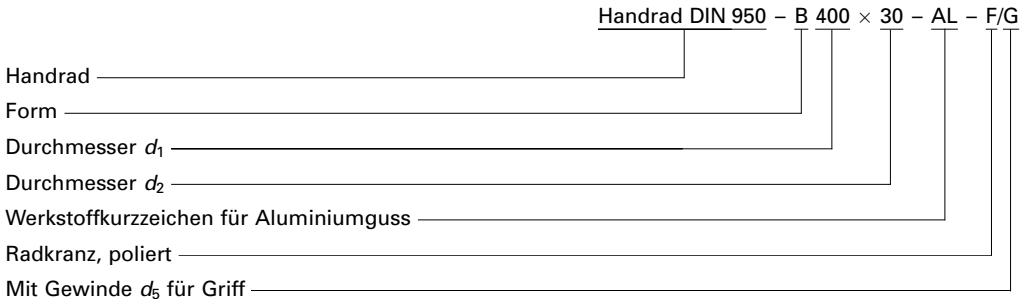
**Werkstoff**

Grauguss (GJL) EN-GJL-200 nach DIN EN 1561 } Sorte jeweils nach Wahl des Herstellers. Wird ein bestimmter Werkstoff oder Legierung verlangt, so ist dies bei Bestellung zu vereinbaren.  
 oder  
 Aluminiumguss (AL) nach DIN EN 1706

**Griffaufnahme**

Ausführung **A** für Handräder ohne Gewinde  $d_5$ .  
 Ausführung **G** für Handräder bis  $d_1 = 500$  mm mit Gewinde  $d_5$ .  
 Maße  $d_5$  und Zuordnung zu  $d_1$ , s. Tab. 495.1.

**Bezeichnungsbeispiel:**

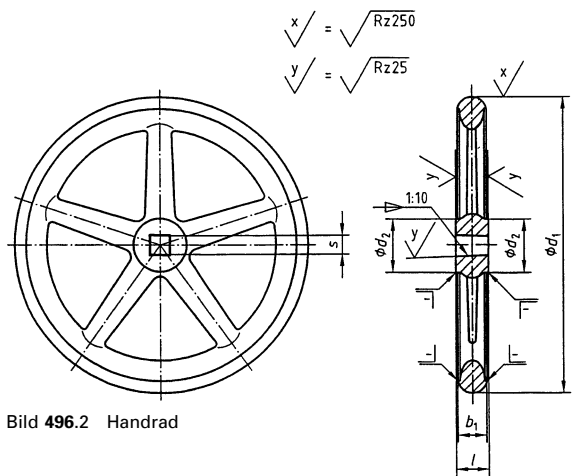


**DIN 3220 Handräder flach – Nabenloch mit verjüngtem Vierkantloch (Apr 2002)**

Diese Norm gilt für Handräder, welche vorwiegend für Armaturen verwendet werden, die mit Vierkanten mit verjüngten Seitenflächen hergestellt werden.

Tabelle 496.1 Maße der Handräder (in Millimeter)

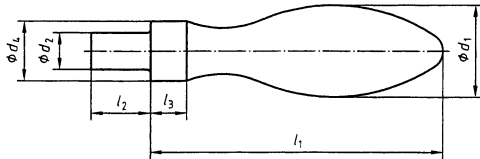
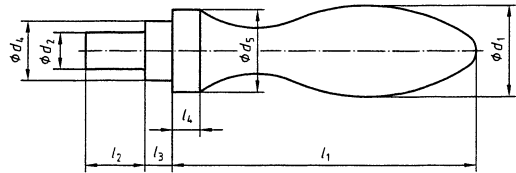
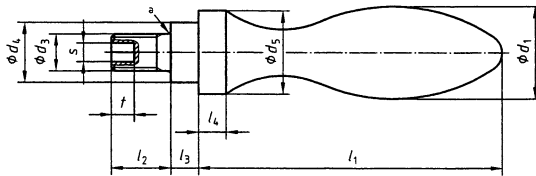
$d_1$	$b_1$ min.	$d_2$	$l$	S H14	Anzahl der Speichen
100	12	26	17	9	3
125	13	28	18	11	3
160	14	32	20	12	3
200	17	38	22	14	3
250	21	45	26	17	5
315	23	53	30	19	5
400	26	65	34	24	5
500	28	78	38	27	5
630	30	95	46	32	7



**Bezeichnung** eines Handrades mit  $d_1 = 250$  mm aus Aluminium (AL):

**Handrad DIN 3220 – 250 – AL**

**Werkstoff:** Grauguss (GJL) nach DIN EN 1561 oder Temperguss (GTW) nach DIN EN 1562 oder Aluminiumguss (AL) nach DIN EN 1706; Sorte jeweils nach Wahl des Herstellers. Wird ein bestimmter Werkstoff oder eine bestimmte Legierung verlangt, so ist dies bei der Bestellung zu vereinbaren und in die Normbezeichnung aufzunehmen.

**DIN 39 Feste Ballengriffe****DIN 98 Drehbare Ballengriffe (beide Okt 2003)****DIN 39**Feste Ballengriffe  $d_1 = 10$  bis 36**Form D** mit zylindrischem Zapfen**DIN 98**Drehbare Ballengriffe  $d_1 = 16$  bis 36**Form D** mit zylindrischem Zapfen**DIN 39 und DIN 98****Form E** mit Gewindezapfen

<sup>a</sup> Verbindungselemente – Enden von Teilen mit metrischem ISO-Außengewinde nach DIN EN ISO 4753

Diese Griffe finden bei Handrädern, Kurbeln, Zugstangen mit flachem Querschnitt und ähnlichen Teilen Anwendung. Die Zapfenlängen  $l_2$  sind auf die Verwendung für Handräder (z. B. DIN 950) abgestimmt.

**Bezeichnung** eines festen Ballengriffes Form E mit  $d_1 = 32$  mm aus Stahl (ST):

**Ballengriff DIN 39 – E 32 ST**

Tabelle 497.1 Feste Ballengriffe – Maße der Formen D und E (Maße in Millimeter); Maße für drehbare Ballengriffe s. Norm

$d_1$	$d_2$	$d_3$	$d_4$	$l_1$	$l_2$	$l_3$	Innen- sechskant $s$	$t$	Gewicht eines Griffes aus Stahl (7,85 kg/dm <sup>3</sup> ) kg ≈
10	4	M4	7	32	7	4	2	2,5	0,012
13	5	M5	8	40	9	5	2,5	3	0,027
16	7	M6	10	50	11	7	3	3,5	0,049
20	8	M8	13	64	13	8	4	5	0,086
25	10	M10	16	80	14	10	5	6	0,180
32	13	M12	20	100	21	13	6	8	0,360
36	16	M16	22	112	26	14	8	10	0,510

**Werkstoff** für feste und drehbare Ballengriffe

Form D, Stahl (ST), Sorte nach Wahl des Herstellers

Form E, Stahl (ST), Aluminium (AL), Duroplast (PF) oder Thermoplast (TH) nach Wahl des Herstellers. Wird ein bestimmter Werkstoff verlangt, ist dies bei Bestellung zu vereinbaren und in die Normbezeichnung mit dem jeweiligen Kurzzeichen aufzunehmen.

**Ausführung** für feste und drehbare Ballengriffe

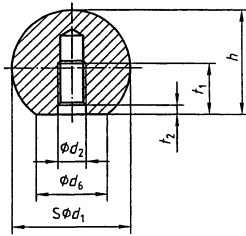
Ballengriffe aus Aluminium, Duroplast oder Thermoplast mit Gewindezapfen aus Stahl, fest mit dem Griff verbunden.

Oberflächen: Stahl und Aluminium, poliert ( $R_z = 2,5 \mu\text{m}$ ); Duroplast, glänzend (gl); Thermoplast, matt (mt).

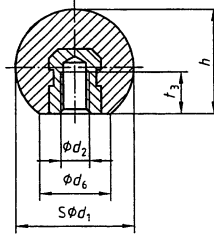
Wird eine bestimmte Oberfläche verlangt, ist dies bei der Bestellung zu vereinbaren und in die Normbezeichnung mit dem jeweiligen Kurzzeichen aufzunehmen.

**DIN 319 Kugelknöpfe (Apr 2002)**

**Form C** mit Gewinde



**Form E** mit Gewindebuchse



Weitere Formen L und M s. Norm

Tabelle 500.1 Kugelknöpfe der Formen C und E nach DIN 319 (L und M s. Norm)

$d_1$	$d_2$	Form C		Form E		$d_6$ ≈	$h$ ≈
		$t_1$ min.	$t_2$	$d_2$	$t_3$ min.		
12	M4	6,5	1,2	—	—	6	11,2
16	M4	7	1,2	M4	6	8	15
20	M5	9	1,6	M5	7,5	12	18
25	M6	11	2	M6	9	15	22,5
32	M8	14,5	2,5	M8	12	18	29
40	M10	18	3	M10	15	22	37
50	M12	21	3	M12	18	28	46

**Werkstoff**

Für Kugelknopf: Phenol-Formmasse PF (Duroplast), andere Werkstoffe sind zu vereinbaren.

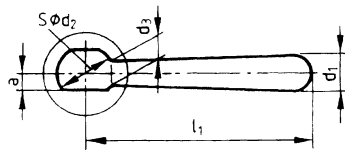
Für Gewindebuchse: Stahl (St), Sorte nach Wahl des Herstellers, galvanisch verzinkt, Schichtdicke nach Wahl des Herstellers, andere Werkstoffe nach Vereinbarung.

**Bezeichnung** eines Kugelknopfes Form E mit  $d_1 = 32$  mm aus Phenol-Formmasse PF (Duroplast):

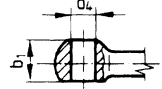
**Kugelknopf DIN 319 – E 32 PF**

**DIN 99 Kegelgriffe (Jan 1996)**

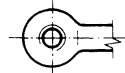
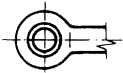
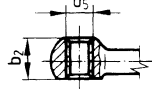
**Form K**



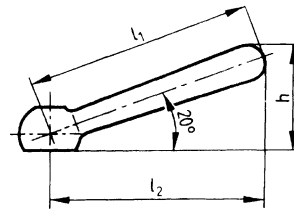
**Form K und L**



**Form M und N**



**Form L**



**Bezeichnungsbeispiel:** Form L,  $l_1 = 100$  mm:

**Kegelgriff DIN 99–L 100**

**Werkstoff:** Automatenstahl nach DIN EN 10087, Sorte nach Wahl des Herstellers

**Ausführung:** Oberfläche poliert; zusätzlichen Oberflächen-schutz bei Bestellung vereinbaren.

Tabelle 498.2 Kegelgriffe DIN 99, Maße

$l_1$	$a$	$b$	$S \phi d_1$	$S \phi d_2$	$d_3$	$d_4$ H 7	$d_5$	$h \approx$	$l_2 \approx$
40	3	7,5	6	10	4	5	M 5	19	38
50	4	9,5	8	12	5	6	M 6	24	48
63	5	12	10	16	8	8	M 8	30,5	60
80	6	14,5	13	20	9	10	M 10	38	76
100	7,5	18,5	16	25	11	12	M 12	47	95
125	10	24	20	32	15	16	M 16	59,5	119
160	12,5	30	25	40	18	20	M 20	75,5	152
200	18	40	32	50	22	24	M 25	97	190

## 11.10 Schmierung, Verschlüsse für Bohrungen, Abdichtungen für Wellen

### Schmiernippel, allgemeine Erläuterungen

Die genormten Schmiernippel berücksichtigen die verschiedenen Arten der Schmiertechnik.

Automatisch bzw. maschinell arbeitende Schmierpressen werden mehr und mehr bevorzugt, sie arbeiten schnell und rationell, lassen sich gut bedienen und sind daher z. B. für das Schmieren bei einer Fertigung im Fließverfahren geeignet. Mit ihnen kann der Schmierstoff bei genügend hohem Druck auch an schwer zugänglichen Stellen leckfrei eingefüllt werden.

Handschmierpressen werden verwendet, wenn gelegentlich abgeschmiert wird, z. B. bei der Einzel- oder Kleinserienfertigung von Maschinen, in Reparaturbetrieben; auch als Zubehör stationärer und mobiler Maschinen kommen sie in Betracht.

Fußschmierpressen liegen nach ihrer Funktion und Bedeutung etwa zwischen den vorgenannten Pressen.

Die Verbindung zwischen dem Nippel und dem Pressenmundstück ist formschlüssig oder kraftschlüssig (Einzelheiten s. nachstehend).

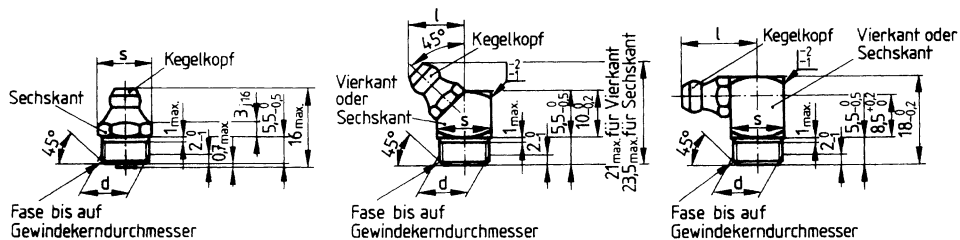
### DIN 71412 Kegelschmiernippel (Nov 1987)

Der Kegelschmiernippel hat Vorrang in der neuzeitlichen Abschmiertechnik, er genügt allen modernen praktischen Anforderungen.

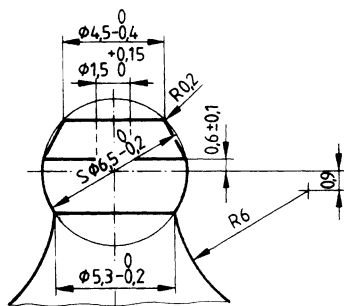
Dieser Nippel eignet sich für alle vorgenannten Pressen. Die Greifkupplung umfasst den Nippelkopf formschlüssig. Da kein Druck auf die Kupplung ausgeübt zu werden braucht, kann eine Person auch mit einer Fußpresse das Abschmieren allein ausführen. Bei geringem Platzbedarf ist der Schwenkbereich für Nippel und Greifkupplung ausreichend. Die einfache Handhabung ermöglicht leckfreies Abschmieren auch bei seitlichem Aufsetzen und in anderen schwierigen Lagen.

11

### Formen der Kegelschmiernippel



### Kegelkopf



### selbstformendes Gewinde

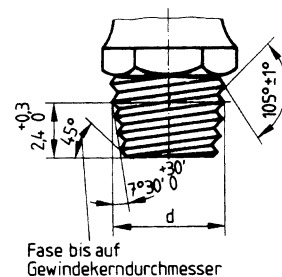
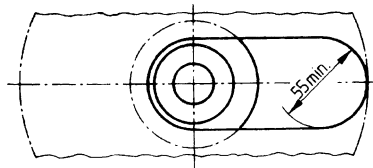
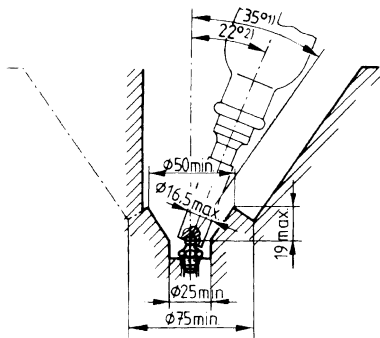


Bild 499.1 Kegelschmiernippel nach DIN 71412

Tabelle 500.1 Kegelschmiernippel, Maße

Form	d		l		s		Kernloch für selbstformendes kegeliges Außengewinde ±0,1
	metrisches kegeliges Außengewinde nach DIN 158-1 <sup>1)</sup>	selbstformendes kegeliges Außengewinde <sup>2)</sup>	bei Form B ≈	bei Form C ≈	Sechskant für Form A	Vier- oder Sechskant für Form B und C	
A	M 6 keg kurz	S 6	10	14,3	7	9	5,6
B	M 8 × 1 keg kurz	S 8 × 1			9		7,5
C	M 10 × 1 keg kurz	S 10 × 1	11	15,3	11	11	9,5

1) Die Verbindung mit dem zugehörigen zylindrischen Innengewinde nach DIN 158-1 ist selbstdichtend, bei Verwendung des Regelgewindes nach DIN 13-1 bzw. des Feingewindes DIN 13-5 ist ein Dichtmittel erforderlich. Das Außengewinde ist in Kurzausführung – abweichend von DIN 158-1 – mit einer kleinsten nutzbaren Gewindelänge von 4 mm ausgeführt.  
 2) Weitere Einzelheiten s. Bild 501.1.



**Festigkeitsklasse:** 5.8 nach DIN EN ISO 898-1

**Ausführung:** verzinkt, Kopf gehärtet (Oberflächenhärte nach DIN EN ISO 6507-1: min. 550 HV für Schmiernippel mit metrischem Gewinde und Whitworth-Rohrgewinde; min. 650 HV bei selbstformendem Gewinde).

Die Verschlusskugel muss annähernd bündig mit der Oberfläche des Kopfes abschneiden.

Zum einwandfreien Abschmieren mit allen üblichen Schmierpressen ist der breit umrandete Raum an irgendeiner Stelle des durch die äußeren Strich-Punkt-Linien begrenzten Kegels freizuhalten.

Weitere Normen über Schmiernippel:

DIN 3404 – Flach-Schmiernippel

DIN 3405 – Trichter-Schmiernippel

**Bezeichnungsbeispiel:** mit Kurzzeichen AM 8 × 1:

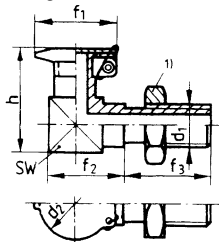
**Kegelschmiernippel DIN 71412-AM 8 × 1**

Das Innengewinde zur Aufnahme eines Kegelschmiernippels ist zylindrisch: Metr. Gewinde DIN 13-1 bzw. Metr. Feingewinde DIN 13-5

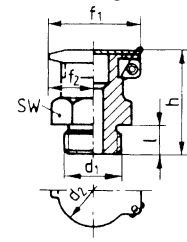
**DIN 3410 Öler, Haupt- und Anschlussmaße (Dez 1974)**

**Einschraub-Klappdeckelöler**

C 1 gerade

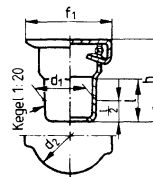


C 2 winkelig

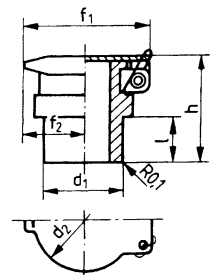


**Einschlag-Klappdeckelöler**

C 3



E



1) Für M 6: flache Sechskantmuttern Form B DIN EN ISO 4036



Alle Klappdeckelöler haben selbstschließende Deckel; die Deckel der Formen C 1, C 2 und C 3 sind drehbar.

Die Enden der Einschraubzapfen sind unter 45° bis auf den Gewindekerndurchmesser gefast.

Gewindelänge der Einschraublöcher für M 5 und M 6: 8 mm, für Feingewinde nach DIN 3852-1.

Durchmesser der Aufnahmebohrung für C 3:  $d_1 - 0,1$  mit Grenzabweichung (mm) von +0,075 für C 3-5 und C 3-6 sowie +0,09 für C 3-8 bis C 3-16.

**Werkstoff** (bei Bestellung angeben): Gehäuse: St = Stahl DIN EN 10025-2; Ms = Kupfer-Zink-Guss-Legierung nach DIN EN 1982

Federn: Stahl DIN EN 10270-1, Sorte nach Wahl des Herstellers

Kugeln: Stahl

**Ausführung:** bei Stahl: galSn 3 DIN 50965

**Bezeichnungsbeispiel** (nach Kurzzeichen): **Öler DIN 3410 C 1 M 6–St** oder **Öler DIN 3410 C 3-6–St**

Tabelle 501.1 Einschraub-Klappdeckelöler  
Form C 1 und C 2 DIN 3410

Kurzzeichen (Formzeichen mit $d_1$ )	$d_2$ ≈	$f_1$ ≈	$f_2$ ≈	$h$ ≈	$l$	SW
C 1 M 5	9	12,5	4,5	15	4	8
C 1 M 6					5	
C 1 M 8 × 1	12	16	7,5	18,5	6	10
C 1 M 10 × 1						12
C 1 M 12 × 1,5	15	19	9	22	8	14
C 1 M 16 × 1,5	18	22,5	10,5	27,5		17
C 2 M 6	9	12	11	13	15	8
C 2 M 8 × 1	12	15	14	14	20	18
C 2 M 10 × 1		18	16			12
C 2 M 12 × 1,5		15	19			15

Tabelle 501.2 Einschlag-Klappdeckelöler  
Form C 3 und E DIN 3410

Kurzzeichen (Formzeichen mit $d_1$ )	$d_2$ ≈	$f_1$ ≈	$f_2$ ≈	$h$ ≈	$l$
C 3-5	12	12	5	12	5,8
C 3-6			6		
C 3-8	14	15	6,5	13	
C 3-10	17	17,5	7,5	13,5	
C 3-12	20	19	8,5	14	6
C 3-16	23	22,5	10,5	16	7
E 5	12	13	7	15	7
E 6				16	8
E 8	14	16	9	18	10
E 10	17	18	10	19	11
E 12	20	22	12	21	12
E 16	23	25	14	23	13

### Einschlag-Kugelöler

F

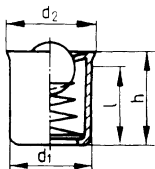


Tabelle 501.3 Einschlag-Kugelöler Form F

Kurzzeichen (Formzeichen mit $d_1$ <sup>1)</sup> )	F 4	F 5	F 6	F 8	F 9,5	F 10	F 11	F 12,5	F 14	F 16
$d_2$	4,5	5,5	6,5	9	10,5	11	12	13,5	15	17
$h$	5	6	7	9	11	11,5	12	14	16,5	18
$l$	3	4	5	7	9	9,5	10	12	14,5	15

<sup>1)</sup>  $d_1$  mit Übermaß, das eine einwandfreie Befestigung in einer Aufnahmebohrung mit Toleranzklasse H 11 sicherstellt.

### DIN 442 Verschlussdeckel zum Einwalzen

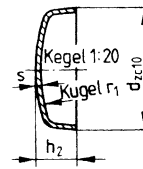
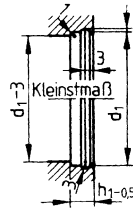
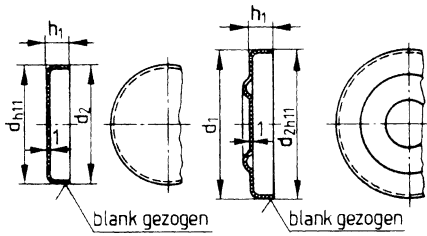
### DIN 443 Verschlussdeckel zum Eindrücken (beide Nov 1970)

Zum Verschließen von Bohrungen in Gehäusen werden auch Verschlussdeckel nach DIN 442, DIN 443 oder -scheiben nach DIN 470 statt Verschlusschrauben angewendet.

**DIN 442** Verschlussdeckel zum Einwalzen  
Nennmaß 19 bis 50 > 50 bis 100

Einbaumaße

**DIN 443** Verschlussdeckel zum Eindrücken  $d = 8$  bis 63



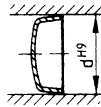
Nach Wahl des Herstellers:  
Geprägt, wie dargestellt oder geprägt und zylindrisch nachgezogen.  
 $d =$  Nennmaß

**Anwendung**

**DIN 442**



**DIN 443**



Vor dem Einsetzen des Verschlussdeckels ist die Bohrung nötigenfalls mit Dichtmasse zu versehen.

Zwischengrößen und Deckel > 45 (DIN 443 auch < 10) s. Normen.

**Werkstoff:** Tiefziehblech nach DIN EN 10130

**Ausführung:** roh, phosphat-rostgeschützt (phr)

**Bezeichnungsbeispiel:**

**Verschlussdeckel DIN 442-36-pr**

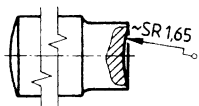
**DIN 470 Verschluss scheiben (Jul 1974)**

Sachgemäß eingesetzte Scheiben sind auch bei hohen Drücken anwendbar.

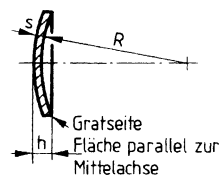
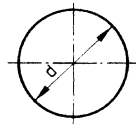
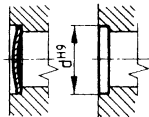
Tabelle 502.1 Verschlussdeckel DIN 442 und DIN 443

Nennmaß	$d_1$	$d_2$	$h_1$	$h_2$	$r_1$	$s$
10	10,2	10,3	8	3	25	0,75
12	12,2	12,3		4	30	1,6
14	14,2	14,3		5	35	
16	16,3	16,5			40	
18	18,3	18,5		6	45	
20	20,3	20,5			50	
22	22,3	22,5		7	55	
25	25,3	25,5	9	8	60	1,6
28	28,3	28,5		9	70	
32	32,3	32,5			10	
36	36,3	36,5		11	90	
40	40,3	40,5		12	100	
45	45,3	45,5		14	110	

Werkzeug zum Eintreiben



Einbau



Eingebaute Scheiben können auch dicht verstemmt werden; vor dem Einbau wird die Senkung nötigenfalls mit Dichtmasse gefüllt.

Verschluss scheiben von  $d = 34$  bis 63 (Stufung wie DIN 442 und DIN 443) sowie 80 100 125 s. Norm.

**Werkstoff:** Ziehblech nach DIN EN 10130

**Ausführung:** blank oder phosphat-rostgeschützt

**Bezeichnung** sinngemäß wie DIN 442 und DIN 443

Tabelle 503.1 Verschlusscheiben nach DIN 470, Maße

$d_{s11}$	3	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22	25	28	30	32
$r$	3	4	6	7	9	12	16	19	22	25	28	30	34	40	42	45
$h$	1,20	1,34	1,35	1,67	1,94	2,67	2,77	2,94	3,11	3,28	3,45	4,09	4,38	4,53	4,77	4,95
$s$	0,8			1			1,6					2				

Tabelle 503.2 O-Ringe nach DIN 3771-1, Maße

$d_1^1)$	$d_2^2)$	$d_1$	$d_2$			$d_1$	$d_2$			$d_1$	$d_2$					
	1,8		1,8	2,65	3,55		5,3	3,55	5,3		3,55	5,3	7			
1,8	x	10	x			36,5	x	x		77,5	x	x	165	x	x	
2	x	10,6	x			37,5	x	x		80	x	x	170	x	x	
2,24	x	11,2	x			38,7	x	x		82,5	x	x	175	x	x	
2,5	x	11,8	x			40		x	x	85	x	x	180	x	x	
2,8	x	12,5	x			41,2		x	x	87,5	x	x	185	x	x	
3,15	x	13,2	x			42,5		x	x	90	x	x	190	x	x	
3,55	x	14	x	x		43,7		x	x	92,5	x	x	195	x	x	
3,75	x	15	x	x		45		x	x	95	x	x	200	x	x	
4	x	16	x	x		46,2		x	x	97,5	x	x	206		x	x
4,5	x	17	x	x		47,5		x	x	100	x	x	212		x	x
4,87	x	18		x	x	48,7		x	x	103	x	x	218		x	x
5	x	19		x	x	50		x	x	106	x	x	224		x	x
5,15	x	20		x	x	51,5		x	x	109	x	x	230		x	x
5,3	x	21,2		x	x	53		x	x	112	x	x	236		x	x
5,6	x	22,4		x	x	54,5		x	x	115	x	x	243		x	x
6	x	23,6		x	x	56		x	x	118	x	x	250		x	x
6,3	x	25		x	x	58		x	x	122	x	x	258		x	x
6,7	x	25,8		x	x	60		x	x	125	x	x	265		x	x
6,9	x	26,5		x	x	61,5		x	x	128	x	x	272		x	x
7,1	x	28		x	x	63		x	x	132	x	x	280		x	x
7,5	x	30		x	x	65		x	x	136	x	x	290		x	x
8	x	31,5		x	x	67		x	x	140	x	x	300		x	x
8,5	x	32,5		x	x	69		x	x	145	x	x	307		x	x
8,76	x	33,5		x	x	71		x	x	150	x	x	315		x	x
9	x	34,5		x	x	73		x	x	155	x	x	325		x	x
9,5	x	35,5		x	x	75		x	x	160	x	x	335 <sup>3)</sup>		x	x

1) Die Grenzabmaße der Innendurchmesser liegen zwischen  $\pm 0,13$  bei  $d_1 = 1,8$  und  $\pm 2,43$  bei  $d_1 = 335$  mm.2) Die Grenzabmaße der Querschnittsdurchmesser liegen zwischen  $\pm 0,08$  bei  $d_2 = 1,8$  und  $\pm 0,15$  bei  $d_2 = 7$  mm.3) O-Ringe über  $d_1 = 335$  mm bis 670 mm s. DIN 3771-1.

**DIN 3771-1 Fluidtechnik – O-Ringe – Teil 1: Maße nach ISO 3601/1**

**DIN 3771-2 – Teil 2: Prüfung, Kennzeichnung**

**DIN 3771-3 – Teil 3: Werkstoffe, Einsatzbereich**

**DIN 3771-4 – Teil 4: Form- und Oberflächenabweichungen (alle Dez 1984)**

**DIN 3771-5 – Teil 5: Berechnungsverfahren und Maße der Einbauräume (Nov 1993) (hier nicht behandelt, s. Norm)**

**DIN 3771-1** enthält Maße und Grenzabweichungen von O-Ringen (Runddichtringen) mit besonderer Maßgenauigkeit für allgemeine Anwendung in der Fluidtechnik (außer Luftfahrt), s. Tab. **503.2**.

**DIN 3771-4** beschreibt die verschiedenen Arten von Form- und Oberflächenabweichungen für O-Ringe, z. B. Versatz durch seitliches Verschieben eines Werkzeugteiles zum anderen, Grat, Wulst, Einkerbung u. a., sowie Kombinationen verschiedener Abweichungsarten. Für alle Abweichungsarten sind Höchstwerte festgelegt, die wiederum eine Einordnung der O-Ringe in 2 Genauigkeitsgrade ermöglichen, die in der Norm Sortenmerkmale N und S genannt werden.

O-Ringe mit Sortenmerkmal N sind für allgemeine Anwendung bestimmt. O-Ringe mit Sondermerkmal S genügen höheren Anforderungen an die Form und Oberflächengüte.

**Bezeichnung** eines O-Ringes von Innendurchmesser  $d_1 = 13,2$  mm, Querschnittsdurchmesser  $d_2 = 1,8$  mm, Sortenmerkmal S, Werkstoff NBR mit 70 IRHD (NBR 70):

**O-Ring DIN 3771-13,2 x 1,8-S-NBR 70**

O-Ringe werden aus Elastomeren hergestellt, deren Basis die in Tab. **504.1** angegebenen synthetischen Kautschuke sind.

Tabelle 504.1 O-Ringe nach DIN 3771, Werkstoffe

Kurzzeichen nach DIN ISO 1629 (s. Norm)	Basis-Elastomere	IRHD-Härte <sup>1)</sup> nach DIN ISO 48 (s. Normen) ±5
NBR	Acrylnitril-Butadien-Kautschuk	70
NBR	Acrylnitril-Butadien-Kautschuk	90
FKM	Fluor-Kautschuk	85
EPDM	Ethylen-Propylen-Dien-Kautschuk	70
VMQ	Silikonkautschuk	70
ACM	Acrylat-Kautschuk	70

<sup>1)</sup> IRHD = International Rubber Hardness Degree (Internationaler Gummihärtegrad). Bei hochelastischen Werkstoffen entspricht die IRHD-Härte etwa der Shore-A-Härte nach DIN 53505. Die IRHD-Skala ist so gewählt, dass der Härtegrad 0 ein Material mit dem statischen Elastizitätsmodul 0, der Härtegrad 100 ein Material mit einem statischen Elastizitätsmodul  $\infty$  repräsentiert.

Tabelle 504.2 O-Ringe nach DIN 3771, Einsatzbereiche

Werkstoffe nach Tab. 504.1	zulässige Tieftemperaturen	abzudichtende Medien														
		Medien auf Mineralölbasis						schwerentflammbare Druckflüssigkeiten						sonstige Medien		
	°C	Motorenöle	Getriebeöle (Hypoid)	ATF-Öle	Hydrauliköle nach DIN 5124-1	Heizöle EL und L, Ottokraftstoff, Dieselmotorkraftstoff	Fette	HFA-1 nach DIN 24320	HFB nach VDMA 24317 <sup>1)</sup>	HFC nach VDMA 24317 <sup>1)</sup>	HFD (Phosphorsäureester) nach VDMA 24317 <sup>1)</sup>	HFD (Chlor-Kohlenwasserstoffe) nach VDMA 24317 <sup>1)</sup>	HFD (Mischungen) nach VDMA 24317 <sup>1)</sup>	Wasser	Luft	Bremsflüssigkeiten
	°C	Dauertemperatur des Mediums in °C max.														
NBR	-30	100	90	100	100	•	100	60	60	60	-	-	-	100	100	-
FKM	-15	150	150	150	150	150	100	60	60	-	150	150	150	100	200	-
EPDM	-40	-	-	-	-	-	-	-	-	130	130	-	-	140	130	130
VMQ	-50	150	130	•	150	-	100	-	-	-	-	-	-	100	200	130
ACM	-15	150	130	130	130	130	100	-	-	-	-	-	-	-	130	-

<sup>1)</sup> VDMA-Einheitsblätter zu beziehen durch Beuth-Verlag GmbH, Berlin, Wien, Zürich.

Fehlt die Angabe der Dauertemperatur, so bedeutet •, dass sich die einzelnen Elastomere dieser Gruppe gegen alle oder einzelne Medien unterschiedlich verhalten. Ein – bedeutet, dass für diese Mediengruppe das Elastomer nicht geeignet ist.

Die Angabe über Einsatztemperaturen gilt nur als allgemeiner Hinweis. Die obere Temperaturgrenze kann unter Umständen überschritten werden, z. B. unter Verkürzung der Gebrauchsdauer. Andererseits kann es erforderlich werden, die obere Temperaturgrenze bei Verwendung von aggressiven Medien herabzusetzen.

### DIN 3760 Radial-Wellendichtringe (Sep 1996)

Wellendichtringe dichten Wellen, die sich drehen, ab; sie müssen an der Dichtlippe Räume mit geringen Druckunterschieden (etwa bis 0,5 bar) gegen mineralische Öle und Fette ohne Schwefelzusatz und, soweit Schmierung vorhanden, gegen Luft dichten.

Diese Wellendichtringe haben einen elastischen (nichtmetallischen) Mantel, und es ist ein dichter, fester Sitz in der Aufnahmebohrung auch bei Gehäusewerkstoffen mit hohen Ausdehnungskoeffizienten und im gesamten nachstehend genannten Temperaturbereich zu erwarten. Der elastische Mantel verhindert Verletzungen der Aufnahmebohrung.

Maße s. Norm.

### Anwendungshinweise

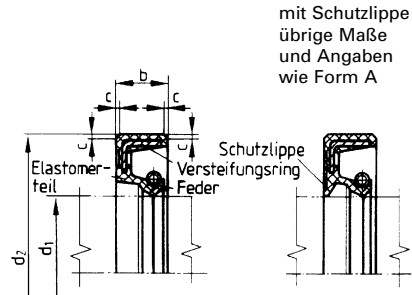
Der Anwendungsbereich ist durch die Möglichkeit begrenzt, die Reibungswärme abzuleiten. Temperatur des abzudichtenden Mediums (nahe der Dichtstelle gemessen):  $-40\text{ °C}$  bis  $+110\text{ °C}$ . Die zulässige Temperatur im Bereich der Dichtstelle hängt von der Umfangsgeschwindigkeit ab. Für höhere oder tiefere Temperaturen oder Umfangsgeschwindigkeiten  $>10\text{ m/s}$  müssen Sonderwerkstoffe verwendet werden. In diesen Fällen, ebenso wie beim Auftreten höherer Druckunterschiede, die eine besondere Abstützung der Dichtlippe erfordern, ist eine Vereinbarung mit dem Hersteller zweckmäßig.

### Richtlinien für den Einbau

Die Einbauvorschriften der Hersteller sind zu beachten. Die Dichtlippe darf nicht beschädigt werden. Dazu wird empfohlen: Bei Einbaurichtung Z der Welle: Abrunden der Welle mit 0,6 bis 1 mm (s. Bild 505.1). Bei Einbaurichtung Y: Anschrägungen der Welle, Maße s. nachstehend.

Damit die Wellendichtringe gegen die Welle einwandfrei abdichten, wird empfohlen, die Welle drallfrei, d. h. ohne Vorschub, zu schleifen (Ra 1,6 bis 6,3), ferner bei Umfangsgeschwindigkeiten über 4 m/s die Lauffläche der Welle zu härten. Die Dichtlippen müssen der abzudichtenden Seite zugewendet sein und unbedingt frei liegen.

#### Form A



#### Form AS

mit Schutzlippe  
übrige Maße  
und Angaben  
wie Form A

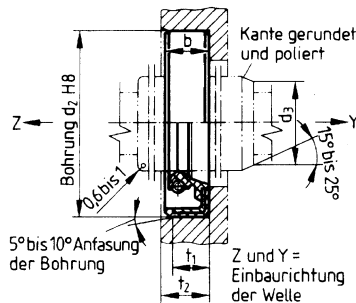


Bild 505.1 Einbau eines Wellendichtringes DIN 3760

Für  $b$  ist jeweils  $t_1 \geq 0,85 \cdot b$ , somit ist für  $b = 7$ :  $t_1 \geq 5,95$      $8$ :  $\geq 6,8$      $10$ :  $\geq 8,5$      $12$ :  $\geq 10,3$ ;  
 $t_2 \geq b + 0,3$

Welle  $d_1$ : Toleranzklasse 11 Bohrung  $d_2$ : H 8

Wellendurchmesser  $d_1$  und Durchmesser  $d_3$  der Schrägung: für  $d_1 = 6$ :  $d_3 = 4,8$      $7$ : 5,7     $8$ : 6,6     $9$ : 7,5     $10$ : 8,4     $12$ : 10,2     $14$ : 12,1     $15$ : 13,1     $16$ : 14     $18$ : 15,8     $20$ : 17,7     $22$ : 19,6     $25$ : 22,5     $28$ : 25,3     $30$ : 27,3     $32$ : 29,2     $35$ : 32     $38$ : 34,9     $40$ : 36,8     $42$ : 38,7     $45$ : 41,6     $48$ : 44,5     $50$ : 46,4     $55$ : 51,3     $60$ : 56,1     $65$ : 61     $70$ : 65,8     $75$ : 70,7     $80$ : 75,5

**Vereinfachte Darstellung von Dichtungen** in technischen Zeichnungen s. DIN ISO 9222.

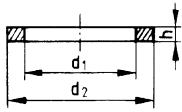
**Bezeichnungsbeispiel:** Radial-Wellendichtring **DIN 3760–A 25 × 40 × 7 NBR**

**DIN 7603 Dichtringe (Mai 2001)**

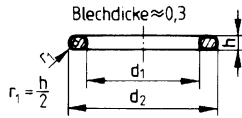
Das Verwenden der Dichtringe in Sauerstoffleitungen ist nur bedingt zulässig.

Nenngrößen sind die auf 0,5 oder volle Millimeter nach unten gerundeten Maße  $d_1$  und die nach oben gerundeten Maße  $d_2$  des fertigen Dichtringes; s. nachstehend:  $d_1$  und  $d_2$  (Fertigungsmaß 1).

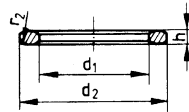
**Form A**  
Flachdichtring



**C**  
Fülldichtring



**D**  
balliger Dichtring



Vorzugsweise anzuwendende Nenngrößen:

	4 × 8	5 × 7,5	5,5 × 8	6,5 × 9,5	8 × 11,5	10 × 13,5	12 × 15,5	14 × 18
15 × 19	16 × 20	17 × 21	18 × 22	20 × 24	21 × 26	22 × 27	23 × 28	24 × 29
25 × 30	26 × 31	27 × 32	28 × 33	30 × 36	32 × 38	33 × 39	35 × 41	36 × 42
38 × 44	39 × 46	40 × 47	42 × 49	44 × 51	45 × 52	48 × 55	50 × 57	52 × 60
54 × 62	55 × 63	56 × 64	58 × 66	60 × 68	64 × 72	65 × 74	70 × 79	75 × 84
78 × 88	80 × 90	85 × 95	90 × 100					

Maße und Grenzabmaße s. Norm.

Werkstoff: Die Wahl des Werkstoffes und der Form des Dichtringes richtet sich nach dem Durchflusstoff in der Rohrleitung. Für Sauerstoff dürfen Dichtungswerkstoffe, die brennbare Bestandteile enthalten, nur verwendet werden, wenn sie von der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM) zugelassen sind (s. UVV-Sauerstoff).

Form A und D: Prg = Papier getränkt, Pr = Papier ungetränkt, Vf = Vulkanfiber, Cu = C-Cu HB maximal 45, Al = Al 99 F 11 HB 32 bis 45, St = Weicheisen HB 80 bis 95

Form C: AIFA = Aluminium, StFA = Stahl, CuFA = Kupfer, alle mit Füllung aus asbestfreiem Dichtungswerkstoff (FA).

**Bezeichnungsbeispiel:** Form A, Nenngröße 25 × 30 aus Vulkanfiber: **Dichtring DIN 7603-A 25 × 30-Vf**

Einem Außengewinde, z. B. einem Gewindezapfen DIN 3852, ist ein Dichtring nach seinem Innendurchmesser  $d_1$  zuzuordnen, z. B. der Dichtring 36 × 42 dem Gewinde M 36 × 1,5 oder M 36 × 2.

Für die Verwendung beim Innengewinde muss  $d_2 <$  Gewinde-Kernlochdurchmesser sein. Die Norm enthält eine entsprechende Zuordnung der Metrischen Feingewinde. Durch folgende (nicht in der Norm angegebene) Berechnung kann nach Tab. 651.1 für ein solches Gewinde der Kerndurchmesser  $D_1$  und somit der geeignete Dichtring ermittelt werden.

**Beispiele** Innengewinde M 24 × 1,5:  $24 - 1,624 = 22,376$  führt zur Nenngröße 17 × 21 ( $d_2$  22,376)  
M 33 × 2:  $33 - 2,165 = 30,835$  führt zur Nenngröße 24 × 29 ( $d_2$  30,835)

# 12 Mechanische Verbindungselemente

Bearbeitet von T. Hofmann

Die Normen über mechanische Verbindungselemente<sup>1)</sup> – dies sind im Wesentlichen Schrauben, Muttern, Scheiben, Niete, Stifte – sowie deren Zubehör werden fast alle im „Normenausschuss Mechanische Verbindungselemente (FMV) im DIN“, s. [www.fmv.din.de](http://www.fmv.din.de), bearbeitet. Mechanische Verbindungselemente, die aufgrund bestimmter technischer Eigenschaften zunächst nur für ein bestimmtes Fachgebiet gelten, werden in dem jeweils zuständigen Normenausschuss bearbeitet. Bei Bedarf können sie auch in jedem anderen Gebiet angewendet werden.

Im internationalen Bereich ist für dieses Fachgebiet das ISO/TC 2 „Fasteners“ (Mechanische Verbindungselemente) und im europäischen Bereich das gleichnamige CEN/TC 185 zuständig.

Bis Anfang der 80er Jahre gab es ein in sich geschlossenes nationales Normensystem über mechanische Verbindungselemente. Im Zuge der internationalen Verflechtung der Märkte wurden mehr und mehr Internationale Normen, die häufig auf der Grundlage der einschlägigen DIN-Normen entwickelt wurden, schrittweise in das Deutsche Normenwerk übernommen und als DIN ISO-Normen herausgegeben.

Im Rahmen der Harmonisierung technischer Regeln in Europa strebt das CEN/TC 185 die möglichst unveränderte Übernahme der ISO-Normen als Europäische Normen an, die dann als DIN EN ISO-Normen ins Deutsche Normenwerk übernommen werden.

## 12.1 Technische Lieferbedingungen für Schrauben und Muttern

Die technischen Lieferbedingungen für Schrauben und Muttern sind in folgenden Normen festgelegt, die im Zuge der internationalen und europäischen Normungsarbeiten so zahlreich geworden sind, dass hier nur die wichtigsten Normen auszugsweise behandelt werden können.

Die Normen ergänzen die Maßnormen für Schrauben, Muttern und ähnliche Gewinde- und Formteile, damit diese vollständig beschrieben werden können. Es wird empfohlen, auch für nicht genormte Schrauben usw. (z. B. nach Werknormen oder Zeichnungen), die jeweils geeigneten Normen über technische Lieferbedingungen anzuwenden.

### **DIN EN ISO 4759-1 Toleranzen für Verbindungselemente – Teil 1: Schrauben und Muttern, Produktklassen A, B und C (Apr 2001)**

Diese Norm legt Maß-, Form- und Lagetoleranzen für Schrauben und Muttern mit Gewindedurchmessern von 1,6 mm bis 150 mm fest und ordnet Toleranzen in 3 Produktklassen – Produktklasse A (früher mittel), B (früher mittelgrob) und C (früher grob). Die Norm gilt vorläufig nur für Produkte nach ISO-Normen, die als DIN ISO-Normen bzw. DIN EN-Normen ins Deutsche Normenwerk übernommen worden sind, sowie dort, wo ausdrücklich auf diese Norm Bezug genommen wird.

Ergänzend zu DIN EN ISO 4759-1 bleibt DIN 267-2 vorläufig weiter gültig, weil auf die in der ISO-Norm noch nicht enthaltenen Festlegungen im nationalen Normenwerk nicht verzichtet werden kann.

### **DIN 267-2 Mechanische Verbindungselemente – Technische Lieferbedingungen, Ausführung und Maßgenauigkeit (Nov 1984)**

Diese Norm ergänzt DIN EN ISO 4759-1 und gilt für jene Produktnormen für Schrauben und Muttern, in denen auf DIN 267-2 hingewiesen wird, z. B. bezüglich der Oberflächenrauheit.

<sup>1)</sup> S. auch

DIN-Taschenbuch **10**: Mechanische Verbindungselemente 1: Schrauben

DIN-Taschenbuch **43**: Mechanische Verbindungselemente 2: Bolzen, Stifte, Nieten, Keile, Sicherungsringe

DIN-Taschenbuch **55**: Mechanische Verbindungselemente 3: Technische Lieferbedingungen für Schrauben, Muttern und Unterlegteile

DIN-Taschenbuch **140**: Mechanische Verbindungselemente 4: Muttern, Zubehörteile für Schraubenverbindungen

DIN-Taschenbuch **193**: Mechanische Verbindungselemente 5: Grundnormen

DIN-Taschenbuch **362**: Mechanische Verbindungselemente 6: Schrauben, Europäische Normen

Mechanische Verbindungselemente – Umstellung von DIN-Normen auf Internationale (ISO) und Europäische Normen (EN) alle zu beziehen durch: Beuth-Verlag GmbH, Berlin, Wien, Zürich.

Bei Maßen, die in dieser Norm bzw. in DIN EN ISO 4759-1 oder in den Produktnormen nicht toleriert sind, gelten

**Allgemeintoleranzen** nach DIN 7168 (ersetzt durch DIN ISO 2768-1, s. Abschn. 15.5), und zwar mittel (m) für Produktklasse A; grob (g) für Produktklasse B und C.

**Gewindetoleranzen.** Falls in einzelnen Produktnormen nicht anders festgelegt, gelten für die Gewinde an handelsüblichen Schrauben und Muttern die Toleranzen nach DIN 13-14 (ersetzt durch DIN ISO 965-1) s. Tab. 508.1.

**Oberflächenrauheit.** Für Schrauben und Muttern der Produktklassen A und B sind in der Norm Oberflächenrauheiten festgelegt, s. Tab. 508.2.

Tabelle 508.1 Gewindetoleranzen nach DIN 13-14

Produktklasse	A und B	C
Schraube 6 g <sup>1)</sup>	8 g <sup>1)</sup>	
Mutter 6 H <sup>2)</sup>	7 H <sup>2)</sup>	

<sup>1)</sup> 6 h für Schrauben bis M 1,4.

<sup>2)</sup> 5 H für Muttern bis M 1,4.

### DIN ISO 8992 Verbindungselemente – Allgemeine Anforderungen für Schrauben und Muttern (Sep 2005)

Diese Norm legt die allgemeinen Anforderungen für genormte Schrauben und Muttern fest und gibt Querverweise auf die Normen über Maße und Toleranzen sowie über mechanische und funktionelle Eigenschaften, s. Tab. 508.3.

Tabelle 508.2 Oberflächenrauheiten für Schrauben und Muttern der Produktklassen A und B

Messstelle	$R_z^{4)}$				
		$P < 2,5$ $l_m = 0,4$ $\lambda_c = 0,08$	$P \geq 2,5$ $l_m = 1,25$ $\lambda_c = 0,25$	nach DIN 4768-1 <sup>5)</sup>	
Gewindeflanken <sup>1) 2)</sup>	Schrauben	gerollt	6,3	10	–
		geschnitten	16	25	–
	Muttern		25	40	–
Auflageflächen <sup>2)</sup>	Kaltfertigung	16	25	–	
	Warmfertigung	25	40	–	
Schaft bei Schrauben <sup>1)</sup>	Kaltfertigung	–	–	50	
	Warmfertigung	–	–	100	
Sichtflächen <sup>3)</sup>		10	–	–	

<sup>1)</sup> Der Gewindegrund bei Außengewinde darf wegen der Kerbeanspruchung keine größere Rauheit aufweisen als die Gewindeflanken. Hierzu genügt eine Sichtprüfung.

<sup>2)</sup> Gilt nicht für Blechschrauben.

<sup>3)</sup> Nur für Schrauben bis 6 mm Gewindenenddurchmesser.

<sup>4)</sup> Die  $R_z$ -Werte für Gewindeflanken, Auflageflächen und Sichtflächen gelten für die hier festgelegten Messbedingungen  $l_m$  und  $\lambda_c$ . Wegen der kleinen Flächen weichen sie von den Messbedingungen nach DIN 4768-1 ab.  $P$  – Gewindesteigung,  $l_m$  – Gesamtmessstrecke,  $\lambda_c$  – Grenzwellenlänge.

<sup>5)</sup> DIN 4768-1 ist ersetzt durch DIN EN ISO 3274 und DIN EN ISO 4288 (s. Abschn. 16).

Tabelle 508.3 Zugehörige Normen

Werkstoff	Kohlenstoffstahl legierter Stahl	nicht rostender Stahl	Nichteisenmetall
Maße	s. Produktnormen		
Mechanische Eigenschaften	DIN EN ISO 898-1 DIN EN 20898-2 DIN EN ISO 898-5 DIN EN ISO 898-6 (s. Norm)	DIN EN ISO 3506-1 bis DIN EN ISO 3506-3	DIN EN 28839 (s. Norm)
Toleranzen	DIN EN ISO 4759-1 (s. Norm)		
Oberflächenfehler	DIN EN 26157-1, DIN EN ISO 6157-2, DIN EN 26157-3 (s. Normen)		
Oberflächen	Anforderungen an galvanische Überzüge s. DIN EN ISO 4042		
Annahmeprüfung	Annahmeprüfung s. DIN EN ISO 3269		



## Allgemeine Anforderungen

Genormte Schrauben und Muttern werden durch folgende zusätzliche Angaben festgelegt:

- Mechanische Eigenschaften (Werkstoff),
- Produktklasse (Toleranzen),
- Oberflächenüberzug (wenn gefordert),
- spezielle Anforderungen (wenn vereinbart).

Alle diese Angaben beziehen sich auf das fertige Produkt. Besondere Herstellverfahren werden nicht gefordert, sofern sie nicht in den einzelnen Normen festgelegt sind oder zwischen den Vertragspartnern vereinbart wurden.

Die Produkte müssen vollflächig, vollkantig und in Übereinstimmung mit den gewählten Herstellverfahren gratfrei sein; es ist jedoch im Allgemeinen nicht erforderlich, kleine Grate, die durch Vorgänge wie Schlitzten, Schmieden, Pressen oder Entgraten entstehen, zu entfernen. Grate, die die Verwendbarkeit des Produktes beeinflussen oder die eine Verletzungsgefahr darstellen, müssen jedoch entfernt werden. Stanzgrate unterhalb der Auflagefläche von Schrauben sind nicht zulässig.

Zentrierbohrungen bei Schrauben dürfen vorhanden sein, sofern nichts anderes festgelegt ist. Für die Oberfläche des Produktes gilt:

- wie hergestellt bei Produkten aus Stahl, die nicht vergütet sind,
- im Allgemeinen schwarz oxidiert bei vergüteten Produkten aus Stahl,
- blank bei Produkten aus nicht rostenden Stählen oder aus Nichteisenmetallen.

Schrauben und Muttern sind in sauberem Zustand und leicht geölt zu liefern, sofern nichts anderes vereinbart wurde.

## DIN EN ISO 898-1 Mechanische Eigenschaften von Verbindungselementen aus Kohlenstoffstahl und legiertem Stahl – Teil 1: Schrauben (Nov 1999)

Diese Norm legt die mechanischen Eigenschaften für Schrauben bei Prüfung bei Raumtemperatur zwischen 10 °C und 35 °C fest. Die Eigenschaften verändern sich bei höheren und tieferen Temperaturen.

Die Norm gilt für Schrauben aus unlegiertem oder legiertem Stahl mit

- Gewindenenddurchmesser  $d \leq 39$  mm (Regel- und Feingewinde) mit metrischem ISO-Gewinde nach DIN ISO 68-1
- Durchmesser-Steigungs-Kombinationen nach DIN ISO 261 und DIN ISO 262
- Gewindetoleranzen nach DIN ISO 965-1 bis DIN ISO 965-3

Das Bezeichnungssystem für die Festigkeitsklassen von Schrauben zeigt Tab. 510.1.

		Nennzugfestigkeit $R_m$ in N/mm <sup>2</sup>											
		300	400	500	600	700	800	900	1000		1200	1400	
Mindestbruchdehnung $A_{min}$ in %	8												
	9					6.8					12.9		
	10												
	12				5.8				9.8 <sup>1)</sup>		10.9		
	14								8.8				
	16				4.8								
	20												
	22					5.6							
	25		3.6	4.6									
			Verhältnis Nennstreckgrenze ( $R_{eL}$ bzw. $R_{p0,2}$ ) zur Nennzugfestigkeit $R_m$										
Zweite Zahl des Bezeichnungssystems								6	8	9			
Nennstreckgrenze $R_{eL}$ bzw. $R_{p0,2}$ Nennzugfestigkeit $R_m$ · 100								%	60	80	90		

<sup>1)</sup> Gilt nur für Gewindedurchmesser bis 16 mm.

Tabelle 510.1 Mechanische Eigenschaften (gelten für Prüfungen nach DIN EN ISO 898-1 bei Raumtemperatur)

Festigkeitsklasse		3.6	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8		9.8 <sup>2)</sup>	10.9	12.9
Eigenschaft								≤ M 16	> M 16 <sup>1)</sup>			
Zugfestigkeit $R_m$ in N/mm <sup>2</sup>	Nennwert	300	400		500		600	800	800	900	1000	1200
	min.	330	400	420	500	520	600	800	830	900	1040	1220
Vickershärte HV $F \geq 98$ N	min.	95	120	130	155	160	190	250	255	290	320	385
	max.	220					250	320	335	360	380	435
Brinellhärte HB $F - 30$ D <sup>2</sup>	min.	90	114	124	147	152	181	238	242	276	304	366
	max.	238					304	318	342	361	414	
Rockwellhärte HR	min. HRB	52	67	71	79	82	89	–	–	–	–	–
	HRC	–	–	–	–	–	–	22	23	28	32	39
	max. HRB	95					99,5	–	–	–	–	–
	HRC	–					–	32	34	37	39	44
Streckgrenze $R_{eL}$ in N/mm <sup>2</sup>	Nennwert	180	240	320	300	400	480	–	–	–	–	–
	min.	190	240	340	300	420	480	–	–	–	–	–
0,2%-Dehngrenze $R_{p0,2}$ in N/mm <sup>2</sup>	Nennwert	–					640	640	720	900	1080	
	min.	–					640	640	720	940	1100	
Prüfspannung $S_p$	$S_p/R_{eL}$ bzw. $R_{p0,2}$	0,94	0,94	0,91	0,93	0,90	0,92	0,91	0,90	0,91	0,88	0,88
	in N/mm <sup>2</sup>	180	225	310	280	380	440	580	600	650	830	970
Bruchdehnung $A$ in % min.		25	22	14	20	10	8	12	12	10	9	8
Festigkeit unter Schräg- belastung	Festigkeitswerte unter Schrägbelastung müssen für ganze Schrauben mit im Abschn. 5.2 der Norm angegebenen Mindestzugfestigkeiten übereinstimmen.											
Mindest-Kerbschlagarbeit in J		–		25	–		30	30	25	20	15	
Kopfschlagzähigkeit	kein Bruch											
Mindesthöhe der nicht entkohlten Gewindezone	$E$	–					$1/2 H_1$			$2/3 H_1$	$3/4 H_1$	
Maximale Tiefe der Auskohlung	$G$ in mm	–					0,015					

1) Für Stahlbauschrauben ab M 12.

2) Nur für Größen bis 16 mm Gewindedurchmesser.

Das Kennzeichen der Festigkeitsklasse besteht aus zwei Zahlen, die durch einen Punkt getrennt sind.

- Die erste Zahl entspricht  $1/100$  der Nennzugfestigkeit  $R_m$  nach Tab. 512.1;
- die zweite Zahl gibt das 10fache des Verhältnisses der Nennstreckgrenze  $R_{eL}$  bzw.  $R_{p0,2}$  zur Nennzugfestigkeit  $R_m$  (Streckgrenzenverhältnis) an.

Die Multiplikation beider Zahlen ergibt  $1/10$  der Nennstreckgrenze ( $R_{eL}$  bzw.  $R_{p0,2}$ ) in  $N/mm^2$ .

### Werkstoffe

Der Zugversuch an ganzen Schrauben wird entsprechend Bild 512.1 durchgeführt. Formel zum Errechnen des Spannungsquerschnitts DIN 13-1.

Die Prüfkraft (s. Tab. 512.2) soll in einer Zugprüfmaschine axial auf die Schraube aufgebracht und 15 s gehalten werden. Die freie belastete Gewindelänge über der Mutter soll  $1d$  betragen. An beiden Schraubenenden müssen Zentrierbohrungen von  $60^\circ$  vorhanden sein.

Vor und nach dem Aufbringen der Prüfkraft muss die Länge der Schraube mit einem Messgerät mit kugeligen Messflächen gemessen werden.

Die Bedingungen des Versuches gelten als erfüllt, wenn die gemessene Schraubenlänge nach dem Versuch bei einer Messunsicherheit von  $\pm 12,5 \mu m$  mit der vor dem Versuch gemessenen Schraubenlänge übereinstimmt. Die Prüfgeschwindigkeit soll 3 mm/min nicht überschreiten. Die Prüfeinrichtung muss so gestaltet sein, dass keine Biegespannungen auftreten können.

Tabelle 511.1 Ausgangswerkstoffe für Schrauben genormter Festigkeitsklassen

Festigkeitsklasse	Werkstoff und Wärmebehandlung	Chemische Zusammensetzung (Massenanteil in %) Stückanalyse				Anlasstemperatur in °C min.	
		C		P max.	S max.		
		min.	max.				
3.6 <sup>1)</sup>	Kohlenstoffstahl	–	0,20	0,05	0,06	–	
4.6 <sup>1)</sup>		–	0,55	0,05	0,06		
4.8 <sup>1)</sup>							
5.6		0,13	0,55	0,05	0,06		
5.8 <sup>1)</sup>		–	0,55	0,05	0,06		
6.6 <sup>1)</sup>							
8.8 <sup>2)</sup>	Kohlenstoffstahl mit Zusätzen (z. B. Bor, Mn oder Cr), abgeschreckt und angelassen	0,15 <sup>3)</sup>	0,40	0,035	0,035	425	
	oder Kohlenstoffstahl, abgeschreckt und angelassen	0,25	0,55	0,035	0,035		
9.8	Kohlenstoffstahl mit Zusätzen (z. B. Bor, Mn oder Cr), abgeschreckt und angelassen	0,15 <sup>3)</sup>	0,35	0,035	0,035	425	
	oder Kohlenstoffstahl, abgeschreckt und angelassen	0,25	0,55	0,035	0,035		
10.9 <sup>4)</sup>	Kohlenstoffstahl mit Zusätzen (z. B. Bor, Mn oder Cr), abgeschreckt und angelassen	0,15 <sup>3)</sup>	0,35	0,035	0,035	340	
10.9 <sup>5)</sup>	Kohlenstoffstahl, abgeschreckt und angelassen	0,25	0,55	0,035	0,035	425	
	oder Kohlenstoffstahl mit Zusätzen (z. B. Bor, Mn oder Cr), abgeschreckt und angelassen	0,20 <sup>3)</sup>	0,55	0,035	0,035		
	oder legierter Stahl, abgeschreckt und angelassen <sup>7)</sup>	0,20	0,55	0,035	0,035		
12.9 <sup>5) 6)</sup>	Legierter Stahl, abgeschreckt und angelassen <sup>7)</sup>	0,28	0,50	0,035	0,035	380	

1) Für diese Festigkeitsklassen ist Automatenstahl mit folgenden maximalen Phosphor-, Schwefel- und Bleianteilen zulässig: Schwefel: 0,34 %, Phosphor: 0,11 %, Blei: 0,35 %.

2) Für Nenndurchmesser über 20 mm kann es notwendig sein, einen für die Festigkeitsklasse 10.9 vorgesehenen Werkstoff zu verwenden, um eine ausreichende Härtebarkeit sicherzustellen.

3) Bei Kohlenstoffstählen mit Bor als Zusatz und einem Kohlenstoffgehalt unter 0,25 % (Schmelzanalyse) muss ein Mangananteil von mindestens 0,60 % für Festigkeitsklasse 8.8 und 0,70 % für Festigkeitsklasse 9.8 und 10.9 vorhanden sein.

4) Für Produkte aus diesen Stählen muss das Kennzeichen der Festigkeitsklasse unterstrichen sein.

5) Der Werkstoff für diese Festigkeitsklassen muss ausreichend härter sein, um sicherzustellen, dass im Gefüge des Kerns im Gewindedetail ein Martensitanteil von ungefähr 90 % in gehärtetem Zustand vor dem Anlassen vorhanden ist.

6) Für die Festigkeitsklasse 12.9 ist eine metallographisch feststellbare, mit Phosphor angereicherte weiße Schicht an Oberflächen, die auf Zug beansprucht werden, nicht zulässig.

7) Legierter Stahl muss mindestens einen der Legierungsbestandteile Chrom, Nickel, Molybdän oder Vanadium enthalten.

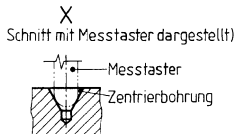
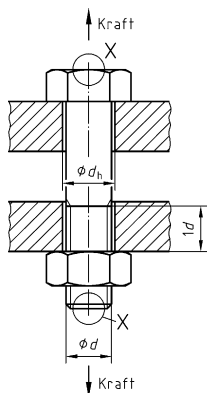
Tabelle 512.1 Mindestbruchkräfte für Schrauben (M 20 &lt; d ≤ M 39 s. Norm)

Gew. Nenn- durch- messer in mm	Steigung für Regelgew. in mm	Nennspan- nungsquer- schnitt $A_s$ in mm <sup>2</sup>	Festigkeitsklasse									
			3.6	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	9.8	10.9	12.9
			Mindestbruchkraft ( $A_s \times R_m$ ) in N									
<b>Regelgewinde</b>												
3	0,5	5,03	1660	2010	2110	2510	2620	3020	4020	4530	5230	6140
3,5	0,6	6,78	2240	2710	2850	3390	3530	4070	5420	6100	7050	8270
4	0,7	8,78	2900	3510	3690	4390	4570	5270	7020	7900	9130	10700
5	0,8	14,2	4690	5680	5960	7100	7380	8520	11350	12800	14800	17300
6	1	20,1	6630	8040	8440	10000	10400	12100	16100	18100	20900	24500
7	1	8,9	9540	11600	12100	14400	15000	17300	23100	26000	30100	35300
8	1,25	36,6	12100	14600	15400	18300	19000	22000	29200	32900	38100	44600
10	1,5	58,0	19100	23200	24400	29000	30200	34800	46400	52200	60300	70800
12	1,75	84,5	27800	33700	35400	42200	43800	50600	67400	75900	87700	103000
14	2	115	38000	46000	48300	57500	59800	69000	92000	104000	120000	140000
16	2	157	51800	62800	65900	78500	81600	94000	125000	141000	163000	192000
18	2,5	192	63400	76800	80600	96000	99800	115000	159000	–	200000	234000
20	2,5	245	80800	98000	103000	122000	127000	147000	20300	–	255000	299000
<b>Feingewinde</b>												
8	1	39,2	12900	15700	16500	19600	20400	23500	31360	35300	40800	47800
10	1	64,5	21300	25800	27100	32300	33500	38700	51600	58100	67100	78700
12	1,5	88,1	29100	35200	37000	44100	45800	52900	70500	79300	91600	107500
14	1,5	125	41200	50000	52500	62500	65000	75000	110000	122000	130000	152000
16	1,5	167	55100	66800	70100	83500	86800	100000	134000	150000	174000	204000
18	1,5	216	71300	86400	90700	108000	112000	130000	179000	–	225000	264000
20	1,5	272	89900	109000	114000	136000	141000	163000	226000	–	283000	332000

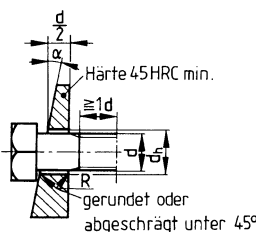
Tabelle 512.2 Prüfkraft für Schrauben (M 20 &lt; d ≤ M 39 s. Norm)

Gew. Nenn- durch- messer in mm	Steigung für Regelgew. in mm	Nennspan- nungsquer- schnitt $A_s$ in mm <sup>2</sup>	Festigkeitsklasse									
			3.6	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	9.8	10.9	12.9
			Prüfkraft ( $A_s \times S_p$ ) in N									
<b>Regelgewinde</b>												
3	0,5	5,03	910	1130	1560	1410	1910	2210	2920	3270	4180	4880
3,5	0,6	6,78	1220	1530	2100	1900	2580	2980	3940	4410	5630	6580
4	0,7	8,78	1580	1980	2720	2460	3340	3860	5100	5710	7290	8520
5	0,8	14,2	2560	3200	4400	3980	5400	6250	8230	9230	11800	13800
6	1	20,1	3620	4520	6230	5630	7640	8840	11600	13100	16700	19500
7	1	8,9	5200	6500	8920	8090	11000	12700	16800	18800	24000	28000
8	1,25	36,6	6590	8240	11400	10200	13900	16100	21200	23800	30400	35500
10	1,5	58,0	10400	13000	18000	16200	22000	25500	33700	37700	48100	56300
12	1,75	84,5	15200	19000	26100	23600	32000	37100	48900	54800	70000	81800
14	2	115	20700	25900	35600	32200	43700	50600	66700	74800	95500	112000
16	2	157	28300	35300	48700	44000	59700	69100	91000	102000	130000	152000
18	2,5	192	34600	43200	59500	53800	73000	84500	115000	–	159000	186000
20	2,5	245	44100	55100	76000	68600	93100	108000	147000	–	203000	238000
<b>Feingewinde</b>												
8	1	39,2	7060	8820	12200	11000	14900	17200	22700	25500	32500	38000
10	1	64,5	11600	14500	20000	18100	24500	28400	37400	41900	53500	62700
12	1,5	88,1	15900	19800	27300	24700	33500	38800	51100	57300	73100	85500
14	1,5	125	22500	28100	38800	35000	47500	55000	72500	81200	104000	121000
16	1,5	167	30100	37600	51800	46800	63500	73500	96900	109000	139000	162000
18	1,5	216	38900	48600	67000	60500	82100	95000	130000	–	179000	210000
20	1,5	272	49000	61200	84300	76200	103000	120000	163000	–	226000	264000

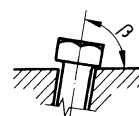
Zugversuch an gedrehten Schrauben, Einzelheiten s. Norm.



**Bild 513.1**  
Prüfkraft an ganzen Schrauben nach DIN EN ISO 898-1, s. Tab. 513.2



**Bild 513.2**  
Schrägzugversuch an ganzen Schrauben nach DIN EN ISO 898-1



**Bild 513.3**  
Prüfung der Kopfschlagzähigkeit von Schrauben nach DIN EN ISO 898-1 durch Biegen um den Winkel  $90^\circ - \beta$   
 $\beta = 60^\circ$  für Festigkeitsklassen 3.6 4.6 5.6  
 $\beta = 80^\circ$  für alle übrigen Festigkeitsklassen

**Tabelle 513.4** Schrägzugversuch an ganzen Schrauben nach DIN EN ISO 898-1. Werte für Winkel  $\alpha$

Gewinde-nenn-durchmesser $d$		$R^1)$	$\alpha \pm 30^\circ$			
in mm			Für Schrauben mit gewindefreier Schaftlänge $\geq 2d$		Für Schrauben mit Gewinde bis Kopf oder gewindefreier Schaftlänge $< 2d$	
über	bis	in mm	Festigkeitsklasse			
			3.6, 4.6, 4.8, 5.6, 5.8, 8.8, 9.8, 10.9	6.8, 12.9	3.6, 4.6, 4.8, 5.6, 5.8, 8.8, 9.8, 10.9	6.8, 12.9
	6	0,7	10°	6°	6°	4°
6	12	0,8				
12	20	1,3	6°	4°	4°	4°
20	39	1,6				

<sup>1)</sup> Für Produkte in Produktklasse C wird ein Radius  $R = r_{\max} + 0,2$  empfohlen. Hierin ist

$$r_{\max} = \frac{d_{2,\max} - d_{s,\min}}{2}$$

Näheres in DIN EN 20225, s. Norm.

Werte für Lochdurchmesser  $d_h$ , s. Norm; sie sind ungefähr um 10% größer als  $d$ .

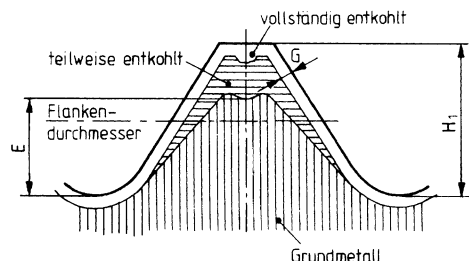
Eine Längendehnung kann auch entstehen durch mögliche Formfehler an der Probe (z. B. Abweichungen von der Geradheit) sowie durch den Zustand des Gewindes. In Zweifelsfällen ist deshalb ein zweiter Versuch mit einer um 3% größeren Kraft durchzuführen. Der zweite Versuch gilt als bestanden, wenn die danach ermittelte Länge mit einer zulässigen Messunsicherheit von  $12,5 \mu\text{m}$  mit der nach dem ersten Versuch übereinstimmt.

Der Schrägzugversuch an ganzen Schrauben ist entsprechend Bild 513.2 und Tab. 513.4 durchzuführen.

Der Abstand zwischen dem Gewindeauslauf und der Mutter bzw. Klemmvorrichtung soll mindestens  $1d$  betragen. Eine gehärtete Keilscheibe mit den Maßen nach Tab. 513.4 ist unter dem Schraubenkopf anzuordnen. Die Schraube muss unter Zug axial bis zum Bruch belastet werden.

Die Bedingungen dieses Versuches sind erfüllt, wenn der Bruch im Schaft oder freien Gewindeteil eintritt und nicht im Übergang vom Schaft zum Kopf.

Die Schraube muss vor dem Bruch die für die jeweilige Festigkeitsklasse gültige Mindestzugfestigkeit entweder bei diesem Schrägzugversuch oder aber bei einem zusätzlichen Axialzugversuch aufweisen.



Bei Schrauben mit Gewinde bis Kopf sind die Bedingungen des Schrägzugversuches auch dann erfüllt, wenn der Bruch im Gewindeteil beginnt und von dort in den Übergang zum Kopf hineinreicht.

**Bild 513.5** Längsschliff im Bolzengewinde zur mikroskopischen Bestimmung des Kohlungszustandes ( $H_1$  = maximale Gewindetiefe im Maximum-Material-Zustand)

Der Kerbschlagbiegeversuch ist nach ISO 83 (Zusammenhang mit DIN EN 10045-1) durchzuführen. Die Probe muss axial möglichst nahe der Oberfläche der Schraube entnommen werden, und zwar so, dass die nicht gekerbte Seite der Probe an der Oberfläche liegt.

Der Kerbschlagbiegeversuch ist nur bei Schrauben mit Gewindedurchmessern  $d \geq 16$  mm möglich.

Die Kopfschlagzähigkeit ist nach Bild 514.3 zu prüfen. Der Kopf der Schraube muss sich durch mehrere Hammerschläge um den Winkel  $90^\circ - \beta$  biegen lassen, ohne dass sich Anrisse im Übergang vom Schaft zum Kopf zeigen. Bei Schrauben mit Gewinde bis Kopf bzw. annähernd bis Kopf ist ein Anreißen im ersten Gewindegang ohne Abplatzen des Kopfes zulässig.

Zur Kohlungszustandsbestimmung im Gewinde vergüteter Schrauben sind zwei Verfahren üblich.

Mikroskopische Bestimmung und Bestimmung durch Härteprüfung (letztere s. Norm).

Die mikroskopische Prüfung erlaubt die Bestimmung von  $E$  und  $G$  (s. Bild 514.5). Sie ist an einem Längsschliff im Gewinde durchzuführen, der ungefähr  $1d$  vom Gewindeende angebracht ist. Vorher muss die jeweilige Wärmebehandlung der Schraube abgeschlossen sein.

Die Probe ist entweder in einer Schlieffklemme oder in Kunststoff einzubetten. Letzteres ist zu bevorzugen. Die Schliefffläche ist nach dem Schleifen zu polieren und mit 3%iger Salpetersäure zu ätzen, damit die durch Entkohlung verursachte Veränderung der Mikrostruktur erkennbar wird. Falls nichts anderes vereinbart ist, ist für die Prüfung ein Mikroskop mit einer Vergrößerung von 100:1 zu verwenden. Falls das Mikroskop eine Mattscheibe besitzt, kann die Entkohlungstiefe unmittelbar mit einem Maßstab gemessen werden. Wird ein Messokular benutzt, soll ein Fadenkreuz oder ein Maßstab vorhanden sein.

Die Mindesthöhe  $E$  des Grundmetalls und die maximale Tiefe  $G$  der vollständigen Entkohlung nach Tab. 511.1 dürfen nicht unter- bzw. überschritten werden.

#### Kennzeichnung:

Mechanische Verbindungselemente, die den Anforderungen nach dieser Norm entsprechen, sind mit dem Herstellerzeichen und der Festigkeitsklasse nach Tab. 514.1 zu kennzeichnen.

Tabelle 514.1 Kennzeichen der Festigkeitsklassen

Festigkeitsklasse	3.6	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	9.8	10.9	10.9	12.9
Kennzeichen <sup>1)</sup>	3.6	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	9.8	10.9	10.9 <sup>2)</sup>	12.9

<sup>1)</sup> Der Punkt zwischen den beiden Zahlen des Kennzeichens darf entfallen.

<sup>2)</sup> Bei Verwendung von Stahl mit niedrigem Kohlenstoffgehalt für Festigkeitsklasse 10.9.

Kennzeichnung kleiner Schrauben s. Norm.

### DIN EN 20898-2 Mechanische Eigenschaften von Verbindungselementen – Teil 2: Muttern mit festgelegten Prüfkräften, Regelgewinde (Feb 1994)

DIN EN 20898-2 bietet bezüglich der Abstreiffestigkeit von Muttern größere Sicherheiten, besonders wenn mit motorischen bzw. streckgrenzengesteuerten Abziehverfahren gearbeitet wird.

Diese Norm enthält Festlegungen über mechanische Eigenschaften von Muttern, die folgenden Bedingungen entsprechen:

- Nenndurchmesser  $D \leq 39$  mm,
- ISO-Gewinde mit Durchmessern und Steigungen nach DIN ISO 261 und DIN ISO 262,
- Gewindetoleranz 6 H nach DIN ISO 965-1 bis DIN ISO 965-3
- spezifizierten mechanischen Eigenschaften,
- gültig für Muttern mit Schlüsselweiten nach DIN ISO 272,
- Nennhöhen  $m \geq 0,5D$ ,
- hergestellt aus unlegiertem oder legiertem Stahl.

#### Bezeichnungssystem

Muttern mit Nennhöhen  $m \geq 0,8D$  werden mit einer Zahl entsprechend der höchsten Schraubenklasse bezeichnet, mit der die Mutter gepaart werden kann. Eine Schraube, die mit einer Mutter der entsprechenden Festigkeitsklasse nach Tab. 515.1 gepaart wird, ergibt eine Verbindung, die bis zu der für die Schraube festgelegten Prüfkräften beansprucht werden kann, ohne dass ein Abstreifen des Gewindes auftritt. Sollte jedoch die Verbindung über die Prüfkräften der Schraube hinaus angezogen werden, muss die Mutter so ausgelegt sein, dass bei mindestens 10% der zu stark angezogenen Verbindungen ein Versagen durch Bruch der Schraube eintritt. Auf diese Weise wird der Anwender darauf aufmerksam gemacht, dass seine Art des Einbaues nicht geeignet ist.

Tabelle 515.1 Festigkeitsklassen für Muttern mit Nennhöhen  $m \geq 0,8D$

Festigkeitsklasse der Mutter	Zugehörige Schraube			Größe
	Festigkeitsklasse			
4	3.6	4.6	4.8	> M 16
	3.6	4.6	4.8	≤ M 16
5	5.6	5.8		alle
	6.8			alle
8	8.8			alle
9	8.8			M 16 < d ≤ M 39
	9.8			≤ M 16
10	10.9			alle

Tabelle 515.2 Bezeichnungssystem und Prüfspannungen für Muttern mit Nennhöhen  $0,5D \leq m < 0,8D$

Festigkeitsklasse der Mutter	Nennprüfspannung in N/mm <sup>2</sup>	Tatsächliche Prüfspannung in N/mm <sup>2</sup>
04	400	380
05	500	500

Muttern mit Nennhöhen  $0,5D \leq m < 0,8D$  (s. Tab. 515.2) werden mit einer zweistelligen Zahl gekennzeichnet. Die erste Ziffer weist darauf hin, dass die Belastbarkeit einer mit einer solchen Mutter gebildeten Schraubenverbindung kleiner ist als die Belastbarkeit der Mutter auf einem gehärteten Prüfdorn und auch kleiner als die Belastbarkeit von Schraubenverbindungen mit höheren Muttern. Die zweite Ziffer gibt die Nennprüfspannung an, bezogen auf einen gehärteten Prüfdorn.

Tabelle 515.3 Grenzwerte der chemischen Zusammensetzung

Festigkeitsklasse	Chemische Zusammensetzung in Massen-% (Stückanalyse)			
	C max.	Mn min.	P max.	S max.
4 <sup>1)</sup> , 5 <sup>1)</sup> , 6 <sup>1)</sup>	–	–	0,110	0,150
8, 9	04 <sup>1)</sup>	0,25	0,060	0,150
10 <sup>2)</sup>	05 <sup>2)</sup>	0,30	0,048	0,058
12 <sup>2)</sup>	–	0,45	0,048	0,058

1) Muttern dieser Festigkeitsklassen dürfen aus Automatenstahl hergestellt werden, wenn nicht zwischen Besteller und Lieferer andere Vereinbarungen getroffen sind. Beim Verwenden von Automatenstahl sind folgende maximale Schwefel-, Phosphor- und Bleianteile zulässig:  
Schwefel 0,34% Phosphor 0,12% Blei 0,35%

2) Bei diesen Festigkeitsklassen müssen gegebenenfalls Legierungselemente hinzugefügt werden, um die mechanischen Eigenschaften der Muttern zu erreichen.

**Werkstoffe**

Muttern sollen aus Stahl mit einer chemischen Zusammensetzung nach Tab. 515.3 hergestellt werden.

Tabelle 515.4 Mechanische Eigenschaften für Muttern mit Regelgewinde

Gewinde-nenn-durch-messer D		Festigkeitsklasse									
		04 nicht vergütet, Typ niedrig		05 nicht vergütet, Typ niedrig		4 nicht vergütet, Typ 1		5 nicht vergütet, Typ 1		6 nicht vergütet, Typ 1	
über	bis	Prüfspannung S <sub>p</sub>	Vickershärte HV	Prüfspannung S <sub>p</sub>	Vickershärte HV	Prüfspannung S <sub>p</sub>	Vickershärte HV	Prüfspannung S <sub>p</sub>	Vickershärte HV	Prüfspannung S <sub>p</sub>	Vickershärte HV
		N/mm <sup>2</sup>	min. max.	N/mm <sup>2</sup>	min. max.	N/mm <sup>2</sup>	min. max.	N/mm <sup>2</sup>	min. max.	N/mm <sup>2</sup>	min. max.
–	4							520		600	
4	7							580		670	
7	10	380	188 302	500	272 253	–	–	590	130 302	680	150 302
10	16							610		700	
16	39					510	117 302	630	146	720	170

Fortsetzung s. nächste Seite

Tabelle 515.4 Fortsetzung

Gewinde-nenn-durch-messer $D$ in mm		Festigkeitsklasse												
		8 nicht vergütet, Typ 2		9 vergütet, Typ 1				10 vergütet, Typ 1				12 vergütet, Typ 2		
		Prüf-spannung $S_p$ N/mm <sup>2</sup>	Vickers-härte HV		Prüf-spannung $S_p$ N/mm <sup>2</sup>	Vickers-härte HV		Prüf-spannung $S_p$ N/mm <sup>2</sup>	Vickers-härte HV		Prüf-spannung $S_p$ N/mm <sup>2</sup>	Vickershärte HV		
min.	max.		min.	max.		min.	max.		min.	max.		min.	max.	
über	bis													
–	4	800	180	302	900	170	302	1040	272	353	1150	295	272	353
4	7	855			915			1040						
7	10	870	200		940	188		1040			1160			
10	16	880			950			1050			1190			
16	39	920	233	353	920			1060			1200			

In der Norm sind auch Härtewerte nach Rockwell angegeben. Im Schiedsfall gilt jedoch die Härteprüfung nach Vickers.

### Prüfkraftversuch

Der Prüfkraftversuch soll immer dann angewendet werden, wenn dies aufgrund der Prüfeinrichtungen möglich ist. Ab M 5 gilt er als Schiedsverfahren. Die Mutter wird entsprechend Bild 515.1a) oder b) auf einen gehärteten Prüfdorn aufgeschraubt. Die Prüfkraft muss axial zur Mutter aufgebracht und 15 Sekunden gehalten werden; dabei muss die Mutter dieser Prüfkraft standhalten, ohne dass sie abgestreift wird oder bricht. Nach dem Entlasten muss die Mutter auf dem Prüfdorn von Hand beweglich sein. Die Einleitung dieser Bewegung mit einem Schraubwerkzeug ist jedoch bis zu  $1/2$  Umdrehung zulässig.

Genormte Werte für Prüfkraft für Muttern mit Regelgewinde s. Norm.

Härte des Prüfdorns: Mindestens 45 HCR

Gewindetoleranz des Prüfdorns: Innerhalb 5 g 6 g mit Ausnahme des Außendurchmessers, der im unteren Viertel der Toleranz 6 g liegen soll.

Für Routineprüfungen kann die Härte an einer Auflagefläche der Mutter gemessen werden. Hierbei gilt der Mittelwert aus drei Messungen, wobei die Messstellen jeweils  $120^\circ$  gegeneinander versetzt sein müssen. In Schiedsfällen gilt die Härteprüfung nach Vickers HV 30 (s. DIN EN ISO 6507-1).

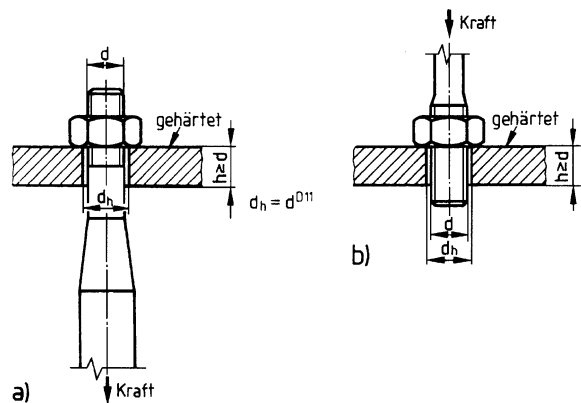


Bild 516.1

Prüfkraftversuch

- a) axialer Zugversuch
- b) axialer Druckversuch

Sechskantmuttern mit Gewinde  $\geq M 5$  aller Festigkeitsklassen müssen nach dem in dieser Norm beschriebenen Bezeichnungssystem auf der Auflagefläche oder einer Schlüsselfläche vertieft oder auf der Fase gekennzeichnet werden (Bild 517.1 und Bild 517.2).

Kennzeichnung von Muttern mit Symbolen für Festigkeitsklassen 4 bis 12 s. Tab. 517.3.

Muttern der Festigkeitsklassen 04 und 05 werden auf der Auflagefläche mit 04 bzw. 05 gekennzeichnet. Muttern mit Linksgewinde tragen zur Kennzeichnung auf der Auflagefläche einen Pfeil entgegen dem Uhrzeigersinn oder eine Kerbe in den Ecken am Umfang.



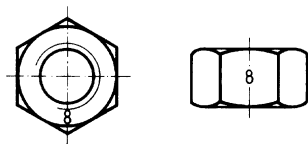


Bild 517.1 Beispiel für eine Kennzeichnung mit der Kennzahl der Festigkeitsklassen

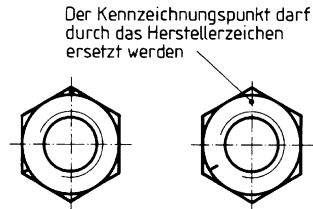









Bild 517.2 Beispiel für eine Kennzeichnung mit dem Symbol der Festigkeitsklasse (Uhrzeigersystem)

Tabelle 517.3 Kennzeichnung (Symbole) für Muttern mit Festigkeitsklassen

Festigkeitsklasse	4	5	6	8	9	10	12 <sup>1)</sup>
entweder Kennzeichen der Festigkeitsklasse	4	5	6	8	9	10	12
wahlweise oder Symbol der Festigkeitsklasse (Uhrzeigersystem)							

<sup>1)</sup> Der Kennzeichnungspunkt kann nicht durch das Herstellerzeichen ersetzt werden.

### DIN EN ISO 3269 Mechanische Verbindungselemente – Annahmeprüfung (Nov 2000)

In der Massenfertigung sind einzelne fehlerhafte Teile nicht zu vermeiden. Insbesondere größere Lose können deshalb gelegentlich fehlerhafte Teile enthalten. Das Aussortieren dieser Teile ist meist technisch nicht erforderlich, außerdem aufwendig und unwirtschaftlich.

Jedes fehlerhafte Teil, dessen Fehler die vorgesehene Funktion oder Verwendung mehr als unerheblich beeinträchtigen kann, darf beanstandet werden. Größere Lose werden vom Besteller in der Regel nur durch Stichproben geprüft. Je nach Stichprobenumfang kann aus dem Ergebnis der Stichprobenprüfung nur mit mehr oder weniger großer Wahrscheinlichkeit auf den tatsächlichen Anteil von fehlerhaften Teilen im Prüflös geschlossen werden.

Diese Norm legt ein Verfahren fest, das der Besteller bei seiner Eingangsprüfung anzuwenden hat, um entscheiden zu können, ob ein Los von Verbindungselementen den festgelegten technischen Anforderungen entspricht, sofern bei Bestellung kein anderes Annahmeverfahren mit dem Lieferer vereinbart wurde.

Die Norm gilt für Schrauben, Muttern, Stifte, Bolzen, Scheiben, Blindniete und für andere mechanische Verbindungselemente, die nicht für eine automatische Verschraubung, für besondere Anwendungen oder für Anwendungen mit besonders hohen Anforderungen bestimmt sind, für die besondere Fertigungsprüfungen und die Rückverfolgbarkeit des Loses gefordert werden. Für solche Produkte sind entsprechende Verfahren vor der Auftragsbestätigung zwischen Besteller und Lieferer zu vereinbaren. Die Norm gilt nur für fertig bearbeitete Verbindungselemente. Sie enthält keine Anweisungen oder Prüfverfahren für laufende Fertigungsprüfungen und setzt auch keine bestimmte Prüfverfahren voraus. Die Anforderungen dieser Norm gelten nur für den Anlieferungszustand der Verbindungselemente.

Das Verfahren zur Anwendungsprüfung von mechanischen Verbindungselementen folgt im Wesentlichen der Norm DIN ISO 2859-1, in der auch die zum Verständnis der Stichprobenprüfung erforderlichen Begriffe definiert sind.

#### Allgemeine Grundsätze und Anforderungen

Der Besteller kann eine Lieferung nach eigenem Ermessen so prüfen, wie es ihm entsprechend der vorgesehenen Verwendung oder Anwendung der Verbindungselemente erforderlich oder wirtschaftlich erscheint, vorausgesetzt, das Lieferantenrisiko ist nicht größer als 5%.

Während der Annahmeprüfung ist besonders auf die Eignung der Verbindungselemente für die vorgesehene Funktion oder Verwendung zu achten. Beanstandungen dürfen nur erhoben werden, wenn festgestellte Fehler die vorgesehene Funktion und/oder Verwendung des Verbindungselementes be-

einträchtigen. Der Besteller muss dem Lieferer Gelegenheit geben, sich von der Berechtigung von Beanstandungen zu überzeugen. Ist zum Zeitpunkt der Prüfung die Verwendung des Verbindungselementes nicht bekannt, ist jede Abweichung von den festgelegten Toleranzen als eine Beeinträchtigung der Funktion oder Verwendbarkeit anzusehen.

Ein zurückgewiesenes Los von Verbindungselementen darf nicht erneut zur Prüfung vorgelegt werden, ohne dass es nachgearbeitet oder aussortiert worden ist. Die zur Prüfung benutzten Lehren und Messzeuge dürfen keine Verbindungselemente als nicht bedingungsgemäß erklären, deren Maße oder Eigenschaften die festgelegten Grenzwerte nicht überschreiten. Auch wenn das Los die Annahmbedingungen dieser Norm erfüllt, dürfen einzelne Verbindungselemente beanstandet werden, die den vereinbarten technischen Anforderungen nicht entsprechen.

### Verfahren der Annahmeprüfung für Eigenschaften von Verbindungselementen

Die Maße für die zu prüfenden Verbindungselemente sind in den Tab. 518.1, 519.1 und 519.2 angegeben, aus denen die zu prüfenden Eigenschaften und die zugehörigen AQL-Werte zu entnehmen sind.

Für andere Merkmalsgruppen sind die zu prüfenden Eigenschaften und die zugehörigen AQL-Werte den Tab. 520.1 und 520.2 zu entnehmen. Weitere Eigenschaften s. Norm.

Tabelle 518.1 Zu prüfende Maße für Verbindungselemente mit Gewinde

Merkmal (Maße)	Produktgruppe					
	1	2	3	4	5	6
	Schrauben und Stiftschrauben Produktklassen A und B	Schrauben und Stiftschrauben Produktklasse C	Muttern Produktklassen A und B	Muttern Produktklasse C	Blechschrauben <sup>1)</sup> und Holzschrauben	Alle gewindeförmenden Schrauben, die nicht durch Spalte 5 abgedeckt sind, Bohrschrauben und Spanplattenschrauben
	AQL					
Schlüsselweite	1	1,5	1	1,5	1,5	1
Eckenmaß	1	1,5	1	1,5	1,5	1
Mutterhöhe	–	–	1	1,5	–	–
Schlitzbreite	1	–	–	–	1,5	1
Schlitztiefe	1	–	–	–	1,5	1
Eindringtiefe	1	–	–	–	1,5	1
Innenantrieb, GUT-Lehre	1	–	–	–	–	–
Innenantrieb, AUSSCHUSS-Lehre	1	–	–	–	–	–
Unterkopfübergang	1	–	–	–	–	1
Gewinde, GUT-Lehre	1	1,5	1	1,5	–	1 <sup>c</sup>
Gewinde, AUSSCHUSS-Lehre	1	1,5	1	1,5	–	1 <sup>c</sup>
Außendurchmesser	–	–	–	–	2,5	1
Form- und Lagetoleranzen <sup>2)</sup>	1	1,5	1	1,5	2,5	1
alle übrigen Merkmale	1,5	2,5	1,5	2,5	2,5	1,5
fehlerhafte Verbindungselemente	2,5	4	2,5	4	4	2,5

<sup>1)</sup> Schrauben mit Gewinde nach DIN EN ISO 1478.

<sup>2)</sup> Jedes Merkmal ist einzeln zu prüfen.

Jede Eigenschaft ist getrennt zu bewerten. Der geeignete LQ<sub>10</sub>-Wert ist unter Beachtung der allgemeinen Grundsätze zu wählen; bei bekanntem AQL-Wert und mit dem gewählten LQ<sub>10</sub>-Wert können Stichprobenumfang und Annahmezahl aus Tab. 519.3 entnommen werden.

Für jedes Merkmal ist die Annahmeproofung getrennt durchzuführen, die Anzahl der Fehler zu ermitteln und das gesamte Los anzunehmen, wenn die Gesamtzahl der Fehler je Merkmal gleich oder geringer ist als die Annahmezahl. Wenn im Fall einer zerstörungsfreien Prüfung die Losgröße kleiner als der erforderliche Stichprobenumfang ist, dann ist eine 100%-Prüfung durchzuführen.

Zerstörungsfreie Prüfungen (Sichtprüfungen) zur Erkennung von Oberflächenfehlern lassen nicht immer Art und Größe des Fehlers erkennen. Deshalb sind für die zerstörungsfreie Prüfung von Oberflächenfehlern größere Stichproben notwendig.

**Empfohlene Vorgehensweise bei der Annahmeproofung (z. B. Maße)**

Die Norm beschreibt zwei Möglichkeiten der Vorgehensweise bei der Annahmeproofung, von der im Folgenden eine Möglichkeit beschrieben wird:

Eine Stichprobe vom Umfang *n*, die entsprechend Tab. 519.3 ausgewählt wurde, ist im Hinblick auf alle Maße zu prüfen. Jedes Merkmal ist getrennt zu bewerten. Wenn das Los bezüglich der Einzelmerkmale die Prüfung besteht, sind die fehlerhaften Verbindungselemente wie folgt zu bewerten:

- Die fehlerhaften Teile, die für jedes Merkmal festgestellt wurden, sind zu zählen. Dabei gilt ein Verbindungselement mit einem oder mehreren Fehlern als fehlerhaftes Teil.

Tabelle 519.1 Zu prüfende Maße für flache Scheiben

Maße <sup>1)</sup>	Produktklassifizierung	
	Produktklasse A	Produktklasse B
	AQL	
Lochdurchmesser	1	1,5
Außendurchmesser	1,5	2,5
alle anderen Merkmale	2,5	4

<sup>1)</sup> Jedes Merkmal ist einzeln zu prüfen.

Tabelle 519.2 Zu prüfende Maße für Stifte und Bolzen

Maße <sup>1)</sup>	Produktgruppe				
	Zylinderstifte	Kegelstifte	Bolzen	Spannstifte	Splinte
	AQL				
Durchmesser	1	1	-	1	1,5
Oberflächenrauheit	1	1	1	-	-
Kegel	-	1	-	-	-
alle anderen Merkmale	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5

<sup>1)</sup> Jedes Merkmal ist einzeln zu prüfen.

Tabelle 519.3 Beispiele für Stichprobenanweisungen

Annahmezahl <sup>1)</sup> A <sub>c</sub>	AQL-Wert				
	0,65	1,0	1,5	2,5	4,0
	Stichprobenumfang n <sup>1)</sup> /LQ <sub>10</sub> -Wert				
0	8/25	5/37	3/54	-	-
1	50/7,6	32/12	20/18	13/27	8/42
2	125/4,3	80/6,5	50/10	32/17	20/25
3	200/3,3	125/5,4	100/6,6	50/13	32/20
4	315/2,6	200/3,9	125/6,2	80/9,6	50/15
5	400/2,4	250/3,7	160/5,8	100/9,3	-
6	-	315/3,4	200/5,2	125/8,4	80/13
7	-	400/3,0	250/4,7	160/7,3	100/11,5
8	-	-	315/4,2	200/6,6	125/10
10	-	-	400/3,9	250/6,0	160/9,5
12	-	-	-	315/5,6	200/8,8
14	-	-	-	400/5,0	250/8,0
18	-	-	-	-	315/7,8
22	-	-	-	-	400/7,3

<sup>1)</sup> Wenn bei zerstörungsfreier Prüfung die Losgröße kleiner als die geforderte Stichprobe ist, dann ist eine 100%-Prüfung durchzuführen.

Tabelle 520.1 Zu prüfende mechanische Eigenschaften für flache Scheiben

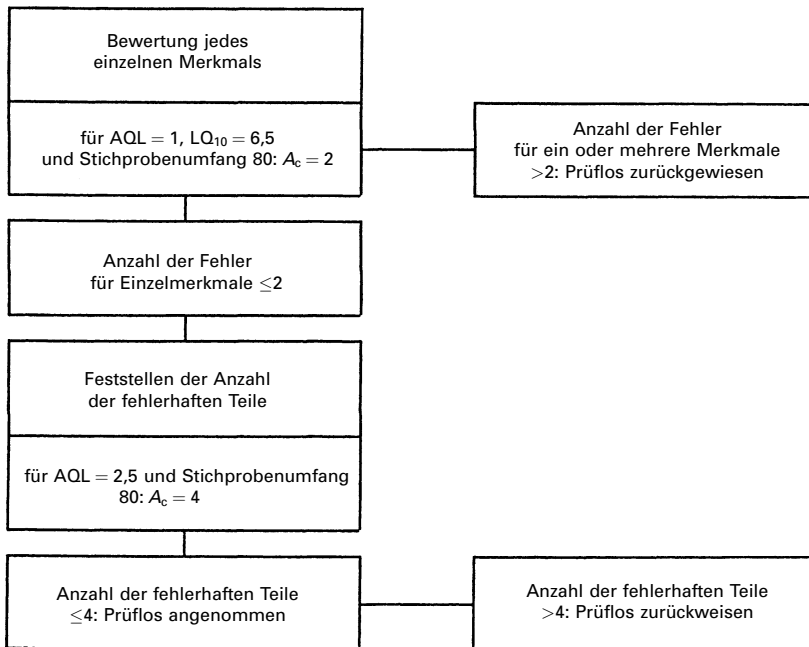
Mechanische Eigenschaften	Kohlenstoffstahl, nicht rostender Stahl oder legierter Stahl	Nichteisenmetall
	AQL	
Härte	0,65	-

Tabelle 520.2 Zu prüfende mechanische Eigenschaften für Stifte und Bolzen

Mechanische Eigenschaften	Produktgruppe	
	Zylinderstifte Kegelstifte Bolzen	Spannstifte Kerbstifte
AQL		
Scherfestigkeit	-	1,5
Härte	0,65	0,65

- Die Anzahl der fehlerhaften Teile ist mit der Annahmezahl, dem Stichprobenumfang  $n$  und dem AQL-Wert für fehlerhafte Teile nach der jeweils zutreffenden Tabelle zu vergleichen, um über Annahme oder Zurückweisung des Prüfloses zu entscheiden.

**Vorgehensweise**



**DIN EN ISO 4042 Verbindungselemente – Galvanische Überzüge (Jan 2001)**

Diese DIN-EN-ISO-Norm gilt als Ersatz für DIN 267-9 und soll auch in den Fällen angewendet werden, in denen zurzeit noch auf DIN 267-9 verwiesen wird.

DIN EN ISO 4042 behandelt maßliche Anforderungen an Verbindungselemente aus Stahl und Kupferlegierungen mit galvanischen Überzügen. Sie gibt eine Klassifizierung der Beanspruchungsgrade für diese Verbindungselemente und legt Schichtdicken sowie Maßnahmen zur Verminderung der Wasserstoffversprödungsgefahr bei hochfesten oder oberflächengehärteten Verbindungselementen fest.

Die Norm gilt in erster Linie für das Aufbringen galvanischer Überzüge auf Verbindungselemente mit Gewinden, sie kann aber auch für andere Teile mit Gewinden angewendet werden. Teile mit Gewinden, die galvanisch beschichtet werden sollen, müssen vor der Beschichtung den Anforderungen der jeweiligen Normen entsprechen. Dies gilt jedoch nicht, wenn Schraubengewinde speziell zur Aufnahme größerer Schichtdicken als üblich hergestellt wurden. Die Dicken der Überzüge sind auf die Toleranzen für metrische ISO-Gewinde nach DIN ISO 965 abgestimmt, für die folgende Toleranzlagen gelten:

g, f und e für Außengewinde; H und G für Innengewinde. Die Toleranzlagen gelten vor dem Aufbringen des galvanischen Überzuges.

Nach dem Aufbringen des Überzuges sind metrische ISO-Gewinde mit einer Gutlehre der Toleranzlage h für Außengewinde und der Toleranzlage H für Innengewinde zu lehren. Die Lehren müssen dem Lehrensystern nach DIN ISO 1502 (s. Norm) entsprechen. Daraus folgt, dass durch den galvanischen Überzug die Maximum-Material-Maße (Höchstmaße beim Außengewinde, Mindestmaße beim Innengewinde) nicht überschritten bzw. unterschritten werden dürfen.

Der galvanische Überzug muss in Hinblick auf Aussehen, Haftung der Beschichtung, Duktilität, Korrosionsbeständigkeit usw. den Festlegungen der für den betreffenden Überzug geltenden Normen gerecht werden.

#### DIN EN ISO 3506-1 Mechanische Eigenschaften von Verbindungselementen aus nichtrostenden Stählen – Teil 1: Schrauben (ISO 3506-1: 1997) (Mrz 1998)

#### DIN EN ISO 3506-2 Mechanische Eigenschaften von Verbindungselementen aus nichtrostenden Stählen – Teil 2: Muttern (ISO 3506-2: 1997) (Mrz 1998)

Diese Normen legen die mechanischen Eigenschaften von Schrauben und Muttern aus nicht rostenden, austenitischen, martensitischen und ferritischen Stählen bei Prüfung in einem Umgebungstemperaturbereich zwischen 15 °C und 25 °C fest. Bei höheren oder niedrigeren Temperaturen ändern sich die Eigenschaften.

Die Normen gelten für Schrauben bzw. Muttern:

- mit Gewindenenddurchmessern  $d \leq 39$  mm,
- mit Metrischem ISO-Gewinde mit Durchmessern und Steigungen nach DIN ISO 68-1, DIN ISO 261 und DIN ISO 262,
- mit beliebiger Form,
- mit Schlüsselweiten nach DIN ISO 272,
- mit Nennhöhen von Muttern  $\geq 0,5 d$

#### Bezeichnung, Kennzeichnung:

Das Bezeichnungssystem für nicht rostende Stahlsorten und Festigkeitsklassen von Schrauben und Muttern ist in Bild 521.1 dargestellt.

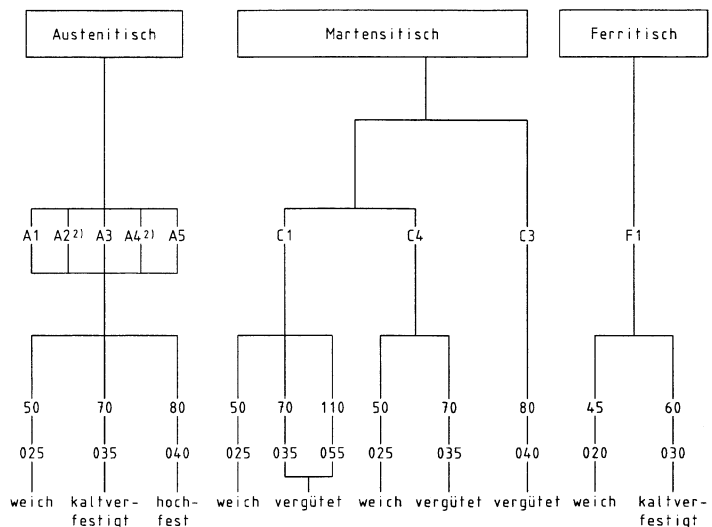
12

Stahlgruppe

Stahlsorte

Festigkeitsklasse für Schrauben und Muttern Typ 1:<sup>1)</sup>

Niedrige Muttern:<sup>2)</sup>



<sup>1)</sup> nach DIN EN 20898-2, Mutternhöhe  $m \geq 0,8d$

<sup>2)</sup> Mutternhöhe zwischen  $0,5d$  und  $0,8d$

Bild 521.1 Bezeichnungssystem für nicht rostende Stahlsorten und Festigkeitsklassen von Schrauben und Muttern

Die Bezeichnung der Stahlsorte besteht aus den Buchstaben

- A für austenitischen Stahl oder
- C für martensitischen Stahl oder
- F für ferritischen Stahl,

die die Stahlgruppen angeben, und einer Ziffer, die den Bereich für die chemische Zusammensetzung innerhalb dieser Stahlgruppe angibt.

Die Bezeichnung der Festigkeitsklasse besteht aus 2 Ziffern, die  $\frac{1}{10}$  der Zugfestigkeit der Verbindungselemente angeben.

**Beispiel** A 2-70

bedeutet: Austenitischen Stahl, kaltverfestigt, Zugfestigkeit mindestens 700 N/mm<sup>2</sup>.

Chemische Zusammensetzung von nicht rostenden Stahlsorten für Schrauben und Muttern s. Norm.

Sechskantschrauben und Zylinderschrauben mit Innensechskant und Nenndurchmessern  $d \geq 5$  mm sind wie in Bild 522.1 dargestellt zu kennzeichnen.

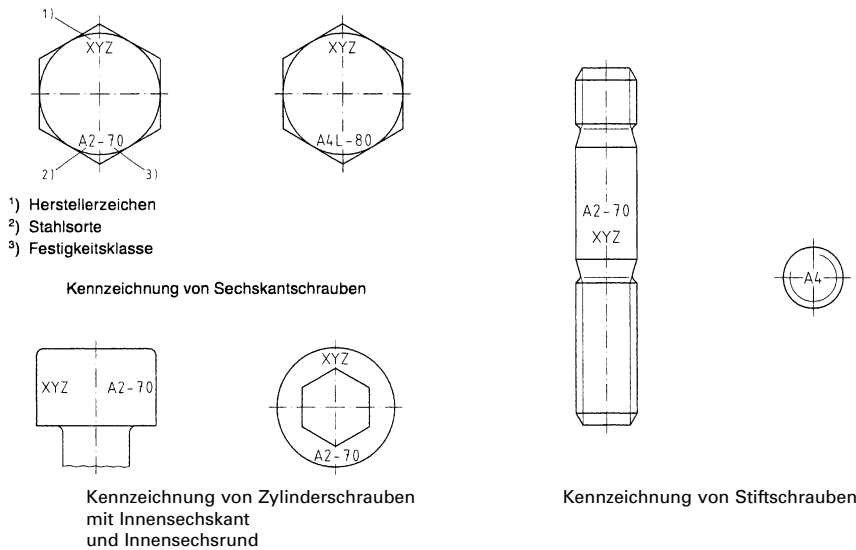


Bild 522.1 Kennzeichnung von Schrauben aus nicht rostenden Stahlsorten

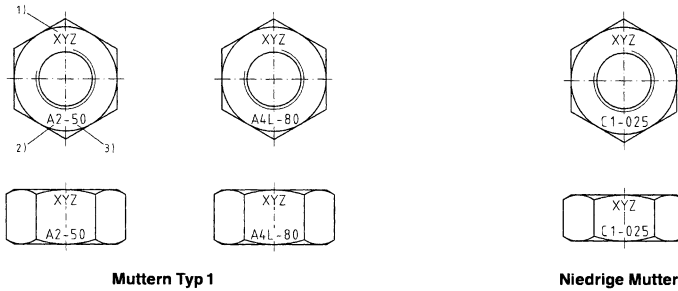
Sechskantmuttern mit Nenndurchmesser  $d \geq 5$  mm sind wie in Bild 523.1 zu kennzeichnen, soweit dies technisch möglich ist. Eine Kennzeichnung auf der Auflagefläche ist zulässig, darf jedoch nur vertieft angebracht werden.

Die mechanischen Eigenschaften von Schrauben und Muttern aus nicht rostenden austenitischen Stählen müssen den in den Tab. 523.2 und 523.3 festgelegten Werten entsprechen.

Mechanische Eigenschaften für Schrauben und Muttern aus martensitischen und ferritischen Stählen s. Norm.

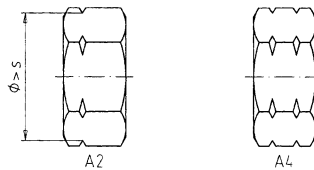
Mindestbruchdrehmomente für Schrauben aus austenitischem Stahl s. Tab. 524.1. Mindestbruchdrehmomente für Schrauben aus martensitischen und ferritischen Stählen sind zwischen Hersteller und Anwender zu vereinbaren.

Prüfverfahren sowie weitere Festlegungen über chemische Zusammensetzung und Eigenschaften nicht rostender Stähle s. Norm.



- 1) Herstellerzeichen
- 2) Stahlsorte
- 3) Festigkeitsklasse

Kennzeichnung mit der Werkstoffbezeichnung und dem Herstellerzeichen



s ist die Schlüsselweite

Alternative Rillenkennzeichnung (nur für Stahlsorten A2 und A4)

Bild 523.1 Kennzeichnung von Muttern aus nicht rostenden Stahlsorten

Tabelle 523.2 Mechanische Eigenschaften von Schrauben – Austenitische Stahlsorten

Stahlgruppe	Stahlsorte	Festigkeitsklasse	Durchmesserbereich	Zugfestigkeit $R_m^{1)}$ N/mm <sup>2</sup> min.	0,2%-Dehngrenze $R_{p0,2}^{1)}$ N/mm <sup>2</sup> min.	Bruchdehnung $A^2)$ mm min.
Austenitisch	<b>A 1, A 2, A 3, A 4, A 5</b>	50	≤ M 39	500	210	0,6d
		70	≤ M 24 <sup>3)</sup>	700	450	0,4d
		80	≤ M 24 <sup>3)</sup>	800	600	0,3d

<sup>1)</sup> Die Zugspannung ist bezogen auf den Spannungsquerschnitt berechnet.

<sup>2)</sup> Die Bruchdehnung ist an der jeweiligen Länge der Schraube und nicht an abgedrehten Proben zu bestimmen.

<sup>3)</sup> Für Verbindungselemente mit Gewindenenddurchmessern  $d > 24$  mm müssen die mechanischen Eigenschaften zwischen Anwender und Hersteller vereinbart werden. Sie müssen mit der Stahlsorte und Festigkeitsklasse nach dieser Tabelle gekennzeichnet werden.

Tabelle 523.3 Mechanische Eigenschaften von Muttern – Austenitische Stahlsorten

Stahlgruppe	Stahlsorte	Festigkeitsklasse		Durchmesserbereich $d$ mm	Prüfspannung $S_p$ N/mm <sup>2</sup> min.	
		Muttern Typ 1 ( $m \geq 0,8d$ )	Niedrige Muttern $0,5d \leq m < 0,8d$		Muttern Typ 1 ( $m \geq 0,8d$ )	Niedrige Muttern $0,5d \leq m < 0,8d$
Austenitisch	<b>A 1</b>	50	025	≤ 39	500	250
	<b>A 2, A 3</b>	70	035	≤ 24 <sup>1)</sup>	700	350
	<b>A 4, A 5</b>	80	040	≤ 24 <sup>1)</sup>	800	400

<sup>1)</sup> Für Verbindungselemente mit Gewindenenddurchmessern  $d > 24$  mm müssen die mechanischen Eigenschaften zwischen Anwender und Hersteller vereinbart werden. Sie müssen mit der Stahlsorte und Festigkeitsklasse nach dieser Tabelle gekennzeichnet werden.

Tabelle 524.1 Mindestbruchdrehmoment,  $M_{B,min}$ , für Schrauben aus austenitischem Stahl mit Gewinde M 1,6 bis M 16 (Regelgewinde)

Gewinde	Mindestbruchdrehmoment $M_{B,min}$ Nm		
	Festigkeitsklasse		
	50	70	80
M 1,6	0,15	0,2	0,24
M 2	0,3	0,4	0,48
M 2,5	0,6	0,9	0,96
M 3	1,1	1,6	1,8
M 4	2,7	3,8	4,3
M 5	5,5	7,8	8,8
M 6	9,3	13	15
M 8	23	32	37
M 10	46	65	74
M 12	80	110	130
M 16	210	290	330

Kernhärte, Mikrostruktur des Werkstoffgefüges nach der Wärmebehandlung, Eignung der Blechschraube zum Formen des Muttergewindes und Torsionsbelastbarkeit fest (Einzelheiten s. Norm).

Für das Gewinde und die Schraubenenden von Blechschrauben gilt DIN EN ISO 1478 (s. Abschn. 12.2.6).

#### **DIN EN ISO 2320 Sechskantmuttern aus Stahl mit Klemmteil – Mechanische und funktionelle Eigenschaften (ISO 2320: 1997) (Mrz 1998)**

Diese Norm legt mechanische und funktionelle Eigenschaften für Sechskantmuttern mit Klemmteil (einschließlich solche mit Flansch) bei Prüfung in einem Umgebungstemperaturbereich zwischen 10 °C und 35 °C fest. Bei höherer oder tieferer Temperatur ändern sich die Eigenschaften.

Die Norm gilt für Muttern mit Klemmteil:

- mit Gewindenenddurchmesser  $\leq 39$  mm
- mit Durchmesser/Steigungskombinationen nach DIN ISO 261
- mit Gewindeprofil nach DIN ISO 68-1
- mit Gewindetoleranz 6 H nach DIN ISO 965-2

Muttern mit Klemmteil im Sinne dieser Norm sind Muttern aus Stahl (Ganzmetall einteilig oder kombiniert mit metallischem oder nichtmetallischem Einsatz), bei denen ein erhöhter Reibungsschluss im Gewinde dem selbsttätigen Lösen der Mutter entgegenwirkt. Der Reibungsschluss ergibt sich durch eine entsprechende Gestaltung des Klemmteiles der Mutter und führt zum axialen und/oder radialen Verkleben in den ineinander greifenden Schrauben- und Muttergewindengängen oder des Verklebens des eingelegten Kunststoffringes auf dem Schraubengewinde. Als zusätzliches Reibmoment gilt das zum Drehen der Mutter auf einer Schraube erforderliche Drehmoment, das ohne axiale Beanspruchung während des Drehvorganges gemessen wird.

Für die Paarung von Sicherungsmuttern mit Schrauben wird die Zuordnung nach Tab. 515.1 empfohlen.

#### **Bezeichnungssystem**

Die Festigkeitsklassen für Muttern mit Klemmteil sind die gleichen, die in DIN EN 20898-2 für Sechskantmuttern (ohne Klemmteil) festgelegt sind, s. Tab. 515.1 und 515.2.

Für die Paarung von Sechskantmuttern mit Klemmteil mit Schrauben wird die Zuordnung nach Tab. 515.2 empfohlen, wobei die Festigkeitsklassen 10 und 12 mit Schraubenfestigkeitsklassen nicht unter 8.8 gepaart werden sollten.

Im Allgemeinen können Muttern einer höheren Festigkeitsklasse solche einer niedrigeren Festigkeitsklasse ersetzen. Es wird jedoch nicht empfohlen, wärmebehandelte Ganzmetallmuttern mit Schrauben einer niedrigeren Festigkeitsklasse zu paaren. Werkstoffe, deren chemische Zusammensetzung, Wärmebehandlung, mechanische Eigenschaften, funktionelle Anforderungen sowie Prüfverfahren s. Norm.

#### **DIN EN ISO 2702**

#### **Wärmebehandelte Blechschrauben aus Stahl – Mechanische Eigenschaften (Okt 1994)**

Die Festlegungen gelten für Blechschrauben aus wärmebehandelten Stählen. Die Norm soll sicherstellen, dass sich das Gewinde von Blechschrauben beim Einschrauben oder bei der späteren Beanspruchung weder verformt noch ein Bruch der Schraube eintritt. Deshalb gelten als Hauptmerkmale für die Beurteilung der Funktionseigenschaften einer Blechschraube die Randhärte und das Mindestbruchdrehmoment, wobei der verwendete Werkstoff nur von sekundärer Bedeutung ist. Deshalb wurde der Werkstoff nicht präzisiert, sondern nur auf die Verwendung von kaltumformbarem Einsatzstahl hingewiesen.

Diese Norm legt im Einzelnen die Anforderungen und Prüfungen der Oberflächenhärte, Einsatzhärtungstiefe,



Weitere Normen:

DIN 267-6	Mechanische Verbindungselemente – Technische Lieferbedingungen – Ausführungen und Maßgenauigkeit für Produktklasse F
DIN 267-13	-- Teil 13: Teile für Schraubenverbindungen mit besonderen mechanischen Eigenschaften zum Einsatz bei Temperaturen von $-200\text{ °C}$ bis $+700\text{ °C}$
DIN 267-24	-- Teil 24: Härteklassen für Muttern ohne festgelegte Prüfkräfte
DIN EN ISO 898-5	Mechanische Eigenschaften von Verbindungselementen aus Kohlenstoffstahl und legiertem Stahl – Teil 5: Gewindestifte und ähnliche nicht auf Zug beanspruchte Verbindungselemente
DIN EN ISO 898-6	Mechanische Eigenschaften von Verbindungselementen – Teil 6: Muttern mit festgelegten Prüfkräften; Feingewinde
DIN EN ISO 3506-3	Mechanische Eigenschaften von Verbindungselementen aus nicht rostenden Stählen – Teil 3: Gewindestifte und ähnliche, nicht auf Zug beanspruchte Schrauben
DIN EN ISO 10684	Verbindungselemente – Feuerverzinkung
DIN EN 28839	Mechanische Eigenschaften von Verbindungselementen – Schrauben und Muttern aus Nichteisenmetallen

## 12.2 Schrauben

Für Schrauben gibt es im Wesentlichen folgende Grundformen: Schrauben mit Kopf, Stiftschrauben, Gewindestifte, Stopfen. Die Grundformen können verschiedenartig gestaltet sein, z. B. Schrauben mit Sechskant-, Vierkant-, Zylinderkopf oder Senkkopf. Ein Zylinderkopf wiederum kann einen Schlitz, Kreuzschlitz oder einen Innensechskant haben; auch Schraubenenden können verschiedenartig geformt sein.

Für die Benennungen von Schrauben, Muttern und Zubehör sowie für Angaben zum Bestimmen der Einzelheiten (Kopfform, Schraubenende und Ähnliches) gelten DIN 918, DIN ISO 1891 (s. Normen) sowie DIN 962. Bei Bedarf sind die Maße für Gewindeausläufe sowie Gewinderillen aus DIN 76-1 bis DIN 76-3 und für Gewindeenden aus DIN EN ISO 4753, s. Norm, zu ersehen.

### 12.2.1 Schrauben mit Kopf, ohne und mit Schlitz

#### DIN ISO 272 Mechanische Verbindungselemente – Schlüsselweiten für Sechskantschrauben und -muttern (Okt 1979)

Diese Norm legt für Sechskantschrauben und -muttern Schlüsselweiten fest, auf die die einzelnen Produktnormen umgestellt worden sind bzw. noch umgestellt werden.

Tabelle 525.1 Schlüsselweiten und Kopfhöhen für Sechskantschrauben, sofern in einer Norm nichts anderes angegeben ist (> M 48 sowie Zwischengrößen s. DIN EN ISO 4014, s. Norm)

Gewindedurchmesser $d$	M 2	M 2,5	M 3	M 3,5	M 4	M 5	M 6	M 7	M 8	M 10
Schlüsselweite $s$	4	5	5,5	6	7	8	10	11	13	16
Kopfhöhe $k$	1,4	1,7	2	2,4	2,8	3,5	4	4,8	5,3	6,4
Gewindedurchmesser $d$	M 12	M 16	M 20	M 24	M 27	M 30	M 33	M 36	M 42	M 48
Schlüsselweite $s$	18	24	30	36	41	46	50	55	65	75
Kopfhöhe $k$	7,5	10	12,5	15	17	18,7	21	22,5	26	30

**DIN EN ISO 4014 Sechskantschrauben mit Schaft – Produktklassen A und B (Mrz 2001)**

**DIN EN ISO 4017 Sechskantschrauben mit Gewinde bis Kopf – Produktklassen A und B (Mrz 2005)**

**DIN EN ISO 8676 Sechskantschrauben mit Gewinde bis Kopf – Metrisches Feingewinde, Produktklassen A und B (Mrz 2001)**

**DIN EN ISO 8765 Sechskantschrauben mit Schaft – Metrisches Feingewinde, Produktklassen A und B (Mrz 2001)**

**Bezeichnungsbeispiel** DIN EN ISO 4014, M 12,  $l = 80$  mm, Festigkeitsklasse 8.8:

**Sechskantschraube ISO 4014 M 12  $\times$  80–8.8**

## DIN EN ISO 4014, DIN EN ISO 8765

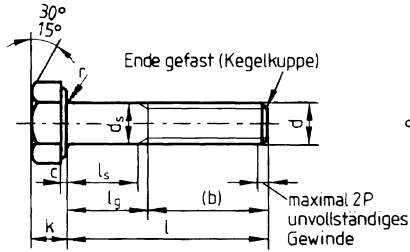
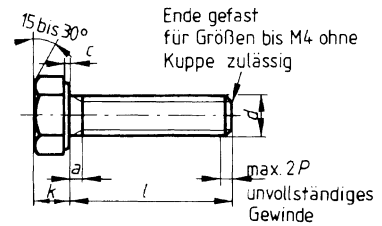


Bild 526.1 Sechskantschrauben

## DIN EN ISO 4017, DIN EN ISO 8676



a nach DIN 76

## Stufung der Längen in mm:

DIN EN ISO 4014: 12, 16, 20, danach in 5-mm-Stufen bis 70; in 10-mm-Stufen bis 160; in 20-mm-Stufen bis 500

DIN EN ISO 4017: 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 16, 20, danach in 5-mm-Stufen bis 70; in 10-mm-Stufen bis 160; in 20-mm-Stufen bis 200

DIN EN ISO 8676: von 20 bis 70 in 5-mm-Stufen; danach in 10-mm-Stufen bis 160; in 20-mm-Stufen bis 500

DIN EN ISO 8765: von 35 bis 70 in 5-mm-Stufen; danach wie DIN EN ISO 8676

Tabelle 526.2 Sechskantschrauben nach DIN EN ISO 4014, DIN EN ISO 4017; DIN EN ISO 8765, DIN EN ISO 8676 (<M 4, >M 30 bzw. M 30 × 2 s. Normen; Maße k, s s. Tab. 525.1, übrige Maße s. Normen)

DIN EN ISO 4014	d	M 4	M 5	M 6	M 8	M 10
DIN EN ISO 4017	d				M 8 × 1	M 10 × 1
DIN EN ISO 8765	d					
DIN EN ISO 8676	d					
	b <sub>1</sub> ) b <sub>2</sub> )	14	16	18	22	26
	c <sub>min.</sub>	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
	c <sub>max.</sub>	0,4	0,2	0,5	0,5	0,6
	r min.	0,2	0,2	0,25	0,4	0,4
DIN EN ISO 4014	l	25 bis 40	25 bis 50	30 bis 60	40 bis 80	45 bis 100
DIN EN ISO 4017	l	8 bis 40	10 bis 50	12 bis 60	16 bis 80	20 bis 100
DIN EN ISO 8765	l				40 bis 80	45 bis 100
DIN EN ISO 8676	l				16 bis 80	20 bis 100
DIN EN ISO 4014	d	M 12	M 16	M 20	M 24	M 30
DIN EN ISO 4017	d					
DIN EN ISO 8765	d	M 12 × 1,5	M 16 × 1,5	M 20 × 1,5	M 24 × 2	M 30 × 2
DIN EN ISO 8676	d					
	b <sub>1</sub> ) b <sub>2</sub> )	30	38 44	46 52	54 60	66 72
	c <sub>min.</sub>	0,15	0,2	0,2	0,2	0,2
	c <sub>max.</sub>	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8
	d <sub>a</sub>	13,7	17,7	22,4	26,4	33,4
	r min.	0,6	0,6	0,8	0,8	1
DIN EN ISO 4014	l	50 bis 120	65 bis 160	80 bis 200	90 bis 240	110 bis 300
DIN EN ISO 4017	l	25 bis 120	30 bis 200	40 bis 200	50 bis 200	60 bis 200
DIN EN ISO 8765	l	50 bis 120	65 bis 160	80 bis 200	100 bis 240	120 bis 300
DIN EN ISO 8676	l	25 bis 120	30 bis 160	40 bis 200	40 bis 200	40 bis 200

<sup>1)</sup> Für Längen  $l \leq 125$  mm.

<sup>2)</sup> Für Längen  $120 \text{ mm} < l \leq 200 \text{ mm}$ ;  $l > 200 \text{ mm}$  s. Normen.

## Technische Lieferbedingungen:

Allgemeine Anforderungen nach DIN ISO 8992

Gewindetoleranz 6 g nach DIN ISO 965-1 und DIN ISO 965-2

Festigkeitsklasse (Werkstoff):

Stahl: für  $d \leq 39$  mm: 5.6, 8.8, 10.9 nach DIN EN ISO 898-1;

für  $d > 39$  mm nach Vereinbarung

Nicht rostender Stahl: für  $d \leq 20$  mm: A 2-70  
 für  $20 \text{ mm} < d \leq 39$  mm: A 2-50 nach DIN EN ISO 3506-1

Nichteisenmetall nach DIN EN 28839

Grenzabmaße, Form- und Lagetoleranzen nach DIN EN ISO 4759-1; Produktklasse A für Produkte mit  $d \leq 24$  mm,  $l \leq 10 d$  bzw. 150 mm, darüber gilt die Produktklasse B

Galvanischer Oberflächenschutz s. DIN EN ISO 4042

Annahmeprüfung s. DIN EN ISO 3269

**DIN EN ISO 4762 Zylinderschrauben mit Innensechskant (Jun 2004)**

**DIN EN ISO 10642 Senkschrauben mit Innensechskant (Jun 2004)**

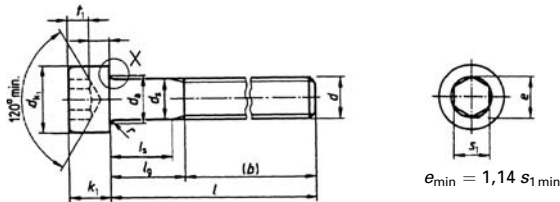
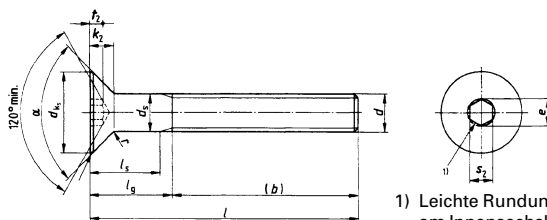


Bild 527.1 Zylinderschraube mit Innensechskant nach DIN EN ISO 4762



$\alpha = 90^\circ$  bis  $92^\circ$   
 $e_{\min} = 1,14 s_{2\min}$

1) Leichte Rundung oder Ansenkung am Innensechskant zulässig

Bild 527.2 Senkschraube mit Innensechskant nach DIN EN ISO 10642

Zylinderschrauben mit Innensechskant sind z. B. für Erzeugnisse geeignet, die bei geringem Raumbedarf hochbeanspruchte lösbar verbundene Teile haben, z. B. Messerköpfe. Durch die versenkte Anordnung der Schrauben lassen sich Maschinen gefällig gestalten, und die Verletzungsgefahr wird vermindert.

Tabelle 527.3 Innensechskantschrauben DIN EN ISO 4762 und DIN EN ISO 10642

Gewinde <sup>1)</sup>	M 3	M 4	M 5	M 6	M 8	M 10	M 12	M 16	M 20	M 24	M 30	M 36	
P	0,5	0,7	0,8	1	1,25	1,5	1,75	2	2,5	3	3,5	4	
b	18	20	22	24	28	32	36	44	52	60	72	84	
d <sub>h</sub>	3,6	4,7	5,7	6,8	9,2	10,2	13,7	17,7	2,4	20,4	33,4	39,4	
d <sub>k1</sub>	max. <sup>2)</sup>	5,5	7	8,5	10	13	16	18	24	30	36	45	54
	max. <sup>3)</sup>	5,68	7,22	8,72	10,22	13,27	16,27	18,27	24,33	30,33	36,39	45,39	54,46
	min.	5,32	6,78	8,28	9,78	12,73	15,73	17,73	23,67	29,67	35,61	44,61	53,54
d <sub>k2</sub>	max.	6,72	8,96	11,20	13,44	17,92	22,4	26,88	33,60	40,32	–	–	–
	min.	5,54	7,53	9,43	11,34	15,24	19,22	23,12	29,01	36,05	–	–	–
d <sub>s</sub> , k <sub>1</sub>	max.	3	4	5	6	8	10	12	16	20	24	30	36
k <sub>2</sub>	max.	1,86	2,48	3,1	3,72	4,96	6,2	7,44	8,8	10,16	–	–	–
r	min.	0,1	0,2	0,2	0,25	0,4	0,4	0,6	0,6	0,8	0,8	1	1
s <sub>1</sub>	Nennmaß	2,5	3	4	5	6	8	10	14	17	19	22	27
s <sub>2</sub>	Nennmaß	2	2,5	3	4	5	6	8	10	12	–	–	–
t <sub>1</sub>	min.	1,3	2	2,5	3	4	5	6	8	10	12	15,5	19
t <sub>2</sub>	min.	1,1	1,5	1,9	2,2	3	3,6	4,3	4,8	5,6	–	–	–

<sup>1)</sup> Innensechskantschrauben mit Gewinden M 1,6; M 2; M 2,5 sowie M 42; M 48; M 56; M 64 s. DIN EN ISO 4762. In DIN EN ISO 10642 sind nur die in Tab. 527.3 und 528.1 angegebenen Größen enthalten.

<sup>2)</sup> für glatte Köpfe.

<sup>3)</sup> für gerändelte Köpfe.

Tabelle 528.1 Schaftlängen und Klemmlängen für Innensechskantschrauben nach DIN EN ISO 4762 und DIN EN ISO 10642

Nenn- maß	Gewinde (d)		M 3		M 4		M 5		M 6		M 8		M 10		M 12		M 16		M 20		M 24		M 30		M 36		
	min.	max.	$l_s$ min.	$l_s$ max.	$l_s$ min.	$l_s$ max.	$l_s$ min.	$l_s$ max.	$l_s$ min.	$l_s$ max.	$l_s$ min.	$l_s$ max.	$l_s$ min.	$l_s$ max.	$l_s$ min.	$l_s$ max.	$l_s$ min.	$l_s$ max.	$l_s$ min.	$l_s$ max.	$l_s$ min.	$l_s$ max.	$l_s$ min.	$l_s$ max.	$l_s$ min.	$l_s$ max.	
5	4,76	5,24																									
6	5,76	6,24																									
8	7,71	8,29																									
10	9,71	10,29																									
12	11,65	12,35																									
16	15,65	16,35																									
20	19,58	20,42																									
25	24,58	25,42	4,5	7																							
30	29,58	30,42	9,5	12	6,5	10	4	8																			
35	34,5	35,5			11,5	15	9	13	6	11																	
40	39,5	40,5			16,5	20	14	18	11	16	5,75	12															
45	44,5	45,5					19	23	16	21	10,75	17	5,5	13													
50	49,5	50,5					24	28	21	26	15,75	22	10,5	18													
55	54,4	55,6							26	31	20,75	27	15,5	23	10,25	19											
60	59,4	60,6							31	36	25,75	32	20,5	28	15,25	24											
65	64,4	65,6									30,75	37	25,5	33	20,25	29	11	21									
70	69,4	70,6									35,75	42	30,5	38	25,25	34	16	26									
80	79,4	80,6									45,75	52	40,5	48	35,25	44	26	36	15,5	28							
90	89,3	90,7											50,5	58	45,25	54	36	46	25,5	38	15	30					
100	99,3	100,7											60,5	68	55,25	64	46	56	35,5	48	25	40					
110	109,3	110,7													65,25	74	56	66	45,5	58	35	50	20,5	38			
120	119,3	120,7													75,25	84	66	76	55,5	68	45	60	30,5	48	16	36	
130	129,2	130,8															76	86	65,5	78	55	70	40,5	58	26	46	
140	139,2	140,8															86	96	75,5	88	65	80	50,5	68	36	56	
150	149,2	150,8															96	106	85,5	98	75	90	60,5	78	46	66	
160	159,2	160,8															106	116	95,5	108	85	100	70,5	88	56	76	
180	179,2	180,8																									
200	199,075	200,925																									

Längen  $l_s$  und  $l_g$  mit  gelten nur für Schrauben nach DIN EN ISO 4762.

**Technische Lieferbedingungen:**

Allgemeine Anforderungen nach DIN ISO 8992.

Festigkeitsklasse (Werkstoff):

Stahl: 8.8, 10.9, 12.9 nach DIN EN ISO 898-1; in DIN EN ISO 4762 auch nicht rostender Stahl A2-70, A3-70, A4-70, A5-70 nach DIN EN ISO 3506-1 (Näheres s. Norm) oder Nichteisenmetall nach DIN EN 28839.

Grenzabmaße, Form- und Lagetoleranzen nach DIN EN ISO 4759-1, Produktklasse A

**Bezeichnungsbeispiel** für Zylinderschraube mit Innensechskant mit Gewinde M 5, Nennlänge  $l = 20$  mm, Festigkeitsklasse 12.9:

**Zylinderschraube ISO 4762-M 5 × 20-12.9**

Lehrenmaße für Innensechskant sowie Gewichtsangaben s. Normen.

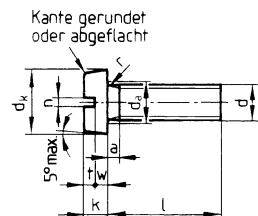
Schaftlängen und Klemmlängen für Innensechskantschrauben nach DIN EN ISO 4762 und DIN EN ISO 10642 s. Tab. 528.1.

**Schrauben mit Innensechskant und Innenvielzahn:**

Für mechanische Verbindungselemente findet der **Innensechskant** (s. DIN EN ISO 10664) zunehmend Verwendung. Wesentliche Merkmale sind die höhere Montagesicherheit bei voller Kraftübertragung, niedrigere Anpresskräfte und eine geringere Abnutzung als beim Innensechskant.

Für Zylinderschrauben (DIN 34802, DIN EN ISO 14579, DIN EN ISO 14580), Linsenkopfblechschraben (DIN 34819), Senkblechschraben (DIN EN ISO 14586), Flachkopfschrauben (DIN EN ISO 14583, DIN EN ISO 14585), Linsen-Senkschrauben (DIN EN ISO 14584, DIN EN ISO 14587) und Gewindestifte (DIN 34827) bestehen Festlegungen mit Innensechskant.

Durch eine günstige Kraftverteilung und einen breiten Kraftangriff ermöglicht der **Innenvielzahn** (s. DIN 34824) die Übertragung großer Drehmomente. Festlegungen wurden für Zylinderschrauben (DIN 34821, DIN 34822) und Linsen-Senkschrauben (DIN 34823) getroffen.

**DIN EN ISO 1207 Zylinderschrauben mit Schlitz – Produktklasse A (Okt 1994)****Form A****Form B**

alle übrigen Maße wie linkes Bild

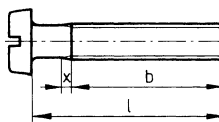


Bild 529.1 Zylinderschrauben mit Schlitz nach DIN EN ISO 1207, Formen A und B

Tabelle 529.2 Zylinderschrauben mit Schlitz DIN EN ISO 1207<sup>1)</sup>

Maße in mm

Gewinde $d$	M 1,6	M 2	M 2,5	M 3	(M 3,5) <sup>2)</sup>	M 4	M 5	M 6	M 8	M 10
$P$	0,35	0,4	0,45	0,5	0,6	0,7	0,8	1	1,25	1,5
$a$ max	0,7	0,8	0,9	1	1,2	1,4	1,6	2	2,5	3
$b$ min	25	25	25	25	38	38	38	38	38	38
$d_k$ max.	3,00	3,80	4,50	5,50	6,00	7,00	8,50	10,00	13,00	16,00
min.	2,86	3,62	4,32	5,32	5,82	6,78	8,28	9,78	12,73	15,73
$d_a$ max.	2	2,6	3,1	3,6	4,1	4,7	5,7	6,8	9,2	11,2
$k$ max.	1,10	1,40	1,80	2,00	2,40	2,60	3,30	3,9	5,0	6,0
min.	0,96	1,26	1,66	1,86	2,26	2,46	3,12	3,6	4,7	5,7
Nennmaß	0,4	0,5	0,6	0,8	1	1,2	1,2	1,6	2	2,5
$n$ max.	0,60	0,70	0,80	1,00	1,20	1,51	1,51	1,91	2,31	2,81
min.	0,46	0,56	0,66	0,86	1,06	1,26	1,26	1,66	2,06	2,56
$r$ min.	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,25	0,4	0,4
$t$ min.	0,45	0,6	0,7	0,85	1	1,1	1,3	1,6	2	2,4
$w$ min.	0,4	0,5	0,7	0,75	1	1,1	1,3	1,6	2	2,4
$x$ max.	0,9	1	1,1	1,25	1,5	1,75	2	2,5	3,2	3,8

<sup>1)</sup> Stufung der Längen wie für Senkschrauben nach DIN EN ISO 2009.

<sup>2)</sup> Eingeklammerte Größe möglichst vermeiden.

**Festigkeitsklasse (Werkstoff):** 4.8, 5.8, 8.8 nach DIN EN ISO 898-1

nicht rostender Stahl:  $\leq M 2$ : A 1-50;  $> M 2$ : A 2-70, A 4-70 nach DIN EN ISO 3506-1

Kupfer-Zink-Legierung: CuZn nach DIN EN 28839, s. Norm

Schaftdurchmesser  $\approx$  Flankendurchmesser (Form B) oder = Gewindedurchmesser sowie mit oder ohne Kuppe nach Wahl des Herstellers, falls nicht eine bestimmte Form in der Bezeichnung angegeben ist.

**Bezeichnungsbeispiel**  $d = M 6$ , Länge  $l = 20$  mm, Festigkeitsklasse 5.8:

Zylinderschraube ISO 1207-M 6  $\times$  20-5.8

**DIN EN ISO 2009 Senkschrauben mit Schlitz (Einheitskopf) – Produktklasse A (Okt 1994)**

**DIN EN ISO 2010 Linsen-Senkschrauben mit Schlitz (Einheitskopf) – Produktklasse A (Okt 1994)**

Diese Normen ersetzen die Normen DIN 963 über Senkschrauben und DIN 964 über Linsen-Senkschrauben. Ihre maßlichen und werkstofftechnischen Festlegungen sind im Wesentlichen unverändert geblieben.

DIN EN ISO 2009

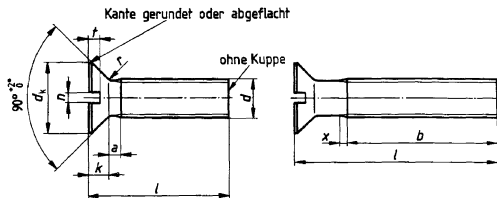


Bild 530.1

DIN EN ISO 2010

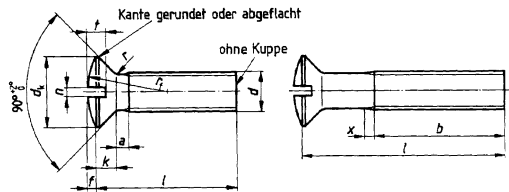


Bild 530.2

**Stufung der Länge  $l$ :** 2,5 3 4 5 6 8 10 12 (14) 16 20 (22) 25 30 35 40 45  
50 (55) 60 65 70 (75) 80

(eingeklammerte Längen möglichst vermeiden)

**Festigkeitsklasse (Werkstoff):**

Stahl: 4.8; 5.8 nach DIN EN ISO 898-1

nicht rostender Stahl A 2-50, A 2-70 nach DIN EN ISO 3506-1

Kupfer-Zink-Legierung: CU 2 oder CU 3 nach DIN EN 28839, s. Norm

**Bezeichnungsbeispiel** Senkschraube  $d_1 = M 6$ , Länge  $l = 20$  mm, Festigkeitsklasse 5.8:

Senkschraube ISO 2009-M 6  $\times$  20-5.8

Tabelle 530.3 Senkschrauben DIN EN ISO 2009, Linsen-Senkschrauben DIN EN ISO 2010

Gewinde $d$		M 1,6	M 2	M 2,5	M 3	(M 3,5) <sup>1)</sup>	M 4	M 5	M 6	M 8	M 10	
$P$		0,35	0,4	0,45	0,5	0,6	0,7	0,8	1	1,25	1,5	
$a$	max.	0,7	0,8	0,9	1	1,2	1,4	1,6	2	2,5	3	
$b$	min.	25	25	25	25	38	38	38	38	38	38	
$d_k$	theoretisch	max.	3,6	4,4	5,5	6,3	8,2	9,4	10,4	12,6	17,3	20
	tatsächlich	Nennmaß = max.	3,0	3,8	4,7	5,5	7,30	8,40	9,30	11,30	15,80	18,30
		min.	2,7	3,5	4,4	5,2	6,94	8,04	8,94	10,87	15,37	17,78
$f$	$\approx$	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1	1,2	1,4	2	2,3	
$k$	Nennmaß = max.	1	1,2	1,5	1,65	2,35	2,7	2,7	3,3	4,65	5	
$n$	Nennmaß	0,4	0,5	0,6	0,8	1	1,2	1,2	1,6	2	2,5	
		max.	0,60	0,70	0,80	1,00	1,20	1,51	1,51	1,91	2,31	2,81
		min.	0,46	0,56	0,66	0,86	1,06	1,26	1,26	1,66	2,06	2,56
$r$	max.	0,4	0,5	0,6	0,8	0,9	1	1,3	1,5	2	2,5	
$r_f$	$\approx$	3	4	5	6	8,5	9,5	9,5	12	16,5	19,5	
$t$	max.	0,80	1,0	1,2	1,45	1,7	1,9	2,4	2,8	3,7	4,4	
	min.	0,64	0,8	1,0	1,20	1,4	1,6	2,0	2,4	3,2	3,8	
$x$	max.	0,9	1	1,1	1,25	1,5	1,75	2	2,5	3,2	3,8	

<sup>1)</sup> Eingeklammerte Größen sind möglichst zu vermeiden.

### 12.2.2 Stiftschrauben, Gewindestifte

**DIN 835** Stiftschrauben – Einschraubende  $\approx 2d$  (Feb 1995)

**DIN 938** Stiftschrauben – Einschraubende  $\approx 1d$  (Feb 1995)

Tabelle 531.1 Stiftschrauben DIN 835, DIN 938

d		M 3	M 4	M 5	M 6	(M 7)	M 8	M 10	M 12
		–	–	–	–	–	M 8 × 1	M 10 × 1,25	M 12 × 1,25
	<sup>1)</sup>	12	14	16	18	20	22	26	30
	<sup>2)</sup>	18	20	22	24	26	28	32	49
	<sup>3)</sup>	–	–	–	–	–	–	45	36
DIN 835	e	–	8	10	12	14	16	20	24
DIN 938	e	3	4	5	6	7	8	10	12

d		(M 14)	M 16	(M 18)	M 20	(M 22)	M 24
		(M 14 × 1,5)	(M 16 × 1,5)	(M 18 × 1,5)	M 20 × 1,5	(M 22 × 1,5)	M 24 × 2
	<sup>1)</sup>	34	38	42	46	50	54
	<sup>2)</sup>	40	44	48	52	56	60
	<sup>3)</sup>	53	57	61	65	69	73
DIN 835	e	28	32	36	40	44	48
DIN 938	e	14	16	18	20	22	24

- 1) Für Längen l bis 125 mm.
- 2) Für Längen l über 125 bis 200 mm.
- 3) Für Längen l über 200 mm.

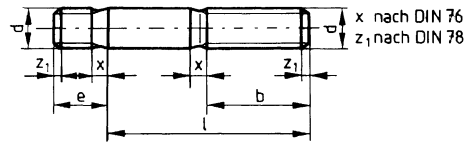
Stiftschrauben > M 24 bis M 52 s. DIN 938, s. Norm.

**Stufung der Längen l:** 12 (14) 16 (18) 20 (22) 25 (28) 30 35 bis 100 in 5-mm-Stufen; über 100 bis 200 in 10-mm-Stufen, über 200 bis 400 in 20-mm-Stufen

**Ausführung:** m **Festigkeitsklassen:** 5.6, 8.8, 10.9 nach DIN EN ISO 898-1

**Bezeichnungsbeispiel** d<sub>1</sub> = M 12, l = 80 mm, Festigkeitsklasse 8.8:

Stiftschraube DIN 938–M 12 × 80–8.8



**DIN EN ISO 4026** Gewindestifte mit Innensechskant mit Kegelstumpf

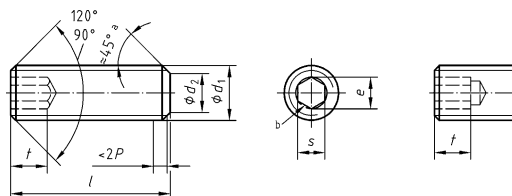
**DIN EN ISO 4027** Gewindestifte mit Innensechskant und abgeflachter Spitze

**DIN EN ISO 4028** Gewindestifte mit Innensechskant und Zapfen

**DIN EN ISO 4029** Gewindestifte mit Innensechskant und Ringschneide (alle Mai 2004)

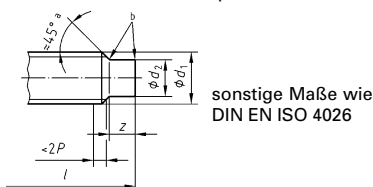
Diese Normen ersetzen die Normen DIN 913 bis DIN 916, die bisher die internationalen Normen ISO 4026 bis 4029 in modifizierter Form enthielten.

**DIN EN ISO 4026** mit Kegelspitze: M 1,6 bis M 24



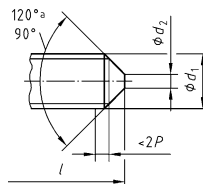
Gestaltung des Innensechskantes nach Wahl des Herstellers

**DIN EN ISO 4028** mit Zapfen



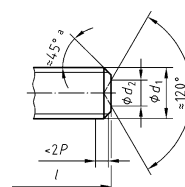
sonstige Maße wie DIN EN ISO 4026

**DIN EN ISO 4027** mit Spitze: M 3 bis M 24



im Übrigen wie DIN EN ISO 4026

**DIN EN ISO 4029** mit Ringschneide



im Übrigen wie DIN EN ISO 4026

Bild 531.2 Gewindestifte mit Innensechskant nach DIN EN ISO 4026 bis DIN EN ISO 4029

Gewindestifte und Schafschrauben werden hauptsächlich zur Sicherung der Lage von Teilen nach dem Zusammenbau benutzt, z. B. von Stellringen oder Naben auf Wellen. Zur Aufnahme eines Zapfens ist eine Bohrung, zur Aufnahme einer Spitze oder eines Kegelansatzes ist eine Senkung nötig. Die Ringschneide formt selbst ihre Aufnahme. Werden Gewindestifte oder Schafschrauben mit Zapfen oder Kegelansatz zum Einstellen von Teilen, z. B. einer Membrane oder Führungsleiste benutzt, so ist die Aufnahme (Bohrung usw.) meistens nicht nötig. Beim Verwenden zum Einstellen wird im Allgemeinen die Sicherung der jeweiligen Lage mittels einer niedrigen Sechskantmutter zu empfehlen sein.

Neben diesen Gewindestiften mit Innensechskant sind Gewindestifte mit Schlitz in den Normen DIN EN 24766, DIN EN 27434, DIN EN 27435, DIN EN 27436 festgelegt, die aber in ihren Maßen weitgehend mit den hier wiedergegebenen Gewindestiften übereinstimmen und für die die nachfolgenden Anwendungshinweise ebenfalls gelten (Einzelheiten s. Norm).

Gewindestifte für die Feinwerktechnik <M 3 s. Normen. Bei allen Gewindestiften von gleichem Gewindedurchmesser stimmen die Tiefen der Innensechskante überein.

**Festigkeitsklasse (Werkstoff):** 45 H nach DIN EN ISO 898-5; nicht rostender Stahl A 1–12 H, A 2–21 H, A 3–21 H, A 4–21 H, A 5–21 H nach DIN EN ISO 3506-3, Nichteisenmetall nach Vereinbarung nach DIN EN 28839

**Stufung der Längen l.** 2 2,5 3 4 5 6 8 10 12 16 20 (22) 25 30 35 40 45 50 55 60

Tabelle 532.1 Gewindestifte mit Innensechskant DIN EN ISO 4026 bis DIN EN ISO 4029 (M 20 und M 24 s. Normen)

$d_1$		M 1,6	M 2	M 2,5	M 3	M 4	M 5	M 6	M 8	M 10	M 12	M 16
DIN EN ISO 4026 DIN EN ISO 4028	$d_2$ max	0,8	1	1,5	2	2,5	3,5	4	5,5	7	8,5	12
DIN EN ISO 4027		0,4	0,5	0,65	0,75	1	1,25	1,5	2	2,5	3	4
DIN EN ISO 4029		0,8	1	1,2	1,4	2	2,5	3	5	6	8	10
	$e$	0,809	1,011	1,454	1,733	2,303	2,873	3,443	4,583	5,723	6,863	9,149
	$s$ nom.	0,7	0,9	1,3	1,5	2	2,5	3	4	5	6	8
	$t_{min}$	1,5	1,7	2	2	2,5	3	3,5	5	6	8	10
DIN EN ISO 4026, DIN EN ISO 4027, DIN EN ISO 4029	$l$	2 bis 8	2 bis 10	2,5 bis 12	3 bis 16	4 bis 20	5 bis 25	6 bis 30	8 bis 40	10 bis 50	12 bis 60	16 bis 60
DIN EN ISO 4028		2 bis 8	2,5 bis 10	3 bis 12	4 bis 16	5 bis 20	6 bis 25	8 bis 30	8 bis 40	10 bis 50	12 bis 60	16 bis 60

**DIN 6311 Druckstücke (Jun 2002)**

**DIN 6332 Gewindestifte mit Druckzapfen (Apr 2003)**

Druckstücke nach DIN 6311 mit Gewindestiften nach DIN 6332 werden vorwiegend bei Spannzeugen zum Übertragen der Spannkkräfte auf das Werkstück angewendet. Sie ermöglichen ein Anpassen an unebene Spannflächen und vermeiden eine Übertragung der Drehbewegung der Schrauben auf das Werkstück.

Gewindestifte mit Druckzapfen können kombiniert werden mit geeigneten Bedienteilen, z. B. Rändelmutter nach DIN 6303, Flügelmutter nach DIN 315, Kreuzgriffen nach DIN 6335, Sterngriffen nach DIN 6336 oder Kegelgriffen nach DIN 99.

**Werkstoff:** Einsatzstahl nach Wahl des Herstellers, Härte 550 HV + 100 HV 10

**Bezeichnung** eines Druckstücks Form S von  $d_1 = 40$  mm mit eingesetztem Sprengring

**Druckstück DIN 6311-S 40**

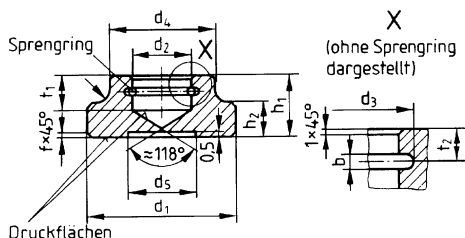


Bild 532.2 Druckstück nach DIN 6311



Tabelle 533.1 Druckstücke nach DIN 6311

$d_1$	$b$	$d_2$ H 12	$d_3$	$d_4$	$d_5$	$f$	$h_1$	$h_2$	$r$	$t_1$	$t_2$
12	0,7	4,6	5,6	10	5	0,6	7	2,5	1,5	4	1,8
16	1	6,1	7,7	12	7	0,6	9	4	2	5	2
20	1	8,1	9,7	15	8	0,6	11	5	2	6	2
25				18	10	1	13	6	2	7	3

**DIN 6332**

Form S geeignet zur Aufnahme von Druckstücken mit Sprengring

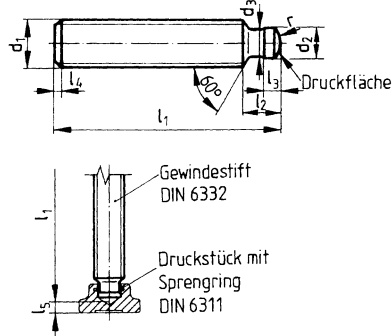


Tabelle 533.2 Gewindestifte nach DIN 6332 und deren Anwendung als Spannschraube, Maße

$d_1$	M 6	M 8	M 10	M 12	M 16	M 20
$d_2$ h 11	4,5	6	8	8	12	15,5
$d_3$ $\begin{smallmatrix} 0 \\ 0,1 \end{smallmatrix}$	4	5,4	7,2	7,2	11	14,4
$r$	3	5	6	6	9	13
$h_1$	30 50	40 60	60 80	60 80 100	80 100 125	100 125 150
$h_2$	6	7,5	9	10	12	14
$h_3$	2,5	3	4,5	4,5	5	5,5

**Festigkeitsklasse** 5.8 nach DIN EN ISO 898-1  
Druckfläche gehärtet, 550 HV 10 bis 650 HV 10

Bild 533.3 Spannschraube mit Druckstück

**Bezeichnung** eines Gewindestiftes Form S von  $d_1 = M 12$  und  $h_1 = 60$  mm:  
**Gewindestift DIN 6332-S M 12 x 60**

**12.2.3 Sonstige Schrauben**

**DIN 316 Flügelschrauben – runde Flügelform (Jul 1998)**

Werkstoff: Temperguss (GT); Stahl (St); Kupfer-Zink-Legierung (CuZn); Austenitischer Stahl (A); Sorten je nach Wahl des Herstellers

Gewinde nach DIN ISO 262; Gewindetoleranz 6 g nach DIN ISO 965-1 (s. Abschn. 14).

**Bezeichnung** einer Flügelschraube M 10,  $l = 30$  mm aus Temperguss:

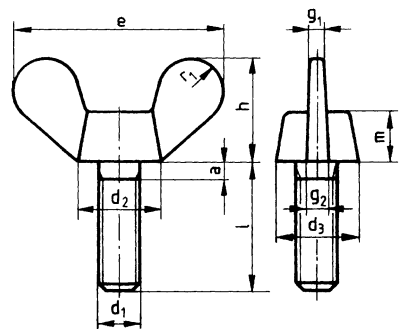
**Flügelschraube DIN 316-M 10 x 30-GT**

Tabelle 533.4 Flügelschrauben DIN 316, Maße

Gewinde	M 4	M 5	M 6	M 8	M 10	M 12	M 16	M 20
$d_1$								
$P$	0,7	0,8	1	1,25	1,5	1,75	2	2,5
$d_2$ max	8	11	13	16	20	23	29	35
$d_3$ max	7	9	11	12,5	16,5	19,5	23	29
$e$ max	20	26	33	39	51	65	73	90
$g_1$ max	1,9	2,3	2,3	2,8	4,4	4,9	6,4	6,9
$g_2$ max	2,3	2,8	3,3	4,4	5,4	6,4	7,5	8
$h$ max	10,5	13	17	20	25	33,5	37,5	46,5
$m$ max	4,6	6,5	8	10	12	14	17	21
$r_1$	3	4	5	6	8	10	11	14
$l$ von bis	6 20	8 30	8 40	10 50	16 50	16 60	20 60	30 60

Stufung der Länge  $l$  in mm: 6 8 10 12 (14) 16 (18) 20 25 30 35 40 50 60

Maße für Flügelschraube M 24 s. Norm.



Kegelkuppe oder  
Linsenkuppe nach DIN 78  
(nach Wahl des Herstellers)

Bild 533.5 Flügelschraube nach DIN 316

**DIN 444 Augenschrauben (Apr 1983)**

Sechskantmuttern nach DIN 6331 werden für Gewindeverbindungen verwendet, die häufig angezogen und wieder gelöst werden, z. B. in Verbindung mit Augenschrauben in Vorrichtungen.

**DIN 444**

- Form A** (Produktklasse C = Ausführung g)
- Form B** (Produktklasse B = Ausführung mg)
- Form C** (Produktklasse A = Ausführung m)

Stufung der Längen in mm: 40, 45, 50 bis 80, 90, 100 bis 160, 180, 200 bis 300

Gewindetoleranz

Produktklasse A und B: 6 g } nach DIN 13-14  
 Produktklasse C: 8 g } (ers. d. DIN ISO 965-1)

**Festigkeitsklasse 4.6** nach DIN EN ISO 898-1

**Bezeichnung** einer Augenschraube Form A (Produktklasse C), mit Gewinde  $d_1 = M 10$ , Länge  $l = 70$  mm und Festigkeitsklasse 4.6:

**Augenschraube DIN 444-A M 10 x 70-4.6**

Tabelle 534.2 Augenschrauben nach DIN 444, Maße

Gewinde $d_1$		M 8	M 10	M 12	M 16	M 20	M 24	M 30	M 36	
$P$		1,25	1,5	1,75	2	2,5	3	3,5	4	
$b_0^{+2P}$	für $l \leq 125$	22	26	30	38	46	54	66	-	
	für $125 < l \leq 200$	28	32	36	44	52	60	72	84	
	für $l > 200$	-	-	49	57	65	73	85	97	
$d_2$	H 9	8	10	12	16	18	22	28	32	
$d_3$	max.	18	20	25	32	40	45	55	65	
	min.									
	Form A	16,9	18,7	23,7	30,4	38,4	43,4	53,1	63,1	
	Form B und C	17,57	19,48	24,48	31,38	39,38	44,38	54,26	64,26	
$r$	$\approx$	4	4	6	6	6	10	10	16	
$s$	Form A	max.	11	14	17	19	24	28	34	41
		min.	10,3	13,3	16,3	18,16	23,16	27,16	33	40
	Form B und C	max.	9	12	14	17	22	25	30	38
		min.	8,85	11,82	13,82	16,82	21,79	24,79	29,79	37,75
$l$	von	40	45	55	70	100	100	150	160	
	bis	140	150	260	260	260	260	300	300	

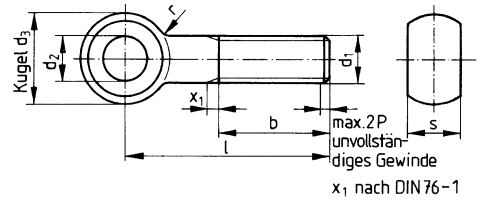


Bild 534.1 Augenschraube nach DIN 444

**DIN 580 Ringschrauben (Aug 2003)**

**DIN 582 Ringmuttern (Aug 2003)**

Tabelle 534.3 Ringschrauben DIN 580 und Ringmuttern DIN 582

$d$	M 8	M 10	M 12	M 16	M 20	M 24	M 30
$l \pm 0,5 IT 15$	13	17	20,5	27	30	36	45
$d_2$	20	25	30	35	40	50	65
$d_3$	36	45	54	63	72	90	108
$d_4$	20	25	30	35	40	50	60
$e_1$	6	8	10	12	14	18	22
$e_2$	8,5	10	11	13	16	20	25
$f$	2,5	3	3,5	4	5	6	7
$gh 13$	6	7,7	9,4	13	16,4	19,6	25
$h$	36	45	53	62	71	90	109
$k$	8	10	12	14	16	20	24
$m$	10	12	14	16	19	24	28
$r_2$	1	1	2	2	2	2	3

**Bezeichnungsbeispiel:**

Ringschraube aus Stahl C 15 E mit dem Gewinde M 20


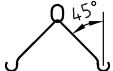
**Ringschraube DIN 580-M 20-C15E**

$d > M 30$  bis  $M 100 \times 6$  und Technische Lieferbedingungen s. Norm  
 Ringschrauben und Ringmuttern müssen stets fest auf die Auflagefläche angezogen werden.

**Werkstoff:** Stahl C 15 E nach DIN EN 10084

**Ausführung:** im Gesenk geschmiedet und sorgfältig geölt

Tabelle 535.1 Höchstbelastung (kg) durch anzuhängendes Stück

$d$		M 8	M 10	M 12	M 16	M 20	M 24	M 30
Zugrichtung für eine Schraube oder eine Mutter		140	230	340	700	1200	1800	3200
für zwei Schrauben oder zwei Muttern		100	170	240	500	860	1290	2300

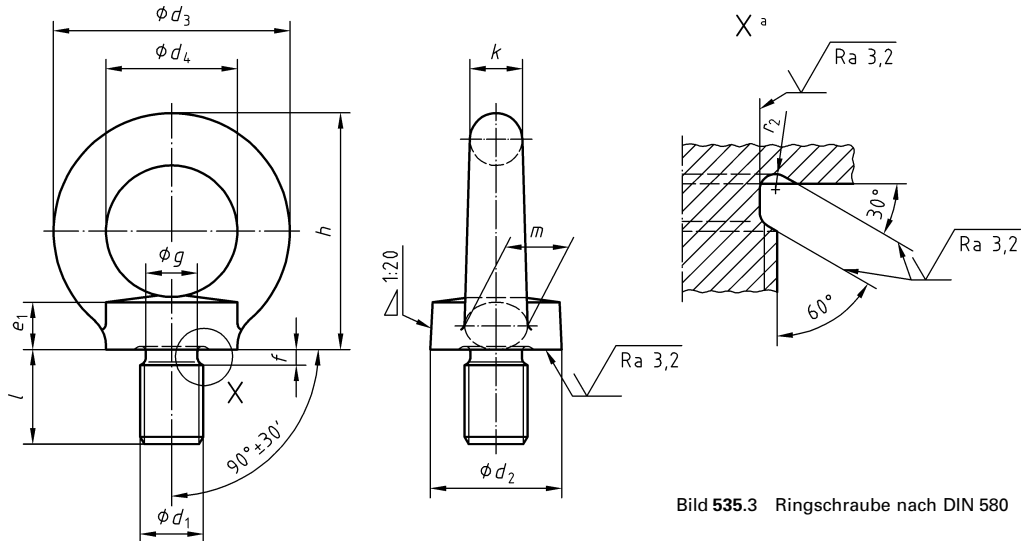


Bild 535.3 Ringschraube nach DIN 580

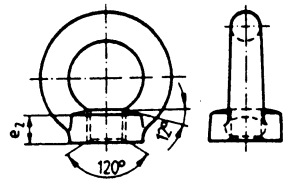


Bild 535.2 Ringmutter nach DIN 582

Ringschrauben und -muttern gleicher Größe haben gleiche Ringe: mit ihnen werden schwere Teile, z. B. Gehäusedeckel der Turbinen, versehen, damit diese beim Zusammenbau oder bei Instandsetzungen mit einem Kran bewegt werden können.

### DIN 2510-1 bis DIN 2510-8 Schraubenverbindungen mit Dehnschaft

Schraubenverbindungen mit Dehnschaft werden angewendet, wenn z. B. bei Wärmekraftmaschinen hohe Betriebstemperaturen (bis  $650^\circ\text{C}$ ) auftreten. Werkstoffe sind warmfeste oder kaltzähe Stähle nach DIN 17240 (ers. d. DIN EN 10269) bzw. DIN 267-13, s. Norm. Der Schaftdurchmesser des Schraubenbolzens ist im Verhältnis 1:1,3 dünner als der Gewindekerndurchmesser. Der Gewindeteil geht mit einem Kegel von  $20^\circ$  und einer großen Rundung in den Schaft über. Wechselbeanspruchungen, wie sie z. B. durch Temperaturschwankungen bei Temperaturen über  $300^\circ\text{C}$  auftreten, werden von dem dünnen Schaft besser aufgenommen als von einem Schaft mit gleichem Durchmesser wie der Gewindeaußendurchmesser. Schraubenverbindungen mit Dehnschaft sind in mehreren Formen und in Größen von M 12 bis M 180  $\times$  8 genormt. Große Bolzen haben eine Längsbohrung zur Aufnahme von Heizstäben, damit sie zum Erreichen der nötigen Vorspannung erwärmt werden können. Außerdem enthält die Norm besondere Sechskantmuttern sowie die bei sehr hohen Beanspruchungen zusätzlich anzuwendenden Dehnhülsen. Bei Raumangel anzuwendende Kapselmuttern für Gewinde M 12 bis M 120  $\times$  6 s. DIN 2510-3, s. Norm.

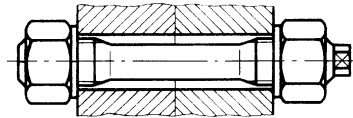


Bild 536.1 Schraubenverbindungen mit Dehnschaft (langes Gewinde) und Sechskantmutter in Regelform (für M 12 bis M 52); der Schraubenbolzen zentriert die Schraubverbindung

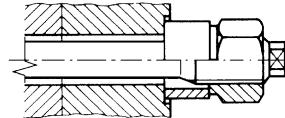


Bild 536.2 Schraubenverbindungen mit Dehnschaft (kurzes Gewinde), Sechskantmutter für Innenzentrierung und Dehnhülse (M 12 bis M 180 x 8); Dehnhülse und Sechskantmutter zentrieren die Schraubverbindung

Zur sachgemäßen Anwendung der Schraubenverbindungen mit Dehnschaft ist ein sorgfältiges Studium dieser Normen sowie der darin angegebenen Bauvorschriften und Merkblätter notwendig. Daher werden hier nur zwei Beispiele für die Anwendung (s. Bilder 536.1 und 536.2) wiedergegeben.

### 12.2.4 Verschlusschrauben

Bei den Verschlusschrauben mit Bund wird der Dichtring (s. DIN 7603) durch den Kegel am Bund zentriert.

**DIN 908 Verschlusschrauben mit Bund und Innensechskant – zylindrisches Gewinde**

**DIN 909 Verschlusschrauben mit Außensechskant – kegeliges Gewinde**

**DIN 910 Verschlusschrauben mit Bund und Außensechskant – schwere Ausführung, zylindrisches Gewinde**

**DIN 7604 Verschlusschrauben mit Außensechskant – leichte Ausführung, zylindrisches Gewinde (alle Jan 1992)**

**Werkstoff:** St = 9 SMnPb 28 K nach DIN 1651 (ersetzt durch DIN EN 10087 und DIN EN 10277-3) oder UQSt36 nach DIN 17111 (2005 ersatzlos zurückgezogen) (nach Wahl des Herstellers); A1 = nicht rostender Stahl nach DIN EN ISO 3506-1; Al = Aluminiumlegierung nach DIN EN 28839, s. Norm; CuZn = Kupfer-Zink-Legierung nach DIN EN 28839, s. Norm; PA = Polyamid

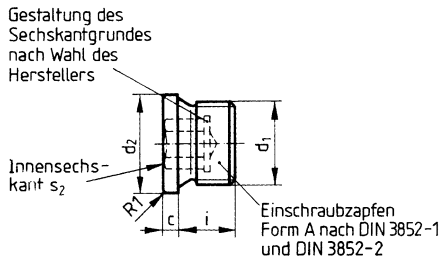


Bild 536.3 Verschlusschraube nach DIN 908

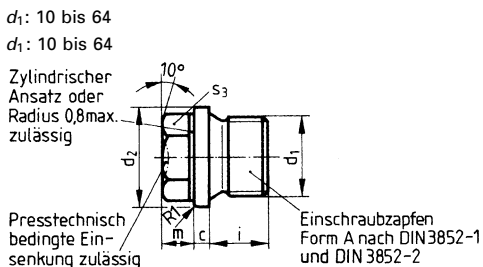


Bild 536.4 Verschlusschraube nach DIN 910

**Ausführung:** Produktklasse B (bisher Ausführung mg) nach DIN EN ISO 4759-1; Einschraubzapfen nach DIN 3852-1 und DIN 3852-2

**Bezeichnung** einer Verschlusschraube mit Gewinde M 20 x 1,5, aus Stahl (St):

**Verschlusschraube DIN 908-M 20 x 1,5-St**

**Bezeichnung** einer Verschlusschraube mit Gewinde  $d_1 = G^{1/2} A$ , aus Stahl (St):

**Verschlusschraube DIN 908-G<sup>1/2</sup>A-St**

$d_1$  (kegelig): 10 bis 60

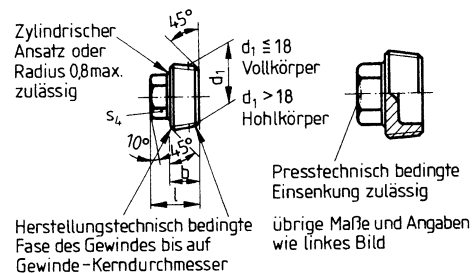


Bild 536.5 Verschlusschraube nach DIN 909

Tabelle 537.1 Verschlusschrauben, DIN 908<sup>1)</sup>, DIN 909, DIN 910<sup>1)</sup>

$d_1^{2)}$	$d_2$	$b$	$c$	$i$	$l$	$m$	$s_2$	$s_3$	$s_4$			
M 10 × 1	14	8	3	8	12,5	6	5	10	7			
M 12 × 1,5	17	10		12	15		6	13				
M 14 × 1,5	19						6	9				
M 16 × 1,5	21	4	4	14	17	8	8	17	10			
M 18 × 1,5	23						12	10	22	12	22	17
M 20 × 1,5	25											
M 22 × 1,5	27	12	5	16	20	9	17	24	19			
M 24 × 1,5	29											
M 26 × 1,5	31											
M 30 × 1,5	36	15	5	16	27	11	19	27	24			
M 36 × 1,5	42											
M 38 × 1,5	44											
M 42 × 1,5	49	18	5	16	30	12	22	30	30			
M 45 × 1,5	52											
M 48 × 1,5	55											
M 52 × 1,5	60	20			35		24					

<sup>1)</sup> Außerdem Verschlusschrauben  $\geq$  M 27 mit 2 mm Steigung und solche mit Whitworth-Rohrgewinde DIN EN ISO 228-1; einige von diesen stimmen wie folgt mit den Maßen nach vorstehender Tabelle überein:

Verschlusschraube	$G\frac{1}{8}$ A	M 30 × 2	M 36 × 2	M 42 × 2 G 1 $\frac{1}{4}$ A	M 45 × 2	M 48 × 2 G 1 $\frac{1}{2}$ A	M 52 × 2
stimmt überein mit	M 10 × 1	M 30 × 1,5	M 36 × 1,5	M 42 × 1,5	M 45 × 1,5	M 48 × 1,5	M 52 × 1,5

<sup>2)</sup> Verschlusschrauben DIN 909 haben metrisches kegeliges Feingewinde DIN 158-1 bzw. kegeliges Whitworth-Rohrgewinde DIN 3858 (s. Normen). Das Gegenstück wird mit zylindrischem Innengewinde versehen.

### DIN 3852-1 Einschraubzapfen – Einschraublöcher für Rohrverschraubungen, Armaturen – Teil 1: Verschlusschrauben mit Metrischem Feingewinde; Konstruktionsmaße (Mai 2002)

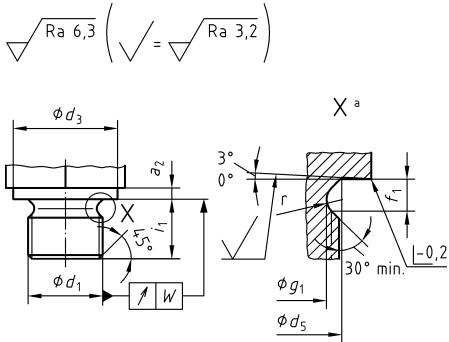
Diese Norm wurde als so genannte Restnorm in Ergänzung zu DIN EN ISO 9974-1 und DIN EN ISO 9974-3 (s. Normen) erstellt und wird auch weiterhin in Deutschland bevorzugt angewendet. Diese Ausgabe von DIN 3852-1 enthält weitgehend den Inhalt der Ausgabe Februar 1992.

DIN 3852-1 gilt für Maße und Bezeichnungen von Einschraubzapfen an Rohrverschraubungen, Armaturen und Verschlusschrauben sowie für Einschraublöcher für diese Einschraubzapfen.

Einschraublöcher Form X und Y haben Metrisches Feingewinde nach DIN 13-5, DIN 13-6, DIN 13-7.

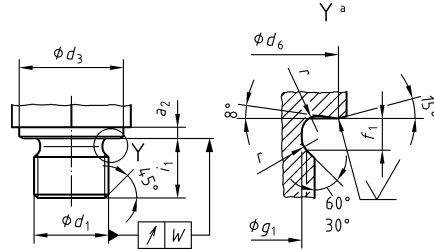
Einschraublöcher Form Z haben Metrisches zylindrisches Innengewinde nach DIN 158-1.

Abdichtung durch Dichtring



a Gewinde bis auf Kerndurchmesser abgefäst  
Bild 538.1 Einschraubzapfen DIN 3852-1, Form A

Abdichtung durch Dichtkante



a Gewinde bis auf Kerndurchmesser abgefäst  
Bild 538.2 Einschraubzapfen DIN 3852-1, Form B

Abdichtung durch Kegelfgewinde

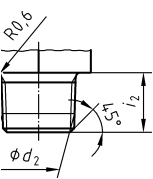
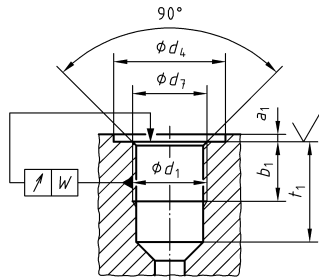
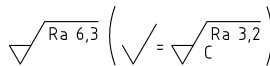


Bild 538.3 Einschraubzapfen DIN 3852-1, Form C

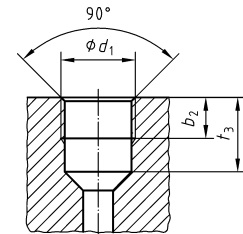
Form X

mit Auslauf; für Zapfen Form A, B



Form Z

mit Auslauf; für Zapfen Form C



Einschraubloch Form Y mit Rille s. Norm.

Bild 538.4 Einschraubloch DIN 3852-1, Form X und Form Z

Bezeichnungsbeispiele

Einschraubzapfen Form A (A) in Regelausführung, Bund-Ausführung  $d_3$  schmal mit Gewinde der Nenngröße M 20 × 1,5 (M 20 × 1,5):

**Einschraubzapfen DIN 3852-A M 20 × 1,5**

Einschraubloch Form X (X) in Regelausführung, Eindrehung  $d_4$  schmal mit Gewinde der Nenngröße M 22 × 1,5 (M 22 × 1,5):

**Einschraubloch DIN 3852-X M 22 × 1,5**

Einschraubloch Form Z (Z) in Kurzausführung (K) mit Gewinde der Nenngröße M 27 × 2 4H5H (M 27 × 2):

**Einschraubloch DIN 3852-Z K M 27 × 2**

Tabelle 539.1 Einschraubzapfen DIN 3852-1 mit Metrischem Feingewinde

d <sub>1</sub> Zapfen Form A, B	d <sub>2</sub> Zapfen Form C	a <sub>2</sub>	d <sub>3</sub> <sup>2)</sup>		d <sub>5</sub>	d <sub>6</sub>	f <sub>t</sub>	Gewinde- rille g <sub>h</sub>	Regel- Ausführung	Regel- Ausführung i <sub>1</sub>	Kurz- Ausführung	Regel- Ausführung i <sub>2</sub> <sup>3)</sup>	Kurz- Ausführung	r	W
			schmal	breit											
M 8 × 1	M 8 × 1 keg	min. 1,5	0 -0,4	max. 12	0 -0,3	8,3	2	6,4	8	8	8	8	6	6,5	1
M 10 × 1	M 10 × 1 keg	1,5	14	19	10,3	13	2	8,4	8	8	8	8	6	6,5	1
M 12 × 1,5	M 12 × 1,5 keg	2	17	24	12,3	16	3	9,7	12	12	10	12	9	10	1,2
M 16 × 1,5	M 16 × 1,5 keg	2	21	27	16,3	20	3	13,7	12	12	10	12	9	10	1,2
M 20 × 1,5	M 20 × 1,5 keg	2,5	25	33	20,3	24	3	17,7	14	14	12	14	9	12	1,2
M 24 × 1,5	M 24 × 1,5 keg	3	29	37	24,3	28	3	21,7	14	14	12	14	9	12	1,2
M 27 × 2	M 27 × 2 keg	3	32	41	27,3	30,5	4	24	16	16	-	16	-	14	1,6
M 30 × 1,5	M 30 × 1,5 keg	3	36	43	30,3	34,5	3	27,7	-	16	12	16	9	-	1,2
M 30 × 2	M 30 × 2 keg	3	36	43	30,3	34,5	4	27	16	16	12	16	9	14	1,6
M 36 × 1,5	M 36 × 1,5 keg	3	42	49	36,3	40	3	33,7	-	16	-	16	-	-	1,2
M 36 × 2	M 36 × 2 keg	3	42	49	36,3	40	4	33	18	16	-	16	-	15	1,6
M 42 × 1,5	M 42 × 1,5 keg	3	49	55	42,3	47	3	39,7	-	16	-	16	-	-	1,2
M 42 × 2	M 42 × 2 keg	3	49	57	42,3	47	4	39	20	16	-	16	-	15	1,6
M 45 × 1,5	M 45 × 1,5 keg	3	52	58	45,3	50	3	42,7	-	16	14	16	12	-	1,2
M 45 × 2	M 45 × 2 keg	3	52	58	45,3	50	4	42	20	16	-	16	-	15	1,6
M 48 × 1,5	M 48 × 1,5 keg	3	55	60	48,3	53	3	45,7	-	16	-	16	-	-	1,2
M 48 × 2	M 48 × 2 keg	3	55	64	48,3	53	4	45	22	16	-	16	-	15	1,6
M 52 × 1,5	M 52 × 1,5 keg	3	60	64	52,3	58	3	49,7	-	16	14	16	12	-	1,2
M 56 × 2	M 56 × 2 keg	3	64	68	56,3	-	4	53	-	20	-	-	-	-	1,6

1) Zwischengrößen und Gewinde bis M 78 × 2 s. Norm.

2) Bei metallischen Dichtungen ist d<sub>5</sub> schmal zu bevorzugen.3) Zapfenform C mit Zapflänge i<sub>2</sub>-kurz erhält kegeliges Gewinde mit kurzer Gewindelänge nach DIN 158-1.

Tabelle 540.1 Einschraublöcher DIN 3852-1 mit Metrischem Feindgewinde

Löcher Form X und Form Y	$d_1$ Löcher Form Z	$a_1$		Regel- Ausführung		Regel- Ausführung		$d_4^{(2,3)}$ schmal breit		$d_f$	Gewinderille		Regel- Ausführung		Regel- Ausführung		Regel- Ausführung		W	
		max.	min.	Regel- Ausführung	Kurz	Regel- Ausführung	Kurz	Regel- Ausführung	Kurz		Regel- Ausführung	Kurz	Regel- Ausführung	Kurz	Regel- Ausführung	Kurz	Regel- Ausführung	Kurz		Regel- Ausführung
M 8 x 1	M 8 x 1 4H5H	1	8	8	5,5	4,8	13	17	8		3	2	8,2	1	10	11	10	10	10	7,3
M 10 x 1	M 10 x 1 4H5H	1	8	8	5,5	4,8	15	20	10		3	2	10,2	1	10	11	10	10	10	7,3
M 12 x 1,5	M 12 x 1,5 4H5H	1,5	12	10	8,5	7,5	18	25	12		5	3	12,2	1,2	15	17	13	13	13,5	10
M 16 x 1,5	M 16 x 1,5 4H5H	1,5	12	10	8,5	7,5	23	28	16		5	3	16,2	1,2	15	17	13	13	13,5	10
M 20 x 1,5	M 20 x 1,5 4H5H	2	14	12	10,5	9,5	27	34	20	+0,2 0	5	3	20,2	1,2	17	15	19	15	15,5	12
M 24 x 1,5	M 24 x 1,5 4H5H	2,5	14	12	10,5	9,5	30	38	24		5	3	24,2	1,2	17	15	19	15	15,5	12
M 27 x 2	M 27 x 2 4H5H	2,5	16	-	12	10,5	33	42	27		6	4	27,2	1,6	20	-	22	-	18	13,5
M 30 x 1,5	M 30 x 1,5 4H5H	2,5	-	12	-	-	37	44	30		5	3	30,2	1,2	-	15	-	15	-	-
M 30 x 2	M 30 x 2 4H5H	2,5	16	12	-	10,5	37	44	30	+0,2 0	6	4	30,2	1,6	20	16	22	16	-	13,5
M 36 x 1,5	M 36 x 1,5 4H5H	2,5	-	14	-	-	43	50	36		5	3	36,2	1,2	-	17	-	17	-	-
M 36 x 2	M 36 x 2 4H5H	2,5	18	-	-	11,5	43	50	36		6	4	36,2	1,6	22	-	24	-	-	14,5
M 42 x 1,5	M 42 x 1,5 4H5H	2,5	-	14	-	-	50	56	42		5	3	42,2	1,2	-	17	-	17	-	-
M 42 x 2	M 42 x 2 4H5H	2,5	20	-	-	11,5	51	58	42	+0,3 0	6	4	42,2	1,6	24	-	26	-	-	14,5
M 45 x 1,5	M 45 x 1,5 4H5H	2,5	-	14	-	9	53	59	45		5	3	45,2	1,2	-	17	-	17	-	-
M 45 x 2	M 45 x 2 4H5H	2,5	20	-	-	11,5	53	59	45		6	4	45,2	1,6	24	-	26	-	-	14,5
M 48 x 1,5	M 48 x 1,5 4H5H	2,5	-	14	-	-	56	61	48		5	3	48,2	1,2	-	17	-	17	-	-
M 48 x 2	M 48 x 2 4H5H	2,5	22	-	-	11,5	56	65	48		6	4	48,2	1,6	26	-	28	-	-	14,5
M 52 x 1,5	M 52 x 1,5 4H5H	2,5	-	14	-	9	61	65	52		5	3	52,2	1,2	-	17	-	17	-	-
M 56 x 2	M 56 x 2 4H5H	2,5	-	16	-	-	65	69	56		6	4	56,2	1,6	-	20	-	20	-	-

1) Zwischengrößen und Gewinde bis M78 x 2 s. Norm.  
 2) Bei metallischen Dichtungen ist  $d_4$  schmal zu bevorzugen.  
 3) Die Eindrehung  $d_f$  kann entfallen, wenn kein Dichttring verwendet wird und die Anlagefläche plan und rechtwinklig zur Gewindeachse ist.  
 4)  $t_2 = b_1 + f_2$ .



### 12.2.5 Holzschrauben

Der Durchmesser des vorzubohrenden Kernloches ist je nach der Holzart, der Dicke des Werkstückes und dem Abstand des Loches vom Rand zu wählen. Die Holzschraube drückt sich ihr Muttergewinde, sie schneidet es nicht. Bei dünnen Werkstücken und nahe am Rand sitzende Schrauben besteht daher die Gefahr des Spaltens, wenn nicht genügend vorgebohrt worden ist. Bei Buche, Eiche usw. verfährt man zweckmäßig wie bei Metall, d. h., es sind Durchgangsloch ( $\approx$  Schaftdurchmesser) und Kernloch zu bohren; für Senkschrauben ist auch die Senkung mit einem Werkzeug vorzubereiten.

**DIN 95 Linsensenk-Holzschrauben mit Schlitz**

**DIN 96 Halbrund-Holzschrauben mit Schlitz**

**DIN 97 Senk-Holzschrauben mit Schlitz**

**DIN 571 Sechskant-Holzschrauben (alle Dez 1986)**

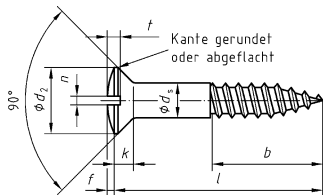
Alle Holzschrauben haben ein Gewinde nach DIN 7998, s. Norm.

**Stufung der Länge  $l$ :** 8 10 12 (14) 16 (18) 20 25 30 35 40 45 50 60 70 80; in DIN 571 ist die kleinste Länge 16 mm; über 80 mm bis 200 mm in 10-mm-Stufung.

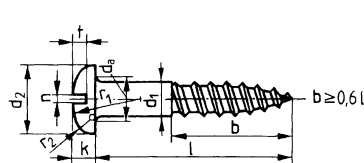
**Werkstoff** für DIN 95, DIN 96, DIN 97 und DIN 571 St = Stahl, CuZn = Kupfer-Zink-Legierungen, Al-Leg. = Aluminiumlegierungen (Sorten nach Wahl des Herstellers).

**Bezeichnungsbeispiel Linsensenkschraube DIN 95-4 x 40-Ms**

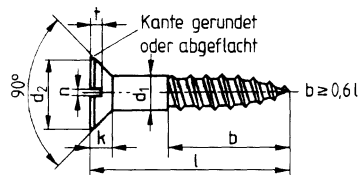
DIN 95



DIN 96



DIN 97



DIN 571

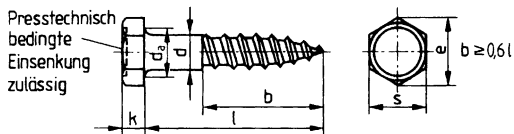


Tabelle 541.1 Holzschrauben DIN 95, DIN 96, DIN 97 (Maße für DIN 571 s. Norm)

	$d_1$	1,6	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	7	8
	$d_2^{1)}$	3	3,8	4,7	5,6	6,5	7,5	8,3	9,2	10,2	11	12,5	14,5
	$f \approx$	0,4	0,5	0,6	0,75	0,9	1	1,1	1,25	1,4	1,5	1,8	2
DIN 96	$d_{\text{amax}}$	2,2	2,8	3,3	3,8	4,3	5	5,5	6	6,6	7,2	8,2	10,2
DIN 95 DIN 97	$k_{\text{max}}$	0,96	1,2	1,5	1,65	1,93	2,2	2,35	2,5	2,75	3	3,5	4
DIN 96	$k$	1,1	1,4	1,7	2,1	2,4	2,8	3,1	3,5	3,8	4,2	4,9	5,6
	$n$	0,4	0,5	0,6	0,8	0,8	1	1	1,2	1,2	1,6	2	2
DIN 95	$r \approx$	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16
DIN 96	$r_1^{2)}$	2,6	3,2	4	4,8	5,6	6,4	7,2	8	8,8	9,6	11,2	12,8
DIN 95	$t$ min.	0,65	0,8	1	1,2	1,4	1,6	1,8	2	2,2	2,4	2,8	3,2
	max.	0,8	1	1,2	1,45	1,7	1,9	2,1	2,3	2,5	2,8	3,2	3,7
DIN 96	$t$ min.	0,55	0,7	0,85	1,05	1,2	1,4	1,55	1,75	1,9	2,1	2,45	2,8
	max.	0,7	0,9	1,1	1,35	1,6	1,8	2	2,3	2,5	2,7	3,2	3,6
DIN 97	$t$ min.	0,32	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	1,1	1,2	1,4	1,6
	max.	0,45	0,6	0,7	0,85	1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,6	1,9	2,1

<sup>1)</sup> Bei DIN 96 ist  $d_2 = 2d_1$ .

<sup>2)</sup>  $r_2 = 1/2 r_1$

### 12.2.6 Schneidschrauben, Blechschauben, gewindefurchende Schrauben

#### DIN 7513 Gewinde-Schneidschrauben – Sechskantschrauben, Schlitzschrauben – Maße, Anforderungen, Prüfung (Sep 1995)

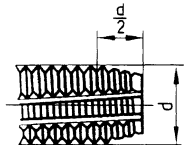
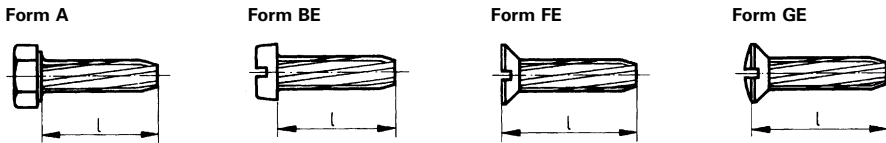


Bild 542.1 Schraubenformen nach DIN 7513

Die Einschraubtiefe sollte nicht größer als  $2d$  sein.

Das Gewinde von Gewinde-Schneidschrauben muss so gestaltet sein, dass das geschnittene Innengewinde eine Schraube mit metrischem ISO-Gewinde (Regelgewinde) entsprechend DIN 13-15, Toleranzklasse 6h, aufnehmen kann.

Die Einschraubseite des Gewinde-Kernlochs muss scharfkantig sein.

**Stufung der Länge l:** 6 8 10 12 (14) 16 (18) 20 (22) 25 30 35 40

**Werkstoff:** Einsatzstahl nach DIN 17210 (ers. d. DIN EN 10084) oder Vergütungsstahl nach DIN EN 10083-2

Anforderungen und Prüfung s. Norm.

**Bezeichnungsbeispiel**

**Schneidschraube DIN 7513-A M 6 x 25-St**

Tabelle 542.2 Gewinde-Schneidschrauben DIN 7513

Form	BE, FE und GE		alle Formen			
	M 2,5	M 3	M 4	M 5	M 6	M 8
d	6 <sup>1)</sup>	6 <sup>1)</sup>	8 <sup>1)</sup>	10 <sup>1)</sup>	12 <sup>1)</sup>	–
l von bis	6 20	6 22	8 25	10 30	12 35	14 40
d <sub>1</sub> <sup>2)</sup>	2,2	2,7	3,6	4,5	5,5	7,4

<sup>1)</sup> Nicht für Formen FE und GE.

<sup>2)</sup> d<sub>1</sub> = Gewinde-Kernlochdurchmesser (H 11) gilt für Werkstoffe mittlerer Festigkeit; d<sub>1</sub> kann bei weichen Werkstoffen oder dünnen Werkstücken kleiner und bei harten Werkstoffen oder dicken Werkstücken größer sein (durch Versuche feststellen).

#### DIN ISO 1479 Sechskant-Blechschauben – Identisch mit ISO 1479:1983

#### DIN ISO 1481 Flachkopf-Blechschauben mit Schlitz – Identisch mit ISO 1481:1983

#### DIN ISO 1482 Senk-Blechschauben mit Schlitz (Einheitskopf) – Identisch mit ISO 1482:1983

#### DIN ISO 1483 Linsensenk-Blechschauben mit Schlitz (Einheitskopf) – Identisch mit ISO 1483:1983 (alle Aug 1990)

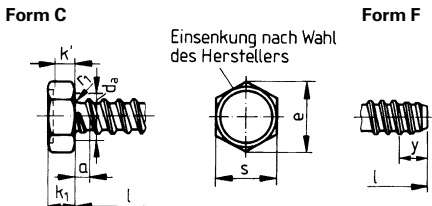


Bild 542.3 DIN ISO 1479

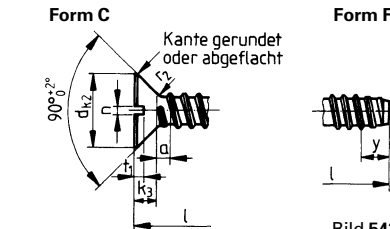


Bild 542.4 DIN ISO 1482

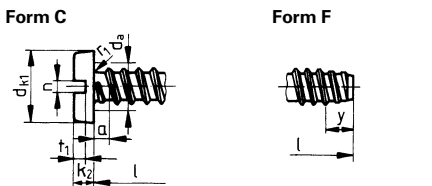


Bild 542.5 DIN ISO 1481

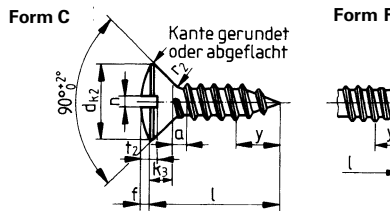


Bild 542.6 DIN ISO 1483

Gewindeprofil und Formen der Schraubenenden s. DIN EN ISO 1478.

Tabelle 543.1 Blechschrauben nach DIN ISO 1479, DIN ISO 1481, DIN ISO 1482 und DIN ISO 1483

Gewinde		ST 2,2	ST 2,9	ST 3,5	ST 4,2	ST 4,8	ST 5,5	ST 6,3	ST 8	ST 9,5
$P$ (Steigung) – $a$		0,8	1,1	1,3	1,4	1,6	1,8	1,8	2,1	2,1
$d_a$	max.	2,8	3,5	4,1	4,9	5,5	6,3	7,1	9,2	10,7
$s$	max.	3,2	5	5,5	7	8	8	10	13	16
$e$	min.	3,38	5,4	5,96	7,59	8,71	8,71	10,95	14,26	17,62
$k_1$	max.	1,6	2,3	2,6	3	3,8	4,1	4,7	6	7,5
	min.	1,3	2	2,3	2,6	3,3	3,6	4,1	5,2	6,5
$k_2$	max.	1,3	1,8	2,1	2,4	3	3,2	3,6	4,8	6
	min.	1,1	1,6	1,9	2,2	2,7	2,9	3,3	4,5	5,7
$k_3$	max.	1,1	1,7	2,35	2,6	2,8	3	3,15	4,65	5,25
$k'$	min.	0,9	1,4	1,6	1,8	2,3	2,5	2,9	3,6	4,5
$r_1$	min.	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,25	0,25	0,4	0,4
$d_{k1}$	max.	4	5,6	7	8	9,5	11	12	16	20
	min.	3,7	5,3	6,6	7,6	9,1	10,6	11,6	15,6	19,5
$d_{k2}$	max.	3,8	5,5	7,3	8,4	9,3	10,3	11,3	15,8	18,3
	min.	3,5	5,2	6,9	8	8,9	9,9	10,9	15,4	17,8
$n$	Nennmaß	0,5	0,8	1	1,2	1,2	1,6	1,6	2	2,5
$r_2$	max.	0,8	1,2	1,4	1,6	2	2,2	2,4	3,2	4
$t_1$	min.	0,4	0,6	0,9	1	1,1	1,1	1,2	1,8	2
	max.	0,6	0,85	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	2,3	2,6
$t_2$	min.	0,8	1,2	1,4	1,6	2	2,2	2,4	3,2	3,8
	max.	1	1,45	1,7	1,9	2,4	2,6	2,8	3,7	4,4
$y$	Form C	2	2,6	3,2	3,7	4,3	5	6	7,5	8
	Form F	1,6	2,1	2,5	2,8	3,2	3,6	3,6	4,2	4,2

Das Blechschrauben-Bolzensgewinde formt sich sein Muttergewinde selbst. Beide Gewindeformen werden für sog. Presslochverschraubungen (Blechdurchzug, geprägtes Gewindeloch) verwendet (Blechdicke > Gewindesteigung) sowie für sonstige Blechverschraubungen mit gestanztem oder gebohrtem Blech (Blechdicke > Gewindesteigung).

Für den Kernlochdurchmesser sind Werkstoff, Blechdicke und Herstellverfahren maßgebend. Gebohrte oder gestanzte Löcher können i. Allg. etwas kleiner sein als gedornte bzw. durchgezogene. Zu empfehlen ist, den jeweils zweckmäßigen Durchmesser durch Versuche zu ermitteln.

**Stufung der Länge  $l$ :** 4,5 6,5 9,5 13 16 19 22 32 38 45 50

**Technische Lieferbedingungen:**

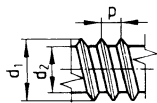
Werkstoff: Stahl nach DIN EN ISO 2702

Mechanische Eigenschaften nach DIN EN ISO 2702

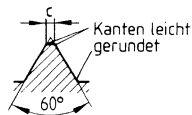
**Ausführung:** Oberfläche blank

**Bezeichnungsbeispiel** für eine Senk-Blechschraube mit Gewinde ST 3,5, Nennlänge / 16 mm, Spitze Form C: **Blechschraube ISO 1482–ST 3,5 × 16–C**

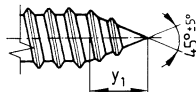
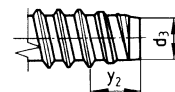
**DIN EN ISO 1478 Blechschrauben-Gewinde (Dez 1999)**



Gewinde



Gewindeprofil

Schraubenspitze  
Form C mit Spitze  
Form R mit gerundeter  
Spitze s. Norm

Form F mit Zapfen

Tabelle 544.1 Blechschrauben-Gewinde nach DIN EN ISO 1478

Gewindegröße	ST 2,2	ST 2,9	ST 3,5	ST 3,9	ST 4,2	ST 4,8	ST 5,5	ST 6,3	ST 8
$d_1$ max.	2,24	2,9	3,53	3,91	4,22	4,8	5,46	6,25	8
$d_2$ max.	1,63	2,18	2,64	2,92	3,1	3,58	4,17	4,88	6,2
$d_3$ max.	1,47	2,01	2,41	2,77	2,84	3,3	3,86	4,55	5,84
$c$ max.	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,15	0,15	0,15	0,15
$P$	0,8	1,1	1,3	1,4	1,4	1,6	1,8	1,8	2,1
$y_1$ max.	2	2,6	3,2	3,5	3,7	4,3	5	6	7,5
$y_2$ max.	1,6	2,1	2,5	2,7	2,8	3,2	3,6	3,6	4,2

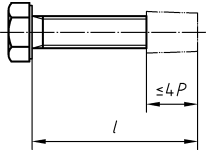
**Bezeichnungsbeispiel** für Nenndurchmesser 3,5: **Blechschrauben-Gewinde ISO 1478–ST 3,5**

Die Form des Gewindeendes sollte in der Produktbeschreibung festgelegt werden, s. Produktnormen.

**DIN 7500-1 Gewindefurchende Schrauben für metrisches ISO-Gewinde – Teil 1 Formen, Bezeichnung, Anforderungen (Mrz 2007)**

**DIN 7500-2 – Teil 2: Richtwerte für Lochdurchmesser (Dez 1984)**  
(Teil 2 hier nicht behandelt, s. Norm)

Gwindefurchende Schrauben sind solche Schrauben, die beim Einschrauben in ein vorgefertigtes Kernloch durch geeignete Formgebung des Gewindeteiles ihr Gegengewinde spanlos furchen. Die Anforderungen dieser Norm sollen sicherstellen, dass sich das Gewinde der Schrauben beim Einschrauben oder bei der späteren Beanspruchung im verschraubten Zustand weder verformt, noch ein Bruch der Schraube eintritt, sofern keine Überbeanspruchungen auftreten. Deshalb gelten als Hauptmerkmal für die Beurteilung der mechanischen und funktionellen Eigenschaften dieser Schrauben: Randhärte, Mindestbruchdrehmoment, Mindestzugbruchkraft und das durch Furchen erzeugte Gewinde. Für die Kopfformen der gwindefurchenden Schrauben gelten die bestehenden Produktnormen, z. B. DIN EN ISO 4017 Sechskantschrauben, DIN EN ISO 4762 Senkschrauben mit Innensechskant, DIN EN ISO 7047 Linsensenkschrauben mit Kreuzschlitz. In DIN 7500-1 sind diesen Schrauben Formbuchstaben zugeordnet, die in die Bezeichnungen einbezogen werden (s. Beispiel).

Form	Bild	übrige Maße nach	Durchmesserbereich	Bezeichnungsbeispiel
DE		DIN EN ISO 4017	M 2 bis M 12	<b>Schraube DIN 7500–DE M 6 × 20</b>

Gestaltung des Schraubenendes innerhalb des strichpunktierten Bereiches nach Wahl des Herstellers.

Gewindegrößen: M 2; M 2,5; M 3; M 3,5; M 4; M 5; M 6; M 8; M 10

**Gewindelängen:** 3 4 5 6 8 10 12 (14) 16 (18) 20 (22) 25 (29) 30 bis 60 in Stufen von 5 mm, 70 80.

### Anforderungen

Allgemeine Angaben nach DIN ISO 8992, Annahmeprüfung nach DIN EN ISO 3269.

**Werkstoff:** kaltumformbarer Einsatzstahl (s. DIN EN 10084). Für galvanischen Oberflächenschutz gilt DIN EN ISO 4042.

Oberflächenhärte nach der Wärmebehandlung: Mindestens 450 HV 0,3.

Einsatzhärtungstiefe s. DIN EN ISO 7085; Kernhärte nach Wärmebehandlung: 290 HV 10 bis 370 HV 10.

Prüfung der mechanischen Eigenschaften s. DIN EN ISO 7085.

**DIN EN ISO 15480 Sechskant-Bohrschrauben mit Bund mit Blechschraubengewinde (ISO 15480:1999) (Feb 2000)**

**DIN EN ISO 15481 Flachkopf-Bohrschrauben mit Kreuzschlitz mit Blechschraubengewinde (ISO 15481:1999) (Feb 2000)**

**DIN EN ISO 15482 Senk-Bohrschrauben mit Kreuzschlitz mit Blechschraubengewinde**  
(ISO 15482:1999) (Feb 2000)

**DIN EN ISO 15483 Linsensenk-Bohrschrauben mit Kreuzschlitz mit Blechschraubengewinde**  
(ISO 15483:1999) (Feb 2000)

Diese Normen enthalten wärmebehandelte Schrauben mit Blechschraubengewinde, die eine Bohrspitze besitzen, mit der sie bei Montage ihr Kernloch selbst bohren und dann mit dem anschließenden Gewindeteil ihr Gegengewinde spanlos oder spanend selbst formen. Für die Kopfformen der Schrauben gelten die für Blechschrauben bestehenden DIN-Normen, ausgenommen Sechskantschrauben mit Flansch, deren Maße in den vorliegenden Normen aufgeführt sind. Für allgemeine Anforderungen gilt DIN ISO 8992; für die Annahmeprüfung gelten die Grundsätze nach DIN EN ISO 3269.

Diese Normen sollen sicherstellen, dass die Schrauben ihr Kernloch bohren und ihr Gegengewinde formen können, ohne dass sich die Schrauben verformen oder ein Bruch der Schraube eintritt, sofern keine Überbeanspruchungen auftreten. Deshalb gelten als Hauptmerkmale für die Beurteilung der mechanischen und funktionellen Eigenschaften einer Bohrerschraube

- die Oberflächenhärte
- die Eignung zum Bohren des Kernloches und Formung des Gegengewindes
- die Torsionsfestigkeit,

die in DIN EN ISO 10666 beschrieben sind.

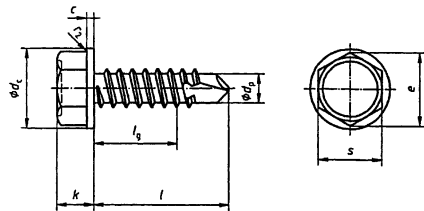


Bild 545.1 Bohrerschraube nach DIN EN ISO 15480  
(Kopfmaße nach DIN 6928 s. Norm)

Kreuzschlitz  
nach DIN EN ISO 4757

Form H Form Z

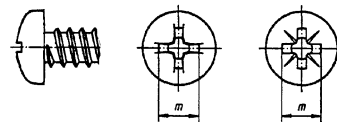


Bild 545.2 Bohrerschraube nach DIN EN 15481  
(Kopfmaße nach DIN ISO 7049)



Kreuzschlitzformen  
s. DIN EN ISO 15481

Bild 545.3 Bohrerschraube nach DIN EN ISO 15482  
(Kopfmaße nach DIN ISO 7050)



Kreuzschlitzformen  
s. DIN EN ISO 15481

Bild 545.4 Bohrerschraube nach DIN EN ISO 15483  
(Kopfmaße nach DIN ISO 7051)

Tabelle 545.5 Kopfmaße für Bohrerschrauben nach DIN EN ISO 15480

Gewinde $d$		ST 3,5	ST 4,2	ST 4,8	ST 5,5	ST 6,3
$c$	min.	0,6	0,8	0,9	1	1
$d_c$	max.	8,3	8,8	10,5	11	13,5
	min.	7,6	8,1	9,8	10	12,2
$e$	min.	5,96	7,59	8,71	8,71	10,95
$k$	max.	3,4	4,1	4,3	5,4	5,9
	min.	3	3,6	3,8	4,8	5,3
$n$		1,2	1,51	1,51	1,91	1,91
$s$		5,5	7	8	8	10
$t$		1,36	1,64	1,72	2,16	2,36

Gewinde nach DIN EN ISO 1478

Gewindegröße ST 2,9 s. Norm.

Werkstoff: Stahl nach DIN EN ISO 10666

Anforderungen an mechanische und funktionelle Eigenschaften sowie Prüfverfahren s. DIN EN ISO 10666

**Bezeichnungsbeispiel: Bohrschraube ISO 15480–St 3,5 x 16**

Tabelle 546.1 Bohrbereich und Schraubenlängen

Gewinde $d$		ST 3,5	ST 4,2	ST 4,8	ST 5,5	ST 6,3
Bohrbereich (Blechdicke)	von	0,7	1,75	1,75	1,75	2
	bis	2,25	3	4,4	5,25	6
Nennlänge	$l$	$l_g$				
	min. max.	min.				
9,5 <sup>1)</sup>	8,75 10,25	2,85				
13	12,1 13,9	6,2	4,3	3,7		
16	15,1 16,9	9,2	7,3	5,8	5	
19	18 20	12,1	10,3	8,7	8	7
22	21 23	15,1	13,3	11,7	11	10
25	24 26	18,1	16,3	14,7	14	13
32	30,75 33,25		23	21,5	21	20
38	36,75 39,25		29	27,5	27	26
45	43,75 46,25			34,5	34	33
50	48,75 51,25			39,5	39	38

<sup>1)</sup> Gilt nur für Schrauben nach DIN EN ISO 15480.

## 12.2.7 Kreuzschlitzschrauben

### DIN EN ISO 4757 Kreuzschlitze für Schrauben (ISO 4757:1983) (Okt 1994)

Früher war nur eine Form von Kreuzschlitzen genormt, die in der Praxis unter dem Markennamen „Phillips“ bekannt ist. National und international hat sich eine weitere Kreuzschlitzform eingeführt, die den Warennamen „Pozidriv“ führt. Beide Kreuzschlitzformen wurden international genormt.

Es bedeuten: Form H (Phillips) und Form Z (Pozidriv)

Maße s. Norm

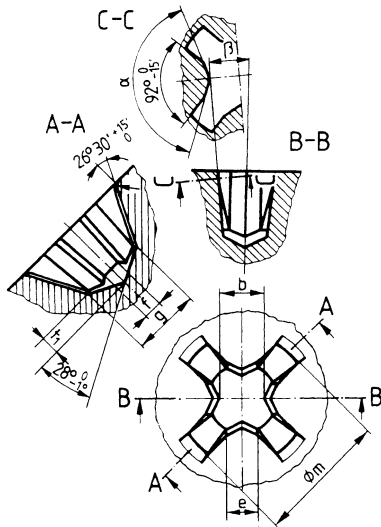


Bild 546.2 Kreuzschlitz H

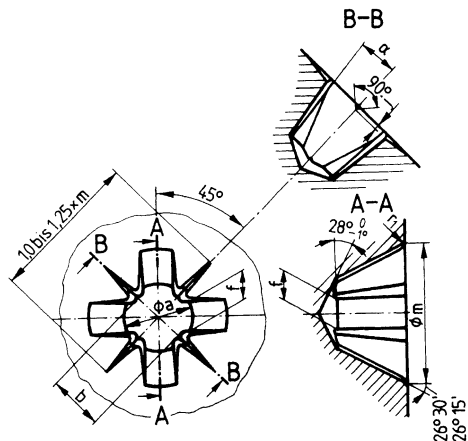


Bild 546.3 Kreuzschlitz Z

**DIN EN ISO 7046-1 Senkschrauben (Einheitskopf) mit Kreuzschlitz Form H oder Form Z – Produktklasse A – Teil 1: Festigkeitsklasse 4.8 (Okt 1994)**

**DIN EN ISO 7047 Linsen-Senkschrauben (Einheitskopf) mit Kreuzschlitz Form H oder Form Z – Produktklasse A (Okt 1994)**

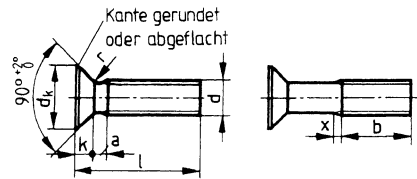


Bild 547.1 Senkschraube nach DIN EN ISO 7046-1

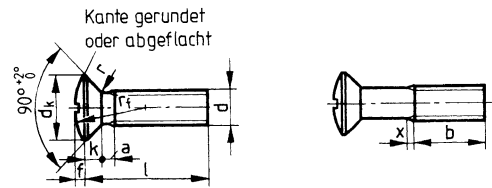


Bild 547.2 Linsen-Senkschraube nach DIN EN ISO 7047 Kreuzschlitz nach DIN EN ISO 4757

Tabelle 547.3 Senkschrauben mit Kreuzschlitz nach DIN EN ISO 7046-1 und DIN EN ISO 7047

d	M 1,6	M 2	M 2,5	M 3	(M 3,5)	M 4	M 5	M 6	M 8	M 10
a max.	0,7	0,8	0,9	1	1,2	1,4	1,6	2	2,5	3
b	25	25	25	25	38	38	38	38	38	38
d <sub>k</sub> max.	3	3,8	4,7	5,5	7,3	8,4	9,3	11,3	15,8	18,3
x max.	0,9	1	1,1	1,25	1,5	1,75	2	2,5	3,2	3,8
f ≈	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1	1,2	1,4	2	2,3
k max.	1	1,2	1,5	1,65	2,3	2,7	2,7	3,3	4,65	5
r <sub>f</sub> ≈	3	4	5	6	8,5	9,5	9,5	12	16,5	19,5
r max.	0,4	0,5	0,6	0,8	0,9	1	1,3	1,5	2	2,5
Kreuzschlitzgröße Formen H und Z nach DIN EN ISO 4757	0	1			2			3	4	

**Stufung der Länge l:** 2 3 4 5 6 8 10 12 (14) 16 (18) 20 (22) 25 (28) 30 35 40 45 50 55 60 70

**Technische Lieferbedingungen**

**Allgemeine Anforderungen** nach DIN ISO 8992

**Festigkeitsklasse (Werkstoff):**

Stahl: 4.8, 5.8, 8.8 nach DIN EN ISO 898-1

nicht rostender Stahl: A 2-70; A 4-70 nach DIN EN ISO 3506-1

Nichteisenmetall: CuZn Kupfer-Zink-Legierung nach DIN EN 28839

**Maß-, Form- und Lagetoleranzen** nach DIN EN ISO 4759-1, Produktklasse A

**Oberflächen:** Rauheit nach DIN EN 20898-2, galvanischer Oberflächenschutz nach DIN EN ISO 4042

**Bezeichnungsbeispiel** Gewinde M 6, Länge = 20 mm; Festigkeitsklasse 4.8, Kreuzschlitz H:

**Senkschraube ISO 7046-1 M 6 x 20-4.8-H**

**DIN 7995 Linsensenk-Holzschrauben mit Kreuzschlitz (Dez 1984)**

**DIN 7996 Halbbrund-Holzschrauben mit Kreuzschlitz (Dez 1986)**

**DIN 7997 Senk-Holzschrauben mit Kreuzschlitz (Dez 1984)**

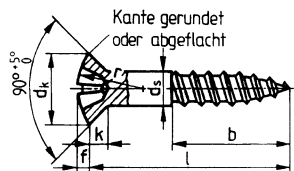
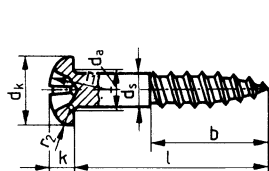


Bild 547.4 DIN 7995



Korbbogen ähnlich DIN 96

Bild 547.5 DIN 7996

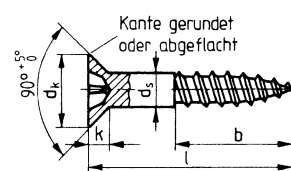


Bild 547.6 DIN 7997

Holzschraubengewinde nach DIN 7998, s. Norm

**Stufung der Länge  $l$ :** 10 12 (14) 16 (18) 20 25 30 35 40 45 50 60 70 80

Längen über 100 mm sind von 10 zu 10 zu stufen.

**Werkstoff:** St – Stahl, CuZn = Kupfer-Zink-Legierung, Al = Aluminiumlegierung

Sorten nach Wahl des Herstellers

**Bezeichnung** sinngemäß wie Holzschrauben mit Längsschlitz DIN 95, DIN 96 und DIN 97

Tabelle 548.1 Holzschrauben mit Kreuzschlitz DIN 7995 bis DIN 7997

	$d_s$	2,5	3	3,5	4	4,5	5	6
DIN 7995 DIN 7997 DIN 7996	$d_k$	4,7	5,6	6,5	7,5	8,3	9,2	11
		5	6	7	8	9	10	12
DIN 7995	$f \approx$	0,6	0,75	0,9	1	1,1	1,25	1,4
DIN 7995 DIN 7997	$k_{\max}$	1,5	1,65	1,93	2,2	2,35	2,5	3
DIN 7996		1,9	2,3	2,6	3	3,4	3,74	4,44
DIN 7995	$r \approx$	5	6	7	8	9	10	12
DIN 7996	$r_1^1) \approx$	4	4,8	5,6	6,4	7,2	8	9,6
DIN 7995	$l$ von bis	10 20	10 40	10 45	12 50	16 60	16 80	35 80
DIN 7996		$l$ von bis	10 30	10 40	10 45	12 50	16 60	16 80
DIN 7997	$l$ von bis		10 20	10 40	10 45	12 60	16 60	16 80
Kreuzschlitzgröße Formen H und Z nach DIN EN ISO 4757			1		2			

<sup>1)</sup>  $r_2 = 1/2 r_1$

## 12.3 Muttern<sup>1)</sup>

**DIN EN ISO 4032 Sechskantmuttern, Typ 1 – Produktklassen A und B (Mrz 2001)**

**DIN EN ISO 4033 Sechskantmuttern, Typ 2 – Produktklassen A und B (Mrz 2001)**  
(nicht wiedergegeben, s. Norm)

**DIN EN ISO 4034 Sechskantmuttern – Produktklasse C (Mrz 2001)**

**DIN EN ISO 4035 Sechskantmuttern, niedrige Form (mit Fase) – Produktklassen A und B (Mrz 2001)**

**DIN EN ISO 4036 Sechskantmuttern niedrige Form ohne Fase – Produktklasse B (Mrz 2001)**  
(nicht wiedergegeben, s. Norm)

**DIN EN ISO 8673 Sechskantmuttern, Typ 1, mit metrischem Feingewinde – Produktklassen A und B (Mrz 2001)**

**DIN EN ISO 8674 Sechskantmuttern, Typ 2, mit metrischem Feingewinde – Produktklassen A und B (Mrz 2001)**

Die Maße der Muttern nach DIN EN ISO 4034 weichen im Allgemeinen geringfügig von denen in Tab. 549.3 ab.

Maße für zu vereinbarenden Telleransatz s. DIN EN ISO 4032, DIN EN ISO 8673, DIN EN ISO 8674.

**Technische Lieferbedingungen:**

**Allgemeine Anforderungen:** nach DIN ISO 8992

**Festigkeitsklasse (Werkstoff):**

DIN EN ISO 4032 und DIN EN ISO 8673

Stahl: M 3 bis M 39: 6, 8, 10 nach DIN EN 20898-2 bzw. DIN EN ISO 898-6, unter M 3 und über M 39 nach Vereinbarung

nicht rostender Stahl: bis M 20: A 2-70; über M 20 bis M 39: A 2-50 nach DIN EN ISO 3506-2

Nichteisenmetall: nach DIN EN 28839, s. Norm

<sup>1)</sup> S. auch DIN-Taschenbuch 140: Mechanische Verbindungselemente 4; Muttern, Zubehörteile für Schraubenverbindungen. Berlin, Wien, Zürich: Beuth Verlag GmbH.



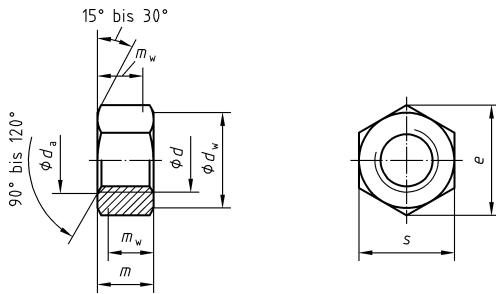


Bild 549.1 Darstellung von Sechskanmuttern nach DIN EN ISO 4032, 4034, 8673, 8674

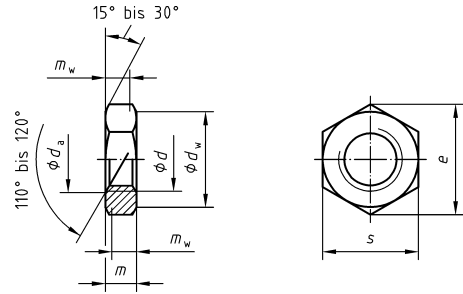


Bild 549.2 Sechskanmutter niedrige Form nach DIN EN ISO 4035

Tabelle 549.3 Empfohlene Muttern

Ge- winde	Regel	M 4	M 5	M 6	M 8	M 10	M 12	M 16	M 20	M 24	M 30	M 36
fein		–	–	–	M 8 × 1	M 10 × 1,25 M 10 × 1	M 12 × 1,25 M 12 × 1,5	M 16 × 1,5	M 20 × 1,5 M 20 × 2	M 24 × 2	M 30 × 2	M 36 × 3
	$d_a$ min	4	5	6	8	10	12	16	20	24	30	36
	$d_w$ min	5,9	6,9	8,9	11,6	14,6	16,6	22,5	27,7	33,3	42,8	51,1
	$e_{min}$	7,66	8,79	11,05	14,38	17,77	20,03	26,75	32,95	39,55	50,85	60,79
$m_{max}$	DIN EN ISO 4032	3,2	4,7	5,2	–	–	–	–	–	–	–	–
	DIN EN ISO 8673	–	–	–	6,8	8,4	10,8	14,8	18	21,5	25,6	31
	DIN EN ISO 8674	–	–	–	7,5	9,3	12	16,4	20,3	23,9	28,6	34,7
	DIN EN ISO 4035	2,2	2,7	3,2	4	5	6	8	10	12	15	18
$m_{w,min}$	DIN EN ISO 4032	2,3	3,5	3,9	5,2	6,4	8,3	11,3	13,5	16,2	19,4	23,5
	DIN EN ISO 8673	–	–	–	5,15	6,43	8,3	11,28	13,52	16,16	19,44	23,52
	DIN EN ISO 8674	–	–	–	5,71	7,15	9,26	12,56	15,2	18,08	21,84	26,48
	DIN EN ISO 4035	1,6	2	2,3	3	3,8	4,6	5,9	7,3	8,7	11,1	13,5
	$s$ max. = Nennmaß	7	8	10	13	16	18	24	30	36	46	55

#### DIN EN ISO 4034:

Stahl: bis M 16: 5; über M 16 bis M 39: 4,5 nach DIN EN 20898-2; über M 39 nach Vereinbarung

#### DIN EN ISO 4035:

Stahl: bis M 3: nach Vereinbarung; M 3 bis M 39: 04, 05 nach DIN EN 20898-2; über M 39 nach Vereinbarung

#### DIN EN ISO 8674:

Stahl: bis M 16: 8, 12; über M 16 bis M 39: 10 nach DIN EN ISO 898-6

**Maßtoleranzen:** 6 H für alle Muttern außer DIN EN ISO 4034, dort 7 H nach DIN ISO 965

**Form- und Lagetoleranzen** nach DIN EN ISO 4759-1 für alle hier behandelten Muttern.

**Bezeichnungsbeispiel** Sechskanmutter Typ 1 mit Gewinde  $d = M 12$  und Festigkeitsklasse 8:

**Sechskanmutter ISO 4032–M 12–8**

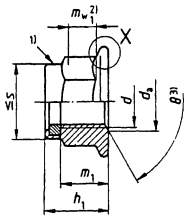
**DIN EN 1663 Sechskanmuttern mit Klemmteil und Flansch (mit nicht metallischem Einsatz) (ISO 7043:1997, modifiziert) (Feb 1998)**

**DIN EN 1664 Sechskanmuttern mit Klemmteil und Flansch – Ganzmetallmuttern (ISO 7044:1997, modifiziert) (Feb 1998)**

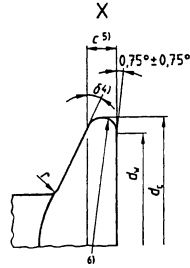
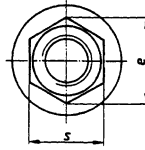
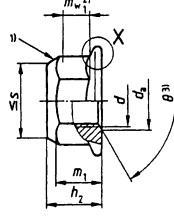
**DIN EN ISO 7040 Sechskanmuttern mit Klemmteil (mit nicht metallischem Einsatz) Typ 1, Festigkeitsklasse 5, 8 und 10 (ISO 7040:1997) (Feb 1998)**

**DIN EN ISO 7042 Sechskanmuttern mit Klemmteil (Ganzmetallmuttern) Typ 2, Festigkeitsklassen 5, 8, 10 und 12 (ISO 7042:1997) (Feb 1998)**

DIN EN 1663



DIN EN 1664



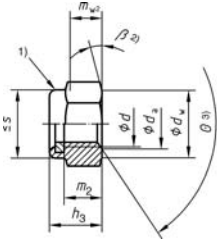
- 1) Gestaltung des Klemnteils nach Wahl des Herstellers.
- 2)  $m_{w1}$  ist die Mindesthöhe für den Schlüsselangriff
- 3)  $\theta = 90^\circ$  bis  $120^\circ$
- 4)  $\delta = 15^\circ$  bis  $25^\circ$
- 5)  $c$  gemessen am Durchmesser  $d_{w \text{ min}}$
- 6) Kante nach Wahl des Herstellers.

**Bezeichnungsbeispiel** Sechskantmutter mit Klemmteil und Flansch, mit nicht metallischem Einsatz, Gewinde M 12 und Festigkeitsklasse 8:

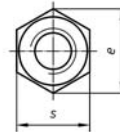
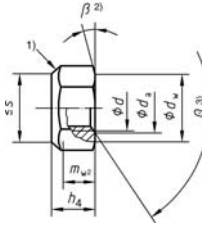
**Sechskantmutter EN 1663-M 12-8**

Bild 550.1 Sechskantmutter mit Klemmteil und Flansch nach DIN EN 1663 und DIN EN 1664

DIN EN ISO 7040



DIN EN ISO 7042



- 1) Gestaltung des Klemnteils nach Wahl des Herstellers.
- 2)  $\beta = 15^\circ$  bis  $30^\circ$
- 3)  $\theta = 90^\circ$  bis  $120^\circ$

Bild 550.2 Sechskantmuttern mit Klemmteil nach DIN EN ISO 7040 und DIN EN ISO 7042

Tabelle 550.3 Maße für Sechskantmuttern mit Klemmteil nach DIN EN 1663, DIN EN 1664, DIN EN ISO 7040, DIN EN ISO 7042

Gewinde ( $d$ )	M 5	M 6	M 8	M 10	M 12	(M 14) <sup>1)</sup>	M 16	M 20
$P$ <sup>2)</sup>	0,8	1	1,25	1,5	1,75	2	2	2,5
$c$ min.	1	1,1	1,2	1,5	1,8	2,1	2,4	3
$d_a$ min.	5	6	8	10	2	14	16	20
$d_a$ max.	5,75	6,75	8,75	10,8	13	15,1	17,3	21,6
$d_c$ max.	11,8	14,2	17,9	21,8	26,0	29,9	34,5	42,8
$d_w$ min.	9,8	12,2	15,8	19,6	23,8	27,6	31,9	39,9
$e$ min.	8,79	11,05	14,38	17,77	20,03	23,36	26,75	32,95
$h_1$ max.	7,1	9,1	11,1	13,5	16,1	18,2	20,3	24,8
$h_1$ min.	6,52	8,52	10,4	12,8	15,4	16,9	19	22,7
$h_2$ max.	6,2	7,3	9,40	11,40	13,80	15,9	18,3	22,4
$h_2$ min.	5,7	6,8	8,74	10,34	12,57	14,8	17,2	20,3
$h_3$ max.	6,8	8	9,5	11,9	14,9	17	19,1	22,8
$h_3$ min.	6,22	7,42	8,92	11,2	14,2	15,9	17,8	20,7
$h_4$ max.	5,1	6	8	10	12	14,1	16,4	20,3
$h_4$ min.	4,8	5,4	7,14	8,98	11,57	13,4	15,7	19
$m_1$ min.	4,7	5,7	7,6	9,6	11,6	13,3	15,3	18,7
$m_{w1}$ min.	2,5	3,1	4,6	5,9	6,8	7,7	8,9	10,7
$m_2$ min.	4,4	4,9	6,44	8,04	10,37	12,1	14,1	16,9
$m_{w2}$ min.	3,52	3,92	5,15	6,43	8,3	9,68	11,28	13,52
$s$ max.	8	10	13	16	18	21	24	30
$s$ min.	7,78	9,78	12,73	15,73	17,73	20,67	23,67	29,16
$r$ <sup>3)</sup> max.	0,3	0,36	0,48	0,6	0,72	0,88	0,96	1,2

<sup>1)</sup> Die eingeklammerte Größe sollte möglichst vermieden werden.

<sup>2)</sup>  $P$  ist die Gewindesteigung.

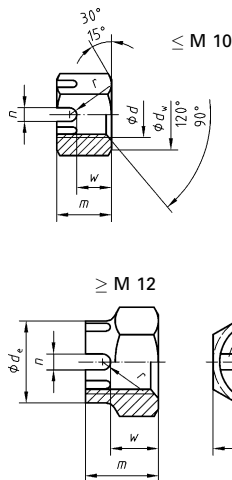
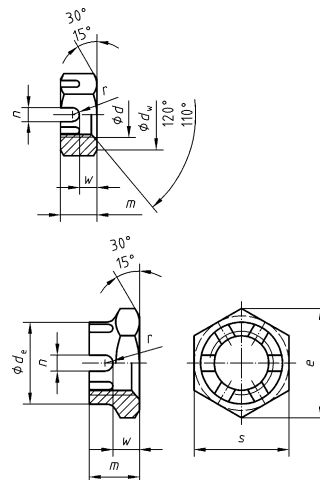
<sup>3)</sup> Der Radius  $r$  gilt sowohl für den Übergang der Kanten als auch der Sechskantflächen zum Flansch.

Tabelle 551.1 Technische Lieferbedingungen für Sechskantmutter mit Klemmteil

Werkstoff	Mutternkörper	Stahl
	Einsatz	z. B. Polyamid
Allgemeine Anforderungen	Norm	DIN ISO 8992
Gewinde	Toleranz	6 H
	Norm	DIN ISO 261, DIN ISO 965-2
Mechanische Eigenschaften	Festigkeitsklasse	DIN EN 1663: 8; 10 DIN EN 1664: 8; 10; 12 DIN EN ISO 7040: 5; 8; 10 DIN EN ISO 7042: 5; 8; 10; 12 abhängig vom Typ und Nenndurchmesser
	Norm	DIN EN ISO 2320
Grenzabmaße, Form- und Lagetoleranzen	Produktklasse	für alle Normen: $d \leq M 16$ : A $d > M 16$ : B
	Norm	DIN EN ISO 4759-1
Oberfläche		wie hergestellt Anforderungen für galvanischen Oberflächenschutz s. DIN EN ISO 4042

**DIN 935-1 Kronenmutter – Teil 1: Metrisches Regel- und Feingewinde, Produktklassen A und B****DIN 935-3 – Teil 3: Metrisches Regelgewinde, Produktklasse C****DIN 979 Niedrige Kronenmutter – Metrisches Regel- und Feingewinde, Produktklassen A und B (alle Okt 2000)**

12

**DIN 935-1****DIN 979**

Anzahl der Schlitze  
für  $d_1 \leq 40$ : 6; 42 bis 68: 8  
 $\geq 72$ : 10  
e min. s. Tab. 549.3  
Fasenwinkel bis  $30^\circ$   
zulässig

Bild 551.2 Kronenmutter nach DIN 935-1

Bild 551.3 Niedrige Kronenmutter nach DIN 979

DIN 935-3 enthält nur Kronenmutter von M 12 bis M 33 der Produktklasse C. Die Maße weichen nur geringfügig von denen nach DIN 935-1 ab.

Tabelle 552.1 Kronenmuttern DIN 935-1, DIN 979;  $d_1 > M$  48 s. Normen

Regel	Gewinde $d$		$d_w$ min.	$d_e$ max.	$n$ min.	$m$		$w$		$s$ max. = Nenn- maß	Splint DIN EN ISO 1234
	fein					<sup>1)</sup>	<sup>2)</sup>	<sup>1)</sup>	<sup>2)</sup>		
M 4			5,9	–	1,2	5	–	3,2	–	7	1 × 10
M 5			6,9	–	1,4	6	–	4	–	8	1,2 × 12
M 6			8,9	–	2	7,5	5	5	2,5	10	1,6 × 14
M 8	M 8 × 1	–	11,6	–	2,5	9,5	6,5	6,5	3,5	13	2 × 16
M 10	M 10 × 1,25	M 10 × 1	14,6	–	2,8	12	8	8	4	16	2,5 × 20
M 12	M 12 × 1,5	M 12 × 1,25	16,6	16	3,5	15	10	10	5	18	3,2 × 22
M 16	M 16 × 1,5	–	22,5	22	4,5	19	13	13	7	24	4 × 28
M 20	M 20 × 2	M 20 × 1,5	27,7	28	4,5	22	16	16	10	30	4 × 36
M 24	M 24 × 2	M 24 × 1,5	33,2	34	5,5	27	19	19	11	36	5 × 40
M 30	M 30 × 2	M 30 × 1,5	42,7	42	7	33	24	24	15	46	6,3 × 50
M 36	M 36 × 2	M 36 × 1,5	51,1	50	7	38	29	29	20	55	6,3 × 63
M 42	M 42 × 3	M 42 × 1,5	60,6	58	9	46	33	32	22	65	8 × 70
M 48	M 48 × 3	M 48 × 1,5	69,4	65	9	50	36	38	24	75	8 × 80

1) DIN 935-1

2) DIN 979

Tabelle 552.2 Technische Lieferbedingungen

Werkstoff		Stahl	nicht rostender Stahl	Nichteisenmetall
Allgemeine Anforderungen	Norm	DIN ISO 8982		
Gewinde	Toleranz	6 H <sup>1)</sup>		
	Norm	DIN 13-15; DIN 13-12		
Mechanische Eigenschaften <sup>2)</sup>	Festigkeitsklasse (Werkstoff)	DIN 935-1: $d \leq 39$ mm: 6, 8 <sup>3)</sup> , 10 <sup>3)</sup> DIN 979: $d \leq 39$ mm: 04, 05 DIN 935-1 und DIN 979: $d > 39$ mm: nach Vereinbarung	$d < 20$ mm: A 2-70 $20$ mm $< d \leq 39$ mm: A 2-50 $d > 39$ mm: nach Vereinbarung	CuZn = Kupfer- Zink-Legierung <sup>4)</sup>
	Normen	DIN EN 20898-2 DIN EN ISO 898-6	DIN EN ISO 3506-2	Werkstoffe nach DIN EN 28839
Grenzabmaße, Form- und Lagetoleranzen	Produktklasse	$d \leq 16$ mm: A $d > 16$ mm: B		
	Norm	DIN EN ISO 4759-1		
Oberfläche		wie hergestellt	blank	blank
		Für galvanischen Oberflächenschutz gilt DIN EN ISO 4042. Für nicht elektrolytisch aufgetragenen Zinklamellenüberzug gilt DIN EN ISO 10683. Für die Rautiefen der Oberflächen gilt DIN 267-2. Für den Aufweitversuch und die zulässigen Oberflächenfehler gilt DIN EN ISO 6157-2. Für Feuerverzinkung gilt DIN EN ISO 10684.		
Annahmeprüfung		Für die Annahmeprüfung gilt DIN EN ISO 3269.		

1) Bei der galvanischen Beschichtung nach DIN EN ISO 4042 ist besonders bei Muttern mit Toleranz 6 h darauf zu achten, dass die Nulllinie nicht unterschritten wird. Je nach geforderter Schichtdicke muss ein größeres Grundabmaß als das in der H-Lage gewählt werden. Ein größeres Grundabmaß kann die Abstreifbarkeit der Schraube-Mutter-Verbindung beeinträchtigen.

2) Werden in besonderen Fällen andere Festlegungen als die in der vorliegenden Norm benötigt, z. B. andere Festigkeitsklassen, sind diese nach den entsprechenden Normen zu wählen.

3) Abweichend von DIN EN ISO 898-6 genügt bei Muttern mit Feingewinde für die Festigkeitsklassen 8 und 10 die Mindesthärte 272 HV 30.

4) CuZn = CU2 oder CU3 nach Wahl des Herstellers.

**Bezeichnungsbeispiele** Kronenmutter mit Gewinde M 12 und Festigkeitsklasse 8:

**Kronenmutter DIN 935–M 12–8**

Wird für Gewindenenddurchmesser über 16 mm die Produktklasse A gewünscht, so ist diese in der Bezeichnung anzuzeigen, z. B.:

**Kronenmutter DIN 935–M 20–8–A**

Sollen Kronenmutter mit Gewindenenddurchmesser von 12 mm bis 39 mm ohne abgesetzte Krone geliefert werden, so ist das Kurzzeichen KK in die Bezeichnung einzufügen, z. B.:

**Kronenmutter DIN 935–M 20–KK–8**

**DIN 1587 Sechskant-Hutmuttern, hohe Form (Okt 2000)**

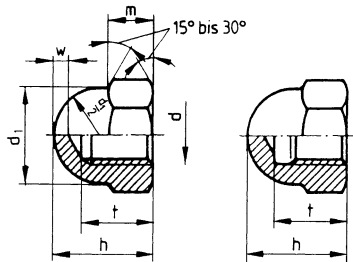


Tabelle 553.1 Sechskant-Hutmuttern, hohe Form DIN 1587

	$d$	$d_1$	$h$	$s$	$t \approx$	$m$	$w \geq$
M 6	–	9,5	12	10	8	5	2
M 8	M 8 × 1	12,5	15	13	11	6,5	2
M 10	M 10 × 1	15	18	16	13	8	2
M 12	M 12 × 1,5	17	22	18	16	10	3
M 16	M 16 × 1,5	23	28	24	21	13	3
M 20	M 20 × 2	28	34	30	26	16	3
M 24	M 24 × 2	34	42	36	31	19	3

bis M 10: Gewinderille oder Auslauf; ab M 12: Gewindefreistich

Bild 553.2 Sechskant-Hutmutter nach DIN 1587

Tabelle 553.3 Technische Lieferbedingungen

Werkstoff		Stahl	nicht rostender Stahl	Nichteisenmetall
Allgemeine Anforderungen	Norm	DIN ISO 8992		
Gewinde	Toleranz	6 H		
	Normen	DIN ISO 965-1		
Mechanische Eigenschaften	Festigkeitsklasse <sup>1)</sup> (Werkstoff)	6	A 1-50	CuZn <sup>2)</sup>
	Normen	DIN EN 20898-2 DIN EN ISO 898-6	DIN EN ISO 3506-2	DIN EN 28839
Grenzabmaße, Form- und Lagetoleranzen	Produktklasse	A oder B nach Wahl des Herstellers		
	Norm	DIN EN ISO 4759-1		
Oberfläche		wie hergestellt	blank	blank
		übrige Festlegungen wie Tab. 552.2		

<sup>1)</sup> Andere Festigkeitsklassen oder Werkstoffe oder eine bestimmte Werkstoffsorte, nach Vereinbarung.

<sup>2)</sup> CU3 oder CU6 nach Wahl des Herstellers.

**Bezeichnungsbeispiele** Hutmutter mit Gewinde  $d = M$  und Festigkeitsklasse 6:

**Hutmutter DIN 1587–M–6**

Wird für die Gewindenenddurchmesser  $d \leq 10$  mm ausdrücklich ein Gewindefreistich gewünscht, so ist das Kurzzeichen Ri in die Bezeichnung einzufügen, z. B.:

**Hutmutter DIN 1587–M–Ri–6**

Wird eine bestimmte Produktklasse gewünscht, so ist diese in der Bezeichnung anzugeben, z. B.:

**Hutmutter DIN 1587–M–6–A**

Bei der Bezeichnung von Hutmuttern mit den Gewinden M 10, M 12, M 14 und M 22 ist die Schlüsselweite (SW) in der Bezeichnung anzugeben, z. B. SW 18 für M 12:

**Hutmutter DIN 1587–M 12–SW 18–6**

**DIN 6303 Rändelmuttern (Nov 1986)**

**DIN 6303**

Form A ohne Stiftloch

Kanten gerundet oder abgefast

Die Muttern sind an der Auflageseite unter 120° bis auf den Gewindedurchmesser ausgesenkt.

Rändelteilung nach DIN 82

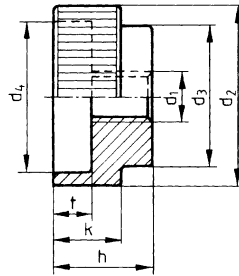


Tabelle 554.1 Rändelmutter nach DIN 6303, Maße

$d_1$	M 5	M 6	M 8	M 10
$d_2$	20	24	30	36
$d_3$	14	16	20	28
$d_4$	15	18	24	30
$h$	12	14	17	20
$k$	8	10	12	14
$t$	5	6	7	8

**Festigkeitsklasse (Werkstoff):** Stahl 9 S MnPb28k nach DIN 1651 (ers. d. DIN EN 10087 und DIN EN 10277-3); nicht rostender Stahl: A 1-50 nach DIN EN ISO 3506-2, Kupfer-Zink-Legierung: CU 2, CU 3 nach DIN EN 28839, s. Norm

**Bezeichnung** einer Rändelmutter Form A mit Gewinde  $d_1 = M 8$ ; aus Stahl (St)

**Rändelmutter DIN 6303-A M 8-St Form B**

mit Stiftloch s. Norm.

**12.4 Scheiben und Sicherungen**

**12.4.1 Scheiben**

**DIN EN ISO 7089 Flache Scheiben; Normale Reihe – Produktklasse A**

**DIN EN ISO 7090 Flache Scheiben mit Fase; Normale Reihe – Produktklasse A**

**DIN EN ISO 7091 Flache Scheiben; Normale Reihe – Produktklasse C (alle Nov 2000)**

Diese Normen legen die mechanischen Eigenschaften für flache Scheiben fest.

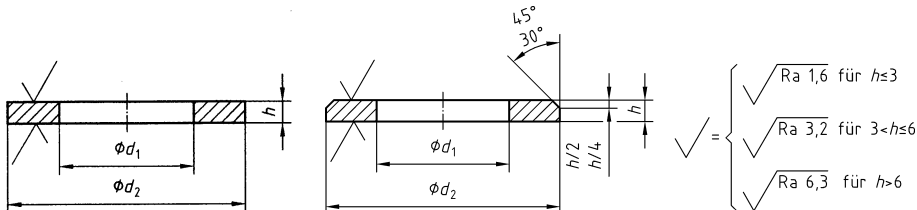
Die Scheiben nach DIN EN ISO 7089 und DIN EN ISO 7090 sind vorgesehen für:

- Sechskantschrauben der Produktklassen A und B mit Festigkeitsklassen  $\leq 8.8$  (Härteklasse 200 HV) und  $\leq 10.9$  (Härteklasse 300 HV)
- Sechskantmuttern der Produktklassen A und B mit Festigkeitsklassen  $\leq 8$  (Härteklasse 200 HV) und  $\leq 10$  (Härteklasse 300 HV)
- Sechskantschrauben und Muttern aus nicht rostendem Stahl
- einsatzgehärtete gewindefurchende Schrauben

DIN EN ISO 7091 gilt für Scheiben mit Härteklasse 100 HV, vorzugsweise zu verwenden für Sechskantschrauben und -muttern der Produktklasse C mit Festigkeitsklassen  $\leq 6.8$  für Schrauben bzw.  $\leq 6$  für Muttern.

**DIN EN ISO 7089**

**DIN EN ISO 7090**



Tab. 555.1 enthält die Vorzugsgrößen der Scheiben nach DIN EN ISO 7089 und DIN EN ISO 7090. Die Lochdurchmesser der Scheiben nach DIN EN ISO 7091 unterscheiden sich von denen der anderen genannten Normen um 0,1 mm bis 2 mm, abhängig von der Nenngröße; die Nennmaße der Außendurchmesser und die Nenndicke sind in den 3 Normen gleich.

Technische Lieferbedingungen für Scheiben DIN EN ISO 7091 s. Norm.

Tabelle 555.1 Maße für Scheiben DIN EN ISO 7089 und DIN EN ISO 7090

Nenngröße <sup>1)</sup> (Gewindenenddurchmesser $d$ )	Lochdurchmesser $d_1$		Außendurchmesser $d_2$		Dicke $h$		
	min. = Nennmaß	max.	max. = Nennmaß	min.	Nennmaß	max.	min.
1,6	1,7	1,84	4	3,7	0,3	0,35	0,25
2	2,2	2,34	5	4,7	0,3	0,35	0,25
2,5	2,7	2,84	6	5,7	0,5	0,55	0,45
3	3,2	3,38	7	6,64	0,5	0,55	0,45
4	4,3	4,48	9	8,64	0,8	0,9	0,7
5	5,3	5,48	10	9,64	1	1,1	0,9
6	6,4	6,62	12	11,57	1,6	1,8	1,4
8	8,4	8,62	16	15,57	1,6	1,8	1,4
10	10,5	10,77	20	19,48	2	2,2	1,8
12	13	13,27	24	23,48	2,5	2,7	2,3
16	17	17,27	30	29,48	3	3,3	2,7
20	21	21,33	37	36,38	3	3,3	2,7
24	25	25,33	44	43,38	4	4,3	3,7
30	31	31,39	56	55,26	4	4,3	3,7
36	37	37,62	66	64,8	5	5,6	4,4
42	45	45,62	78	76,8	8	9	7
48	52	52,74	92	90,6	8	9	7
56	62	62,74	105	103,6	10	11	9
64	70	70,74	115	113,6	10	11	9

<sup>1)</sup> Nenngrößen  $d < 5$  mm nur in DIN EN ISO 7089.

Tabelle 555.2 Technische Lieferbedingungen für Scheiben DIN EN ISO 7089 und DIN EN ISO 7090

Werkstoff <sup>1)</sup>	Stahl		nicht rostender Stahl		
	Stahlsorte		A2 A4	F1	C1 C4
	Internationale Norm		DIN EN ISO 3506-1		
Mechanische Eigenschaften	Härteklasse	200 HV	300 HV	200 HV	
	Härtebereich	200 HV bis 300 HV	300 HV bis 370 HV	200 HV bis 300 HV	
Grenzabmaße, Form- und Lagetoleranzen	Produktklasse	A			
	Internationale Norm	DIN EN ISO 4759-3			
Oberfläche	Ohne besondere Behandlung, d. h. die Scheiben sind wie hergestellt, behandelt mit einem Rostschutzöl oder mit einem anderen Überzug wie zwischen Besteller und Lieferer vereinbart, zu liefern.		blank, d. h. die Scheiben sind wie hergestellt zu liefern.		
Äußere Beschaffenheit	Die Scheiben müssen frei von Unregelmäßigkeiten oder schädlichen Fehlern sein. Die Scheibe muss völlig gratfrei sein.				

<sup>1)</sup> Andere metallische Werkstoffe nach Vereinbarung.

**Bezeichnungsbeispiele** flache Scheiben, Produktklasse A, normale Reihe, mit Nenngröße 8 mm, Härteklasse 200 HV aus Stahl:

**Scheibe ISO 7089-8-200 HV**

flache Scheibe, Produktklasse A, normale Reihe, mit Nenngröße 8 mm, Härteklasse 200 HV aus nicht rostendem Stahl der Stahlsorte A2:

**Scheibe ISO 7089-8-200 HV-A2**

### 12.4.2 Sicherungen

Sicherungen werden in kraftschlüssig und formschlüssig eingeteilt. Zu den kraftschlüssigen Sicherungen zählen auch selbstsichernde Muttern, z. B. Sechskantmutter mit Klemmteil (s. Abschn. 12.3).

Die gesicherte Mutter allein ist noch keine wirksame Sicherung der Schraubenverbindung, auch der Bolzen sollte gesichert sein. Bei Anwendung von Kronenmutter und Splint sind Bolzen und Mutter auch nur eingeschränkt gesichert, da der Splint abscheren kann.

Hinweis: Die Normen DIN 93 (Scheiben mit Lappen), DIN 128 (Federringe), DIN 137 (Federscheiben), DIN 432 (Scheiben mit Nase), DIN 463 (Scheiben mit zwei Lappen), DIN 6797 (Zahnscheiben) und DIN 6798 (Fächerscheiben) wurden 2003 ersatzlos zurückgezogen, da die darin genormten Sicherungselemente Sicherheitseigenschaften vermuten ließen, die im praktischen Einsatz nicht bestätigt wurden.

#### DIN 6799 Sicherungsscheiben (Haltescheiben) für Wellen (Sep 1981)

Diese Scheiben begrenzen längsachsige Bewegungen von Wellen und sichern die Lage von Teilen auf Wellen oder Bolzen. Die radial federnde Scheibe wird von einer Nut in der Welle aufgenommen. Anwendbar sind die Scheiben nach DIN 6799 für Wellen- und Bolzendurchmesser von 0,8 mm bis 30 mm.

Eine Sicherungsscheibenverbindung erfordert getrennte Berechnungen für die Tragfähigkeit der Nut und für die Tragfähigkeit der Sicherungsscheibe. Hierfür enthält die Norm Berechnungsgrundlagen, auf deren Wiedergabe hier verzichtet wird. Die in Tab. 556.5 enthaltenen Werte für die Tragfähigkeit

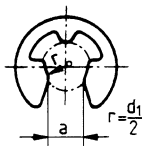


Bild 556.1 Sicherungsscheibe, ungespannt

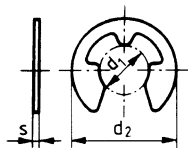


Bild 556.2 Sicherungsscheibe, radial federnd gespannt

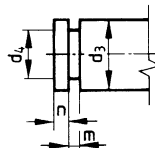


Bild 556.3 Wellennut

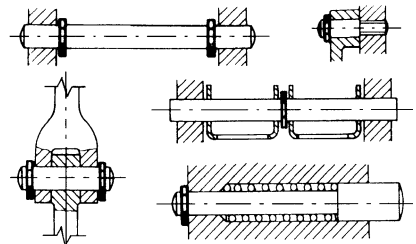


Bild 556.4 Anwendungsbeispiel

Tabelle 556.5 Sicherungsscheiben DIN 6799 für Wellen

Nennmaß d <sub>1</sub>	Sicherungsscheibe				Wellennut					zul. axiale Tragfähigkeit in kN <sup>2</sup> )		
	d <sub>2</sub> gespannt	a <sup>1)</sup> H 10	s	Grenzabmaße	d <sub>3</sub> von	bis	m	n ≥	Nut	bei d <sub>1</sub>	Scheibe	
0,8	2,25	0,58	0,2	±0,02	1	1,4	0,24	0,4	0,03	1,2	0,08	
1,2	3,25	1,01	0,3		1,4	2	0,34	+0,04	0,6	0,04	1,5	0,12
1,5	4,25	1,28	0,4		2	2,5	0,44	0,8	0,8	0,07	2	0,22
1,9	4,8	1,61	0,5		2,5	3	0,54		1	0,10	2,5	0,35
2,3	6,3	1,94	0,6		3	4	0,64	+0,05	1	0,15	3	0,50
3,2	7,3	2,7	0,6		4	5	0,64		1	0,22	4	0,65
4	9,3	3,34	0,7		5	7	0,74		1,2	0,25	5	0,95
5	11,3	4,11	0,7		6	8	0,74		1,2	0,90	7	1,15
6	12,3	5,26	0,7		7	9	0,74		1,2	1,10	8	1,35
7	14,3	5,84	0,9		8	11	0,94		1,5	1,25	9	1,80
8	16,3	6,52	1,0	±0,03	9	12	1,05		1,8	1,42	10	2,50
9	18,8	7,63	1,1		10	14	1,15		2	1,60	11	3,00
10	20,4	8,32	1,2		11	15	1,25		2	1,70	12	3,50
12	23,4	10,45	1,3		13	18	1,35		+0,08	2,5	3,10	15
15	29,4	12,61	1,5		16	24	1,55	3	7,00	20	7,80	
19	37,6	15,92	1,75		20	31	1,80		3,5	10,00	25	11,00
24	44,6	21,88	2,0		25	38	2,05	4	13,00	30	15,00	
30	52,6	25,80	2,5		32	42	2,55		+0,08	4,5	16,50	36

<sup>1)</sup> Maß a ist für die Abnahme maßgebend.

<sup>2)</sup> Für Wellen von 200 N/mm<sup>2</sup> Zugfestigkeit. Die Werte können für Stahl von höherer Festigkeit entsprechend höher gewählt werden.



enthalten keine Sicherheit gegen Fließen bei statischer Beanspruchung und gegen Dauerbruch bei schwellonder Beanspruchung. Gegen Bruch bei zügiger Beanspruchung ist eine zweifache Sicherheit gegeben.

**Werkstoff:** Federstahl nach DIN 17222 (ersetzt durch DIN EN 10132-1 und DIN EN 10132-4), 460 HV bis 580 HV entsprechend 46 HRC bis 54 HRC

**Ausführung:** ausgeschnitten, entgratet; bei Federstahl: gehärtet, angelassen, rostgeschützt, z. B. brüniert und geölt; anderen Oberflächenschutz, z. B. vernickelt, verkadmet, besonders angeben.

**Bezeichnungsbeispiel**  $d_1 = 4$ :

Sicherungsscheibe DIN 6799-4

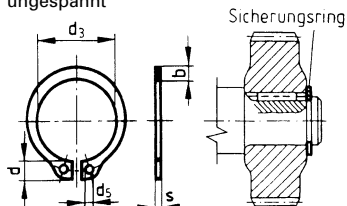
**DIN 471 Sicherungsringe (Haltinge) für Wellen – Regelausführung und schwere Ausführung (Sep 1981)**

**DIN 472 Sicherungsringe (Haltinge) für Bohrungen – Regelausführung und schwere Ausführung (Sep 1981)**

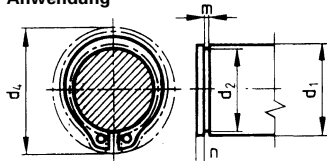
Die Ringe können erhebliche Kräfte aufnehmen und ermöglichen einfache Konstruktionen (s. Tab. 557.1 und 557.2 Anwendungsbeispiele). Hohe wechselseitige Beanspruchungen erfordern H 11 für Maß  $m$ , sonst genügt H 13. Bei Umfangsgeschwindigkeiten  $\leq 18$  m/s für Wellendurchmesser  $\leq 100$  mm und  $\leq 15$  m/s für Wellendurchmesser  $> 100$  mm ist das Aufspreizen der Sicherungs-

**DIN 471**

Form für  $d_1 = 10$  bis 165 ungespannt



**Anwendung**



Nutgrund scharfkantig  $m$  (Regelausführung) =  $s + 0,1$  für  $s \leq 1,75$

Tabelle 557.1 Sicherungsringe DIN 471 (Regelausführung) für Wellen  $d_1 \geq 10$  mm

$\varnothing d_1$	$s$ h 11	$a$ $\leq$	$b$ $\approx$	$d_2$	$d_3$ Grenzabm.	$d_4$ gespannt	$d_5$ $\geq$	$n$ $\geq$	
10	1	3,3	1,8	9,6	9,3	17,0 19,0 21,4 23,8	1,5	0,6	
12				11,5	11			0,75	
14		3,5	2,1	13,4	12,9			1,7	0,9
16		3,7	2,2	15,2	14,7			1,2	
18		3,9	2,4	17	16,6	26,2 28,4 30,8	1,5		
20		4	2,6	19	18,5				
22		4,2	2,8	21	20,5				
24	1,2	4,4	3	22,9	22,2	33,2 34,2 35,5	2		
25				23,9	23,2			1,7	
26		4,5	3,1	24,9	24,2				
28		4,7	3,2	26,6	25,9	37,9 40,5	2,1		
30		5	3,5	28,6	27,9				
32	1,5	5,2	3,6	30,3	29,6	43,0 46,8	2,6		
35		5,6	3,9	33	32,2				
36		4	3,4	34	33,2	47,8 50,2	2,5	3	
38	1,75	5,8	4,2	36	35,2				
40		6	4,4	37,5	36,5	52,6 55,7	3,8		
42		6,5	4,5	39,5	38,5				

Tabelle 557.2 Sicherungsringe DIN 471 (Regelausführung) für Wellen und DIN 472 (Regelausführung) für Bohrungen  $d_1 < 10$  mm

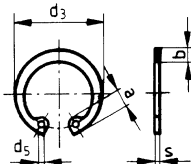
Wellen- bzw. Bohrungs- $\varnothing d_1$	$s$ h 11	$a$ $\leq$	$b$ $\approx$	$d_2$	$d_3$ Grenzabmaße	$d_4$ gespannt	$d_5$ $\geq$	$n$ $\geq$
<b>für Wellen DIN 471</b>								
3	0,4	1,9	0,8	2,8	2,7	7,0	1	0,3
4		2,2	0,9	3,8	3,7	8,6		
5	0,6	2,5	1,1	4,8	4,7	10,3		
6	0,7	2,7	1,3	5,7	5,6	11,7		
7	0,8	3,1	1,4	6,7	6,5	13,5	1,2	0,5
8		3,2	1,5	7,6	7,4	14,7		
9	1	3,3	1,7	8,6	8,4	16,0		0,6
<b>für Bohrungen DIN 472</b>								
8		2,4	1,1	8,4	8,7	3,0	1	0,6
9	0,8	2,5	1,3	9,4	9,8	3,7	1	

ringe für Wellen nicht zu befürchten. Als Toleranzklasse für  $d_2$  (Wellen und Bohrungen)  $< 10$  mm gilt h 10 (H 10);  $d_2 > 10$  mm bis 18 mm h 11 (H 11) und für  $d_2 > 18$  mm bis 100 mm h 12 (H 12); treten Massenkräfte auf, die der Spannung entgegenwirken, so ist für alle Größen von  $d_2$  h 11 (H 11) vorzusehen. Zum Einbau werden die Ringe mit besonderen Zangen so weit gespreizt oder gespannt, wie es zum Aufbringen auf die Welle oder zum Einbringen in die Bohrung nötig ist.

Tabelle 558.1 Sicherungsringe DIN 472 (Regelausführung) für Bohrungen  $d_1 \geq 10$  mm

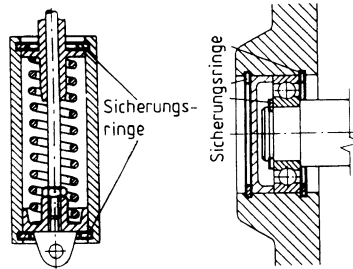
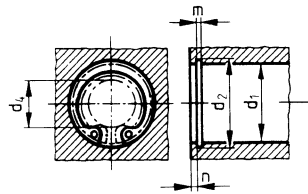
Bohrungs- Ø $d_1$	s h 11	a ≤	b ≈	$d_2$	$d_3$ Grenz- abm.	$d_4$ ge- spannt ≥	$d_5$ ≥
10	1	3,2	1,4	10,4	10,8	3,3	1,2
12		3,4	1,7	12,5	13	+0,36	1,5
14		3,7	1,9	14,6	15,1	-0,10	1,7
16		3,8	2	16,8	17,3	8	1,7
18		4,1	2,2	19	19,5	+0,42	2
20		4,2	2,3	21	21,5	-0,13	2
22		4,2	2,5	23	23,5	13,2	
24		1,2	4,4	2,6	25,2	25,9	+0,42
25	4,5		2,7	26,2	26,9	-0,21	15,5
26	4,7		2,8	27,2	27,9	16,1	
28	4,8		2,9	29,4	30,1	17,9	
30	4,8		3	31,4	32,1	19,9	
32	5,4		3,2	33,7	34,4	+0,5	20,6
35	5,4		3,4	37	37,8	-0,25	23,6
36	5,4		3,5	38	38,8	24,6	
38	1,5	5,5	3,7	40	40,8	26,4	
40		5,8	3,9	42,5	43,5	+0,9	27,8
42		5,9	4,1	44,5	45,5	-0,39	29,6

DIN 472 ungespannt



Nutgrund scharfkantig  $m$  (Regelausführung) =  $s + 0,1$  für  $s \geq 1,75$   $n$  wie für die gleichen Wellendurchmesser  $d_1$  (s. vorst.), jedoch  $\geq 1,8$  für  $d_1 = 24$  25 26

Anwendungen



Weitere Größen  $d_1$  (s. Normen): DIN 471: 11 13 15 17 19 21 29 34 45 bis 300 (von 90 bis 200 gestuft: 5 0 und  $> 200$  von 10 zu 10)

DIN 472: 11 13 15 17 19 21 31 34 37 45 bis 300 (von 70 bis 10 gestuft: 2 5 8 0, dann 112, 115 bis 200: 0 5 und  $> 200$  von 10 zu 10)

Bezeichnungsbeispiel  $d_1 = 40$  und  $s = 1,75$ :

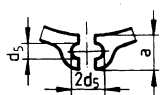
Sicherungsring DIN 471-40 x 1,75

Werkstoff: Federstahl C 67, C 75 oder CK 75 nach DIN 17222 (ers. d. DIN EN 10132-1 und DIN EN 10132-4)

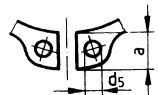
Härte: 470 HV bis 580 HV (entspricht 47 HRC bis 54 HRC)

Enden der Sicherungsringe

für Wellen DIN 471 Regelausführung:



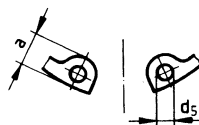
$d_1 \leq 9$  mm



$d_1 = 10$  bis 165 mm

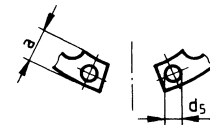
$d_1 \geq 170$  mm s. Norm

für Bohrungen DIN 472 Regelausführung:



$d_1 \leq 165$  mm

$d_1 \geq 170$  mm s. Norm



$d_1 \geq 40$  mm nach Wahl des Herstellers auch zulässig

Sicherungsringe für Wellen und Bohrungen in schwerer Ausführung s. Normen.

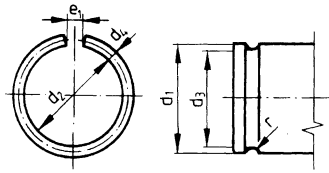
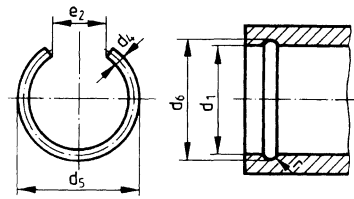
**DIN 7993 Runddraht-Sprengringe und -Sprengringnuten für Wellen und Bohrungen (Apr 1970)****Form A für Wellen****Form B für Bohrungen****Bezeichnungsbeispiel** Runddraht-Sprengring Form A für Wellendurchmesser  $d_1 = 20$  mm:**Sprengring DIN 7993-A 20****Werkstoff:** Federstahldraht nach DIN 17223-1 (ers. d. DIN EN 10270-1)

Tabelle 559.1 Runddraht-Sprengringe und -Sprengringnuten nach DIN 7993

Wellen- bzw. Bohrungs- durchmesser $d_1$	$d_2$	$d_3$	$d_4$		$d_5$	$d_6$	$e_1$ ≈	$e_2$ ≈	$r$	
			1)	2)					1)	2)
<b>4</b>	3,1	3,2	0,8	–	–	–	1	–	0,5	–
<b>5</b>	4,1	4,2	0,8	–	–	–	1	–	0,5	–
<b>6</b>	5,1	5,2	0,8	–	–	–	1	–	0,5	–
<b>7</b>	6,1	6,2	0,8	–	7,9	7,8	2	4	0,5	–
<b>8</b>	7,1	7,2	0,8	–	8,9	8,8	2	4	0,5	–
<b>10</b>	9,1	9,2	0,8	–	10,9	10,8	2	4	0,5	–
<b>12</b>	10,8	11	1	–	13,2	13	3	6	0,6	–
<b>14</b>	12,8	13	1	–	15,2	15	3	6	0,6	–
<b>16</b>	14,2	14,4	1,6	–	17,8	17,6	3	8	0,9	–
<b>18</b>	16,2	16,4	1,6	–	19,8	19,6	3	8	0,9	–
<b>20</b>	17,7	18	2	–	22,3	22	3	10	1,1	–
<b>22</b>	19,7	20	2	–	24,3	24	3	10	1,1	–
<b>24</b>	21,7	22	2	–	26,3	26	3	10	1,1	–
<b>25</b>	22,7	23	2	–	27,3	27	3	10	1,1	–
<b>26</b>	23,7	24	2	–	28,3	28	3	10	1,1	–
<b>28</b>	25,7	26	2	–	30,3	30	3	10	1,1	–
<b>30</b>	27,7	28	2	–	32,3	32	3	10	1,1	–
<b>32</b>	29,1	29,5	2,5	–	34,9	34,5	4	12	1,4	–
<b>35</b>	32,1	32,5	2,5	–	37,9	37,5	4	12	1,4	–
<b>38</b>	35,1	35,5	2,5	–	40,9	40,5	4	12	1,4	–
<b>40</b>	37,1	37,5	2,5	–	42,9	42,5	4	12	1,4	–
<b>42</b>	39	39,5	2,5	–	45	44,5	4	16	1,4	–
<b>45</b>	42	42,5	2,5	–	48	47,5	4	16	1,4	–
<b>48</b>	45	45,5	2,5	–	51	50,5	4	16	1,4	–

1) Form A, 2) Form B

**12.5 Bolzen, Stifte, Niete****12.5.1 Bolzen****DIN EN 22340 Bolzen ohne Kopf (ISO 2340:1986) (Okt 1992)****DIN EN 22341 Bolzen mit Kopf (ISO 2341:1986) (Okt 1992)**

**Form A** ohne Splintlöcher

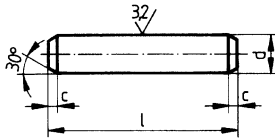
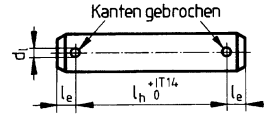


Bild 560.1 Bolzen ohne Kopf nach DIN EN 22340

**Form B** mit Splintlöchern



Übrige Maße, Winkel und Rauheitswerte s. Form A.

**Form A** ohne Splintloch

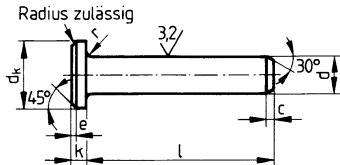
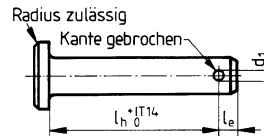


Bild 560.2 Bolzen mit Kopf nach DIN EN 22341

**Form B** mit Splintloch



Übrige Maße, Winkel und Rauheitswerte s. Form A.

Tabelle 560.3 Bolzen nach DIN EN 22340, DIN EN 22341 (mit 30 mm < d ≤ 100 mm s. Normen)

d	h 11	3	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	27	30
d <sub>k</sub>	h 14	5	6	8	10	14	18	20	22	25	28	30	33	36	40	44
d <sub>1</sub>	H 13 <sup>1)</sup>	0,8	1	1,2	1,6	2	3,2	3,2	4	4	5	5	5	6,3	6,3	8
c	max.	1	1	2	2	2	2	3	3	3	3	4	4	4	4	4
e	≈	0,5	0,5	1	1	1	1	1,6	1,6	1,6	1,6	2	2	2	2	2
k	js 14	1	1	1,6	2	3	4	4	4	4,5	5	5	5,5	6	6	8
l <sub>e</sub>	min.	1,6	2,2	2,9	3,2	3,5	4,5	5,5	6	6	7	8	8	9	9	10
r		0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	1	1	1	1	1	1

<sup>1)</sup> Lochdurchmesser d<sub>1</sub> = Nenndurchmesser des Splintes (s. DIN EN ISO 1234, s. Norm).

**Stufung der Länge l<sub>i</sub>:** 6 bis 32 Stufung 2 mm, 35 bis 95 Stufung 5 mm, 100 bis 200 Stufung 20 mm.

**Werkstoff:** St = Automatenstahl, Härte 125 HV bis 245 HV; andere Werkstoffe nach Vereinbarung.

**Oberflächenbeschaffenheit:** wie hergestellt, Regelfall schwarz, schützendes Schmiermittel gegen Rost.

Für die Annahmepfung gilt DIN EN ISO 3269.

**Bezeichnungsbeispiel** Bolzen aus Stahl, Form B, Nenndurchmesser d = 20 mm, Nennlänge l = 100 mm, d<sub>1</sub> = 6,3 mm.

**Bolzen ISO 2341-B-20 × 100 × 6,3-St**

## 12.5.2 Stifte

Normen liegen für Kegelstifte, Zylinderstifte, Spannstifte und Kerbstifte vor. Bei der Wahl der Stiftart ist zu berücksichtigen, ob die Verbindung gar nicht, selten oder häufig gelöst werden muss. Zu beachten ist z. B. aber auch, dass die Bohrungen für Zylinderstifte m 6 und h 8 mehr Arbeitsaufwand erfordern als die Bohrungen für andere Stifte.

Stifte (Kegelstifte ausgenommen) können auch als Gelenkbolzen, Anschläge usw. dienen.

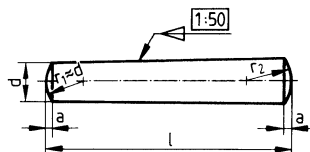
### DIN EN 22339 Kegelstifte – ungehärtet (ISO 2339:1986) (Okt 1992)

**Typ A** (geschliffen):

$$R_a = 0,8 \mu\text{m}$$

**Typ B** (gedreht):

$$R_a = 3,2 \mu\text{m}$$



$$r_2 \approx \frac{a}{2} + d + \frac{(0,02 l)^2}{8 a}$$

Bild 560.4 Kegelstift nach DIN EN 22339

Tabelle 561.1 Kegelstifte nach DIN EN 22339 (identisch mit ISO 2339)

<i>d</i>	h10	0,6	0,8	1	1,2	1,5	2	2,5	3	4	5	6	8	10	12	16	20	25	30	40	50	
<i>a</i>	=	0,08	0,1	0,12	0,16	0,2	0,25	0,3	0,4	0,5	0,63	0,8	1	1,2	1,6	2	2,5	3	4	5	6,3	
Nenn- maß	<i>l</i> <sup>1)</sup>																					
	min.	max.																				
10	9,75	10,25																				
12	11,5	12,5																				
14	13,5	14,5																				
16	15,5	16,5																				
18	17,5	18,5																				
20	19,5	20,5																				
22	21,5	22,5																				
24	23,5	24,5																				
26	25,5	26,5																				
28	27,5	28,5																				
30	29,5	30,5																				
32	31,5	32,5																				
35	34,5	35,5																				
40	39,5	40,5																				
45	44,5	45,5																				
50	49,5	50,5																				
55	54,25	55,75																				
60	59,25	60,75																				
65	64,25	65,75																				
70	69,25	70,75																				
75	74,25	75,75																				
80	79,25	80,75																				
85	84,25	85,75																				
90	89,25	90,75																				
95	94,25	95,75																				
100	99,25	100,75																				
120	119,25	120,75																				

<sup>1)</sup> Längen von 2 mm bis 8 mm und 140 mm bis 200 mm s. Norm

**Werkstoff:** St = Automatenstahl; Härte 125 HV bis 245 HV, andere Werkstoffe nach Vereinbarung.

**Oberflächenbeschaffenheit** wie hergestellt, im Regelfall blank, mit Rostschutzmittel behandelt.

Für die Annahmeprüfung gilt DIN EN ISO 3269.

**Bezeichnungsbeispiel** ungehärteter Kegelstift aus Stahl, Typ A, *d* = 6 mm, *l* = 30 mm:

Kegelstift ISO 2339-A-6 x 30-St

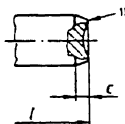
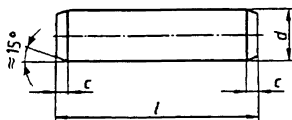
**DIN EN ISO 2338 Zylinderstifte aus ungehärtetem Stahl und austenitischem nicht rostendem Stahl (ISO 2338: 1997) (Feb 1998)**

**DIN EN ISO 8734 Zylinderstifte aus gehärtetem Stahl und martensitischem nicht rostendem Stahl (ISO 8734: 1997) (Mrz 1998)**

DIN EN ISO 2338

DIN EN ISO 8734

Zulässiges Stiftende nach Wahl des Herstellers



1) Radius und Einsenkung am Stiftende zulässig.

Tabelle 562.1 Zylinderstifte nach DIN EN ISO 2338, DIN EN ISO 8734 (Durchmesser 0,6 mm und 0,8 mm sowie größer 20 mm bis 50 mm in DIN EN ISO 2338 s. Norm)

$d^{1)}$	1	1,5	2	2,5	3	4	5	6	8	10	12	16	20
$c$	0,2	0,3	0,35	0,4	0,5	0,63	0,8	1,2	1,6	2	2,5	3	3,5
Nennmaß	$l$	min.	max.										
3	2,75	3,25											
4	3,75	4,25											
5	4,75	5,25											
6	5,75	6,25											
8	7,75	8,25											
10	9,75	10,25											
12	11,5	12,5											
14	13,5	14,5											
16	15,5	16,5											
18	17,5	18,5											
20	19,5	20,5											
22	21,5	22,5											
24	23,5	24,5											
26	25,5	26,5											
28	27,5	28,5											
30	29,5	30,5											
32	31,5	32,5											
35	34,5	35,5											
40	39,5	40,5											
45	44,5	45,5											
50	49,5	50,5											
55	54,25	55,75											
60	59,25	60,75											
65	64,25	65,75											
70	69,25	70,75											
75	74,25	75,75											
80	79,25	80,75											

<sup>1)</sup> Durchmessertoleranz: DIN EN ISO 2338: m 6/h 8  
DIN EN ISO 8734: m 6

Andere Toleranzen nach Vereinbarung

Weitere Längen: DIN EN ISO 2338: 2 mm sowie 85, 90, 95, 100 bis 200 mm in Stufen von 20 mm  
DIN EN ISO 8734: 85, 90, 95, 100 mm

Technische Lieferbedingungen

**Werkstoff:** DIN EN ISO 2338: Stahl (St), Härte 125 HV 30 bis 245 HV 30, Austenitischer nicht rostender Stahl A1 nach DIN EN ISO 3506-1, Härte 210 HV 30 bis 280 HV 30

**Werkstoff:** DIN EN ISO 8734: Stahl (St), Typ A Stift durchgehärtet; Typ B Stift einsatzgehärtet  
Martensitischer nicht rostender Stahl C1 nach DIN EN ISO 3506-1 gehärtet und angelassen auf 560 HV 30

**Oberflächenbeschaffenheit:** blank, falls nicht anders vereinbart

**Oberflächenrauheit:**

DIN EN ISO 2338: für Stifte mit Toleranz m 6:  $R_a \leq 0,8 \mu\text{m}$ ; für Stifte mit Toleranz h 8:  $R_a \leq 1,6 \mu\text{m}$

DIN EN ISO 8734:  $R_a \leq 0,8 \mu\text{m}$

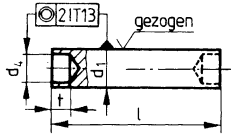
**Bezeichnungsbeispiel** ungehärteter Zylinderstift aus Stahl mit  $d = 6$  mm, Toleranzklasse m 6, Nennlänge  $l = 30$  mm:

Zylinderstift ISO 2338-6 m 6 x 30-St

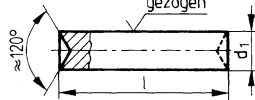
**DIN 7341 Nietstifte (Jul 1977)**

Nietstifte sind für feste Verbindungen anwendbar, an die keine besonderen Anforderungen hinsichtlich der Festigkeit gestellt werden. Sie eignen sich auch als feste Gelenkbolzen.

**Form A**



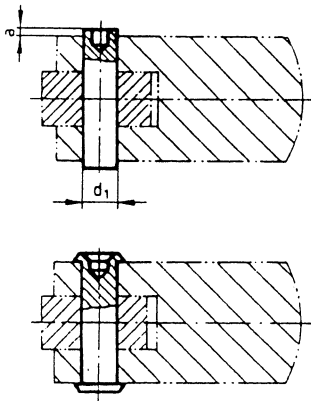
**Form B gezogen**



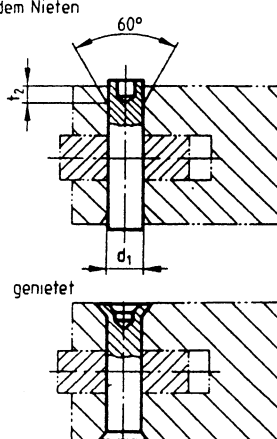
$d_1$  mit h 9 oder h 11  
bei Bestellung angeben

Bild 563.1 Nietstifte nach DIN 7341

**Form A**



vor dem Nieten



**Form B**

vor dem Nieten

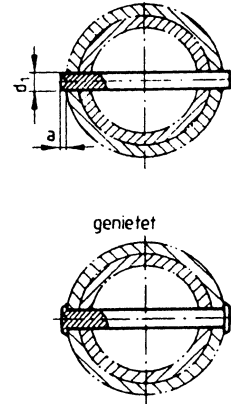


Bild 563.2 Anwendungsbeispiel für Nietstifte nach DIN 7341

Tabelle 563.3 Nietstifte DIN 7341

$d_1$	3	4	5	6	8	10	12		16	20
$d_4$	2	2,5	3,5	4,5	6,5	8	10		13	17
$t$	1,5	2	2,5	3	4	5	6		8	10
$a \geq$	0,5		1		1,5		2	2,5		3
$t_2$		1		1,5	2		2,5	3	4	5

**Stufung der Länge  $l$  in mm:** 4 5 6 7 8 9 10 12 15 18 usw. mit Endziffern 2 5 8 0

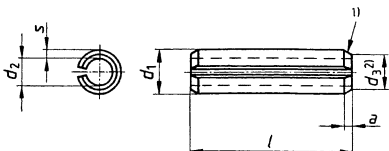
**Werkstoff:** St = 9SMnPb28k oder St 50 k + G; andere Werkstoffe nach Vereinbarung

**Bezeichnungsbeispiel** z. B. Form A,  $d_1 = 4$  mit h 11,  $l = 20$ , aus St: **Nietstift DIN 7341-A 4 h 11 x 20-St**

**DIN EN ISO 8752 Spannstifte (-hülsen) – geschlitzt, schwere Ausführung (Mrz 1998)**

Spannstifte werden überwiegend zum Verbinden von zwei und mehr Konstruktionsteilen verwendet und sind geeignet, Scherkräfte aufzunehmen. Sie können auch bei Schraubenverbindungen angewendet werden, bei denen ohne hohe Vorspannung ein Verschieben der verschraubten Teile gegeneinander vermieden werden soll (s. Einbaubeispiel).

**DIN EN ISO 8752**



- 1) Für Spannstifte mit einem Nenndurchmesser  $d_1 \geq 10$  mm ist, nach Wahl des Herstellers, auch nur eine Fase zulässig.
- 2)  $d_3 < d_{1, \text{Nenn}}$

Bild 563.4 Spannstift nach DIN EN ISO 8752

Tabelle 564.1 Spannstifte nach DIN EN ISO 8752

Nennmaß	5	6	8	10	12	16	18	20	21	25	28	30	32	35	38	40	45	50	
$d_1$ vor dem Einbau	min.	5,4	6,4	8,5	10,5	12,5	16,5	18,5	20,5	21,5	25,5	28,5	30,5	32,5	35,5	38,5	40,5	45,5	50,5
	max.	5,6	6,7	8,8	10,8	12,8	16,8	18,9	20,9	21,9	25,9	28,9	30,9	32,9	35,9	38,9	40,9	45,9	50,9
$d_2$ vor dem Einbau	$\approx$	3,4	4	5,5	6,5	7,5	10,5	11,5	12,5	13,5	15,5	17,5	18,5	20,5	21,5	23,5	25,5	28,5	31,5
$a$	min.	0,9	1,2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	
	max.	1,1	1,4	2,4	2,4	2,4	2,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,6	3,6	4,6	4,6	4,6	4,6
$s$		1	1,2	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4	5	5,5	6	6	7	7,5	7,5	8,5	9,5
Mindestabscherkraft, kN zweischnittig		17,54	26,04	42,76	70,16	104,1	171	222,5	280,6	298,2	438,5	542,6	631,4	684	859	1003	1068	1360	1685

Weitere Nenndurchmesserwerte und Stufung der Länge s. Norm.

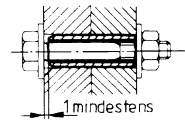
Einbaubeispiel der Spannstifte bei Schraubenverbindungen:

**Werkstoff:** Stahl (St) Kohlenstoffstahl oder Silicium-Mangan-Stahl (Sorte nach Wahl des Herstellers) vergütet auf maximal 560 HV 30  
 Austenitischer nicht rostender Stahl (A), martensitischer nicht rostender Stahl (C), Legierungen s. Norm, vergütet auf maximal 560 HV 30

**Ausführung:** Oberfläche glatt, gratfrei

**Bezeichnungsbeispiel** Spannstift aus Stahl (St) von 10 mm Nenndurchmesser und Länge  $l = 40$  mm:

**Spannstift ISO 8752-10 x 40 St**



**DIN EN ISO 8739 Zylinderkerbstifte mit Einführende (ISO 8739:1997) (Mrz 1998)**

**DIN EN ISO 8740 Zylinderkerbstifte mit Fase (ISO 8740:1997) (Mrz 1998)**

**DIN EN ISO 8741 Steckkerbstifte (ISO 8741:1997) (Mrz 1998)**

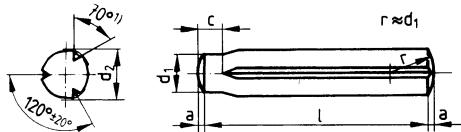
**DIN EN ISO 8742 Knebelkerbstifte mit kurzen Kerben (ISO 8742:1997) (Mrz 1998)**

**DIN EN ISO 8743 Knebelkerbstifte mit langen Kerben (ISO 8743:1997) (Mrz 1998)**

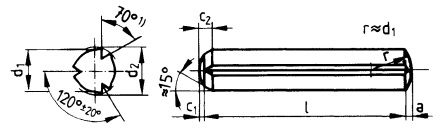
**DIN EN ISO 8744 Kegelkerbstifte (ISO 8744:1997) (Mrz 1998)**

**DIN EN ISO 8745 Passkerbstifte (ISO 8745:1997) (Mrz 1998)**

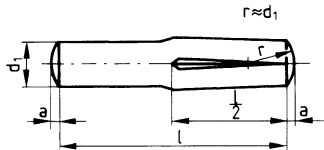
**DIN EN ISO 8739**



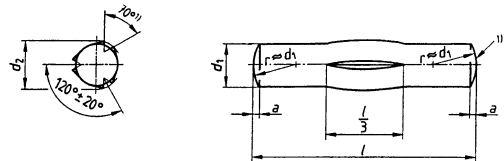
**DIN EN ISO 8740**



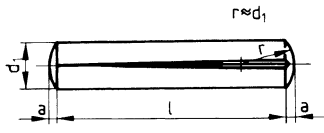
**DIN EN ISO 8741**



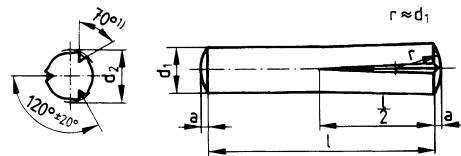
**DIN EN ISO 8742 (DIN EN ISO 8743)**



**DIN EN ISO 8744**



**DIN EN ISO 8745**



1) Der Kerbwinkel 70° gilt nur für Kerbstifte aus Stahl; er darf nach Nachgiebigkeit des Werkstoffs geändert werden.

Bild 564.2 Kerbstifte, Maße s. Tab. 565.1



Tabelle 565.1 Kerbstifte nach DIN EN ISO 8739 bis DIN EN ISO 8745

$d_1$	Nennmaß		1,5	2	2,5	3	4	5	6	8	10	12	16	20	25		
	Toleranz		h9					h11									
$c$	DIN EN ISO 8739	max.	2	2	2,5	2,5	3	3	4	4	5	5	5	7	7		
		min.	1	1	1,5	1,5	2	2	3	3	4	4	4	6	6		
$c_1$	DIN EN ISO 8740	≈	0,12	0,18	0,25	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	1	1,2	1,6	2	2,5		
$c_2$			0,6	0,8	1	1,2	1,4	1,7	2,1	2,6	3	3,8	4,6	6	7,5		
$a$		≈	0,2	0,25	0,3	0,4	0,5	0,63	0,8	1	1,2	1,6	2	2,5	3		
Mindestabscherkraft zweischnittig <sup>1)</sup>		kN	1,6	2,84	4,4	6,4	11,3	17,6	25,4	45,2	70,4	101,8	181	283	444		
Nennmaß		Aufkerbdurchmesser $d_2$ in DIN EN ISO 8739 und DIN EN ISO 8740 <sup>3) 4)</sup>															
$l^{(2)}$																	
		+0,05 0			±0,05						±0,10						
		min.	max.														
8	7,75	8,25															
10	9,75	10,25															
12	11,5	12,5															
14	13,5	14,5	1,60														
16	15,5	16,5	2,15														
18	17,5	18,5	2,65														
20	19,5	20,5	3,20														
22	21,5	22,5	4,25														
24	23,5	24,5	5,25														
26	25,5	26,5	6,30														
28	27,5	28,5	8,30														
30	29,5	30,5	10,35														
32	31,5	32,5	12,35														
35	34,5	35,5	16,40														
40	39,5	40,5	20,50												25,50		
45	44,5	45,5															
50	49,5	50,5															
55	54,25	55,75															
60	59,25	60,75															
65	64,25	65,75															
70	69,25	70,75															
75	74,25	75,75															
80	79,25	80,75															
85	84,25	85,75															
90	89,25	90,75															
95	94,25	95,75															
100	99,25	100,75															

<sup>1)</sup> Gilt nur für Kerbstifte aus Stahl.

<sup>2)</sup> Die handelsüblichen Längen liegen zwischen den Stufenlinien. In DIN EN ISO 8739 bis DIN EN ISO 8745 sind zusätzlich folgende Längen genormt: 120, 140, 160, 180, 200.

<sup>3)</sup> Der Aufkerbdurchmesser  $d_2$  gilt nur für Stifte aus Stahl. Bei anderen Werkstoffen, z. B. nicht rostendem Stahl, ist von den angegebenen Werten ein Korrekturbetrag abzuziehen, der zwischen Besteller und Hersteller zu vereinbaren ist.

<sup>4)</sup> In DIN EN ISO 8741 bis DIN EN ISO 8745 sind die Aufkerbdurchmesser bei denselben Nennmaßen je nach Längen zwischen den Stufenlinien mehrfach gestuft, differieren jedoch von den in dieser Tabelle angegebenen Werten um maximal 0,1 mm.

Kerbstifte sind form- und kraftschlüssige Verbindungselemente. Sie werden als Verbindungsstifte verwendet; dabei sitzt der Stift fest in der Aufnahmebohrung, für die die Toleranzklasse H 11 empfohlen wird.

**Werkstoff:** St = Automatenstahl, Härte 125 HV bis 245 HV; austenitischer Stahl A1 nach DIN EN ISO 3506-1.

Form der Kerben nach Wahl des Herstellers.

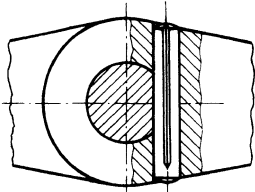
**Oberflächenbeschaffenheit:** wie hergestellt, im Regelfall blank, mit Schutzöl behandelt. Zur Prüfung der Scherfestigkeit ist der Scherversuch nach DIN EN 28749 durchzuführen.

Für die Annahmepfung gilt DIN EN ISO 3269.

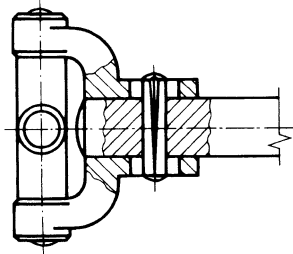
**Bezeichnungsbeispiel** Zylinderkerbstift mit Einführende, aus Stahl, mit Nenndurchmesser  $d_1 = 6$  mm, Nennlänge  $l = 50$  mm:

**Kerbstift ISO 8739-6 x 50-St**

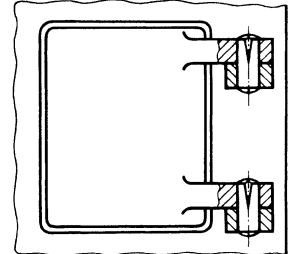
#### Anwendungsbeispiele



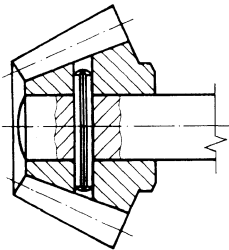
**Bild 566.1**  
Zylinderkerbstift nach DIN EN ISO 8739  
als tangentialer Verbinderstift



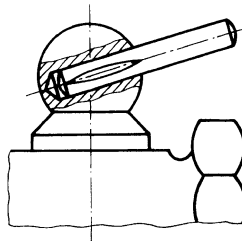
**Bild 566.2**  
Kegelkerbstift nach DIN EN ISO 8744  
als Mitnehmerstift an einer Gelenkwelle



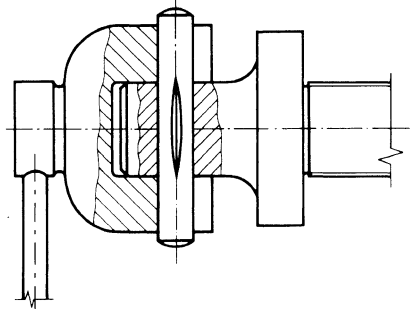
**Bild 566.3**  
Passkerbstift nach DIN EN ISO 8745  
als Scharnierbolzen an einer Tür



**Bild 566.4**  
Zylinderkerbstift nach  
DIN EN ISO 8740 als Radialstift  
zum Verbinden eines Kegel-  
rades mit einer Welle



**Bild 566.5**  
Steckerbstift nach  
DIN EN ISO 8741 als Handgriff  
an einem Ventil



**Bild 566.6**  
Knebelkerbstift nach DIN EN ISO 8742  
als Knebel an einer Verschlusschraube

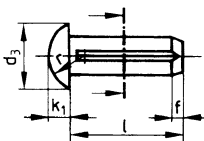
## 12.5.3 Niete

**DIN EN ISO 8746 Halbrundkerbnägel (Mrz 1998)**

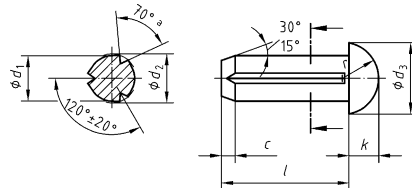
**DIN EN ISO 8747 Senkkerbnägel (Mrz 1998)**

Kerbnägel sind form- und kraftschlüssige Verbindungselemente. Sie werden als Befestigungsstifte verwendet, wobei der Stift in der Aufnahmebohrung sitzt, für die die Toleranzklasse H 11 empfohlen wird.

**DIN EN ISO 8746**



**DIN EN ISO 8747**



<sup>1)</sup> Der Kerbwinkel  $70^\circ$  gilt nur für Kerbnägel aus Stahl. Der Kerbwinkel darf je nach Nachgiebigkeit des Werkstoffes geändert werden.

**Bild 566.7** Kerbnägel s. auch Tab. 567.1

Tabelle 567.1 Kerbnägeln nach DIN EN ISO 8746 und DIN EN ISO 8747

Nennmaß	Aufkerbdurchmesser $d_2^{(2)}$														
	min.	max.	+0,05 0			±0,05				±0,10					
3	2,8	3,2													
4	3,7	4,3													
5	4,7	5,3	1,50												
6	5,7	6,3		1,70											
8	7,7	8,3			2,15										
10	9,7	10,3				2,70									
12	11,6	12,4					3,20								
16	15,6	16,4						4,25							
20	19,5	20,5							5,25						
25	24,5	25,5								6,30					
30	29,5	30,5									8,30				
35	34,5	35,5										10,35			
40	39,5	40,5											12,35	16,40	20,50

<sup>1)</sup> Die handelsüblichen Längen liegen zwischen den Stufenlinien.

<sup>2)</sup> Der Kerbdurchmesser  $d_2$  gilt nur für Kerbnägeln aus Automatenstahl oder Kaltumformstahl. Bei anderen Werkstoffen, z. B. nicht rostendem Stahl, ist von den angegebenen Werten ein Korrekturbetrag abzuziehen, der zwischen Besteller und Hersteller zu vereinbaren ist.

**Werkstoff:** St = Automatenstahl oder Kaltumformstahl; Härte bis 245 HV.

Andere Werkstoffe nach Vereinbarung.

**Ausführung:** schwarz, mit gegen Rost schützendem Schmiermittel

**Bezeichnungsbeispiel** Halbrundkerbnagel von Nennmaß  $d_1 = 5$  mm und Länge  $l = 20$  mm aus Stahl:

**Kerbnagel 8746-5 × 20-St**

#### Anwendungsbeispiele

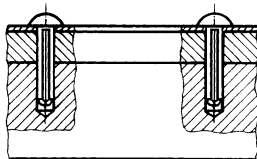


Bild 567.2 Halbrundkerbnagel zur Befestigung von dünnen Blechen und Platten

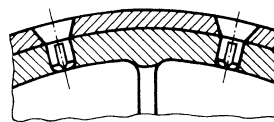


Bild 567.3 Senkkerbnagel zur Befestigung von Brems- und Kupplungsbelägen

**DIN 660 Halbrundniete – Nenndurchmesser 1 bis 8 mm (Mai 1993)**

**DIN 661 Senkniete – Nenndurchmesser 1 bis 8 mm (Mai 1993)**

**A** Halbrundkopf als Schließkopf **B** Senkkopf als Schließkopf

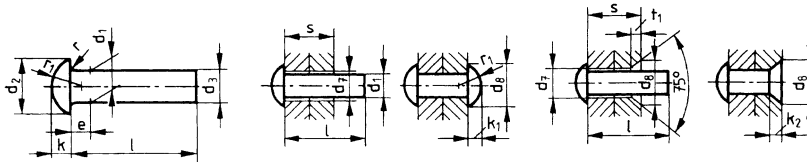


Bild 568.1 Halbrundniet nach DIN 660

**A** Halbrundkopf als Schließkopf **B** Senkkopf als Schließkopf

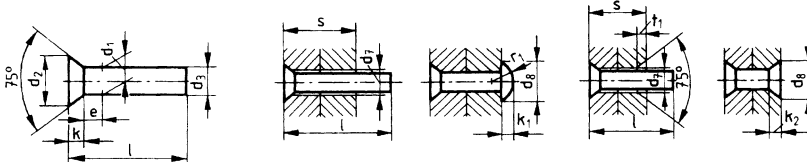


Bild 568.2 Senkniet nach DIN 661

Maße für Niete nach DIN 660 und DIN 661 s. Tab. 569.1.

**Werkstoff:**

St = QSt32-3 oder QSt36-3 (nach Wahl des Herstellers) nach DIN 1654-2 (ers. d. DIN EN 10263-2) ( $R_{m \min} = 290 \text{ N/mm}^2$ )

CuZn = CuZn 37 nach DIN 17677-1 (ers. d. DIN EN 12166) ( $R_{m \min} = 290 \text{ N/mm}^2$ )

Cu = SF-Cu nach DIN 17677-1 ( $R_{m \min} = 200 \text{ N/mm}^2$ )

Al = Al99,5 nach DIN 1790-1 (ers. d. DIN EN 1301-2) ( $Q_{m \min} = 100 \text{ N/mm}^2$ )

nicht rostender Stahl: A2, A4 nach DIN EN ISO 3506 ( $R_{m \min} = 500 \text{ N/mm}^2$ )

Maß-, Form- und Lagetoleranzen, Annahmeprüfung nach DIN 101; **Oberfläche:** Regelausführung blank.

**Bezeichnungsbeispiel** Niet DIN 660-4 x 20-St

**DIN 7340 Rohrniete aus Rohr gefertigt (Mai 1993)**

Für feste Verbindungen, z. B. bei Apparaten der Fernmeldetechnik, sind Rohrniete geeignet. Sie können auch an Stelle von Nietstiften, z. B. zur Verbindung ineinander gesteckter Rohre verwendet werden. Gleiche Anwendungsgebiete bestehen für Hohniete.

**Form A** mit Flachkopf

**Form B** mit angerolltem Rundkopf



Bild 568.3  
Rohrniet nach DIN 7340

**Stufung der Länge l:** 2 2,5 3 3,5 4 5 6 7 8 10 12 15 18 20 22 25 28 30 32 35 38 40 45 50 55 60

**Werkstoff:**

St = St35 oder St37.0 N (nach Wahl des Herstellers) nach DIN 2391-2 (ers. d. DIN EN 10305-1) bzw. DIN 1629 (ers. d. DIN EN 10208-1, DIN EN 10216-1, DIN EN 10224 und DIN EN 10297-1)

CuZn = CuZn37F37 } nach DIN 17671-1 (ers. d. DIN EN 12168 und DIN EN 12449)

= SF-CuF25 } bzw. DIN 1746-1 (ers. d. DIN EN 754-2 und DIN EN 755-2)

Cu = Al99,5 Al

Maß-, Form-, Lagetoleranzen, Annahmeprüfung nach DIN 101; **Oberfläche:** Regelausführung blank.

**Bezeichnungsbeispiel** Form B,  $d_1 = 4$ ,  $s = 0,5$ ,  $l = 10$ :

**Rohrniet** DIN 7340-B 4 x 0,5 x 10-CuZn

Tabelle 569.1 Halbbrunnenniete DIN 660, Senkniete DIN 661

	1	1,2	(1,4)	1,6	2	2,5	3	(3,5)	4	5	6	(7)	8	
$d_1$	1,8	2,1	2,4	2,8	3,5	4,4	5,2	6,2	7	8,8	10,5	12,2	14	
$d_2$	0,93	1,13	1,33	1,52	1,87	2,37	2,87	3,37	3,87	4,82	5,82	6,82	7,76	
$d_3$ min	0,5	0,6	0,7	0,8	1	1,3	1,5	1,8	2	2,5	3	3,5	4	
$d_{max}$	1,05	1,25	1,45	1,65	2,1	2,6	3,1	3,6	4,2	5,2	6,3	7,3	8,4	
$d_4$ H 12	1,8	2,1	2,4	2,8	3,5	4,4	5,2	6,2	7	8,8	10,5	12,2	14	
Halbrundkopf A	0,6	0,7	0,8	1	1,2	1,5	1,8	2,1	2,4	3	3,6	4,2	4,8	
$k_1$	1	1,2	1,4	1,6	1,9	2,4	2,8	3,4	3,8	4,6	5,7	6,6	7,5	
$r_1 \approx$	1,8	2,1	2,4	2,8	3,5	4,4	5,2	6,2	7	8,8	10,5	12,2	14	
Senkkopf B	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1	1,3	1,4	1,9	2,4	2,8	3,3	3,9	
$k_2 \approx$	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1	1,3	1,4	1,8	2,3	2,7	3,2	3,7	
$t_1$	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1	1,3	1,4	1,8	2,3	2,7	3,2	3,7	
Größte Klemmlänge s														
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
2	0,5	1	0,5	1	-	1	-	1	-	1	-	1	-	1
3	1	2	1	2	0,5	2	0,5	2	1,5	-	1	-	1	-
4	2	2,5	2	2,5	1,5	2,5	0,5	2	2	0,5	2	-	2	-
5	2,5	3,5	2,5	3,5	2	3	1,5	3	0,5	3	-	2	-	1,5
6	3,5	4,5	3,5	4,5	3	4	2,5	4	2	4	1,5	4	1	3
8		5	6	5	6	4,5	5,5	4	5,5	4	5,5	3,5	5,5	3
10			7	7,5	6,5	7,5	6	7,5	6	7,5	5,5	7,5	5	7,5
12				8	9,5	7,5	9	7,5	9	7	9	6	9	5,5
14					9,5	10,5	9	10,5	9,5	10,5	8,5	10,5	7,5	10
16					11	12	11	12	11	12	10	12	9	11
18					12,5	14	13	14	13	14	12	14	11	13
20					14	15,5	14	16	14	16	14	16	13	15
22						16	18	16	18	16	18	15	17	14
25						18	20	18	20	18	20	17	19	17
28							21	23	21	23	20	22	19	22
30							23	25	23	25	22	24	21	24
32							24	27	23	26	23	26	22	25
35							27	29	26	28	25	28	24	28
38							30	32	29	31	28	31	27	30
40							31	34	30	32	28	32	28	32

Die angegebenen Klemmlängen gelten nur als Beispiel. Es wird empfohlen, vor allem bei Massenanfertigungen Probenietungen durchzuführen.

Tabelle 570.1 Rohrriete aus Rohr DIN 7340

$d_1$	1	1,2	1,5	2	2,5	3	4	5												
Grenzabm.	$\pm 0,03$				$\pm 0,05$				$\pm 0,07$											
$s^1)$	0,2	0,2	0,2	0,25	0,2	3	0,25	0,3	0,4	0,25	0,3	0,5	0,3	0,4	0,5	0,3	0,5	0,75		
$d_2^2)$	1,6	2	2,5	3,2	4	4,5	6	7,5												
Grenzabm.	$\pm 0,15$				$\pm 0,2$				$\pm 0,25$											
$k \approx$	0,25	0,3	0,35	0,4	0,4	0,45	0,4	0,5	0,6	0,5	0,5	0,6	0,65	0,7	0,8	0,75	0,9	1		
$r$ max.	0,2				0,25				0,3				0,4				0,5			
$z \approx^3)$	0,8	1	1,1	1,2	1,2	1,5	1,4	1,7	2	1,8	2	2,2	2	2,2	2,5	2,5	3	3,5		
/ von bis	2 20				2 30				3 40				3 50				4 60			
$d_3^3)$	1,1	1,3	1,6	2,2	2,7	3,2					4,3				5,3					
$d_1$	6				8				10											
Grenzabm.	$\pm 0,1$																			
$s^1)$	0,4	0,5	0,75	1	0,4	0,5	0,75	1	0,5	0,75	1									
$d_2^2)$	9				12				15											
Grenzabm.	$\pm 0,25$				$\pm 0,3$															
$k \approx$	0,95	1	1,1	1,3	1,2	1,3	1,4	1,5	1,5	1,6	1,7									
$r$ max.	0,6				0,8				1											
$z \approx^3)$	2,5	3	3,5	4	3	3,5	3,7	4	3,5	3,7	4									
/ von bis	6				7				8				60							
$d_3^3)$	6,4				8,4				10,5											

1) Grenzabmaße  $\pm 10\%$ ; die Koaxialitätsabweichung ist darin inbegriffen.

2)  $d_2$ : Kopfdurchmesser Form A und B.

3) Da die Maße  $d_3$  (Nietloch) und  $z$  (Überstand) Richtwerte sind, wird empfohlen, vor dem Beginn einer Massenfertigung einige Probenietungen durchzuführen.

## 12.6 Durchgangslöcher, Senkungen

### DIN EN 20273 Mechanische Verbindungselemente – Durchgangslöcher für Schrauben (Feb 1992)

Diese Norm empfiehlt Durchgangslöcher für allgemeine Anwendungsfälle bei Schraubenverbindungen. Die angegebenen Durchgangslöcher wurden bei der Berechnung der Auflageflächen von Schrauben und Muttern in den entsprechenden Produktnormen zugrunde gelegt.

Tabelle 570.2 Durchgangslöcher DIN EN 20273 für Schrauben u. dgl. mit Metrischem Gewinde

Gewindedurchmesser $d_1$	Durchgangsloch $d_2$			Gewindedurchmesser $d_1$	Durchgangsloch $d_2$			Gewindedurchmesser $d_1$	Durchgangsloch $d_2$		
	fein	mittel	grob		fein	mittel	grob		fein	mittel	grob
1	1,1	1,2	1,3	5	5,3	5,5	5,8	24	25	26	28
1,2	1,3	1,4	1,5	6	6,4	6,6	7	27	28	30	32
1,4	1,5	1,6	1,8	7	7,4	7,6	8	30	31	33	35
1,6	1,7	1,8	2	8	8,4	9	10	33	34	36	38
1,8	2	2,1	2,2	10	10,5	11	12	36	37	39	42
2	2,2	2,4	2,6	12	13	13,5	14,5	39	40	42	45
2,5	2,7	2,9	3,1	14	15	16	17	42	43	45	48
3	3,2	3,4	3,6	16	17	17,5	18,5	45	46	48	52
3,5	3,7	3,9	4,1	18	19	20	21	48	50	52	56
4	4,3	4,5	4,8	20	21	22	24	52	54	56	62
4,5	4,8	5	5,3	22	23	24	26				

Durchgangslöcher für  $d_1 = 56$  bis 150 s. Norm.

Ist in besonderen Fällen die Angabe von Toleranzen nötig, so werden folgende Toleranzklassen empfohlen: für  $d_2$  fein: H 12, mittel: H 13, grob: H 14.

**DIN EN ISO 15065 Senkungen für Senkschrauben mit Kopfform nach ISO 7721 (Mai 2005)**

Senkungen nach dieser Norm werden bei Durchgangslöchern, Reihe mittel nach DIN EN 20273 angewendet und gelten für Senkschrauben nach folgenden Normen:

- Senkschrauben mit Schlitz nach DIN EN ISO 2009;
- Lin sen-Senkschrauben mit Schlitz nach DIN EN ISO 2010;
- Senk-Blechs chrauben mit Schlitz nach DIN ISO 1482 (s. Norm);
- Lin sen senk-Blechs chrauben mit Schlitz nach DIN ISO 1483 (s. Norm);
- Senkschrauben mit Kreuzschlitz nach DIN EN ISO 7046-1 und DIN EN ISO 7046-2 (s. Norm);
- Lin sen-Senkschrauben mit Kreuzschlitz nach DIN EN ISO 7047;
- Senk-Blechs chrauben mit Kreuzschlitz nach DIN ISO 7050;
- Lin sen senk-Blechs chrauben mit Kreuzschlitz nach DIN ISO 7051;
- Senk-Bohrs chrauben mit Kreuzschlitz nach DIN EN ISO 15482;
- Lin sen senk-Bohrs chrauben mit Kreuzschlitz nach DIN EN ISO 15483;
- Lin sen-Senkschrauben mit Innensechsrund nach DIN EN ISO 14584 (s. Norm);
- Senk-Blechs chrauben mit Innensechsrund nach DIN EN ISO 14586 (s. Norm);
- Lin sen senk-Blechs chrauben mit Innensechsrund nach DIN EN ISO 14587 (s. Norm).

Für alle anderen Senkschrauben gelten Senkungen nach DIN 74.

Die Maße der Senkungen nach DIN EN ISO 15065 wurden so festgelegt, dass bei maximalem Kopfdurchmesser und einem Senkdurchmesser  $D_c$  mit Kleinmaß der Senkkopf mit der Werkstückoberfläche abschließt.

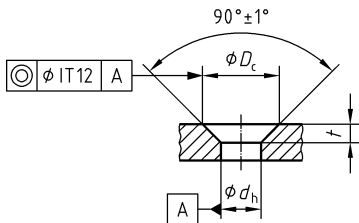


Bild 571.1 Senkungen nach DIN EN ISO 15065

Tabelle 571.2 Senkungen nach DIN EN ISO 15065 (für M 1,6, M 2,5, M 3,5 und M 5,5 s. Norm)

Nenngröße		$d_h$	$D_c$	$t$
Met.	Blechs chraube	H 13		≈
M 2	ST 2,2	2,4	4,4	1,05
M 3	ST 2,9	3,4	6,3	1,55
M 4	ST 4,2	4,5	9,4	2,55
M 5	ST 4,8	5,5	10,4	2,58
M 6	ST 6,3	6,6	12,6	3,13
M 8	ST 8	9	17,3	4,28
M 10	ST 9,5	11	20	4,65

**DIN 74 Senkungen für Senkschrauben, ausgenommen Senkschrauben mit Köpfen nach DIN EN 27721 (Apr 2003)**

Diese Norm legt Maße und Bezeichnungen von Senkungen fest für

- Senk-Holzschrauben nach DIN 97 und DIN 7997
- Lin sen senk-Holzschrauben nach DIN 95 und DIN 7995.

Senkungen für Köpfe mit Hüllmaßen der Einheitsköpfe nach DIN EN 27721 s. DIN EN ISO 15065.

Ausführung mittel (m)

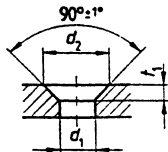


Bild 571.3 Senkung Form A

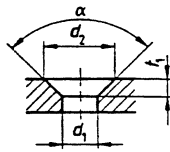


Bild 571.4 Senkung Form E

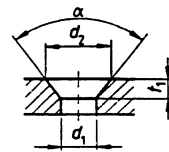


Bild 571.5 Senkung Form F

Tabelle 571.6 Maße für Senkung Form A

Für Gewindedurchmesser	1,6	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	7	8
Ausführung m	$d_1$ H 13	1,8	2,4	2,9	3,4	3,9	4,5	5,5	5,5	6	6,6	9
	$d_2$ H 13	3,7	4,6	5,7	6,5	7,6	8,6	9,5	10,4	22,4	12,4	16,4
	$t_1$ ≈	0,9	1,1	1,4	1,6	1,9	2,1	2,3	2,5	2,7	2,9	3,7

**Bezeichnungsbeispiel** Senkung Form A, für Gewindedurchmesser 4 mm:

**Senkung DIN 74-A 4**

Tabelle 572.1 Maße für Senkung Form E

Für Gewindedurchmesser		10	12	16	20	22	24
$d_1$	H 13	10,5	13	17	21	23	25
$d_2$	H 13	19	24	31	34	37	40
$t_1$	≈	5,5	7	9	11,5	12	13
$\alpha$	±1°	75°			60°		

**Bezeichnungsbeispiel** Senkung Form E für Gewindedurchmesser 12 mm:

**Senkung DIN 74-E 12**

Tabelle 572.2 Maße für Senkung Form F

Für Gewindedurchmesser		3	4	5	6	8	10	12	14	16	20
$d_1$	H 13	3,4	4,5	5,5	6,6	9	11	13,5	15,5	17,5	6,6
$d_2$	H 13	6,94	9,18	11,47	13,71	18,25	22,73	27,21	31,19	33,9	40,71
$t_1$	≈	1,8	2,3	3,0	3,6	4,6	5,9	6,9	7,8	8,2	9,4
$\alpha$	±1°	90°									

**Bezeichnungsbeispiel** Senkung Form F für Gewindedurchmesser 12 mm:

**Senkung DIN 74-F12**

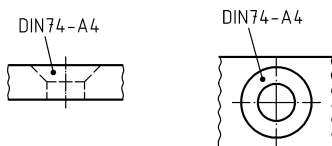
Sind in Sonderfällen andere als die genormten Senktiefen erforderlich, so ist die Senktiefe an die jeweilige Bezeichnung anzuhängen, z. B. für die Senktiefe  $t_1 = 3$  mm:

**Senkung DIN 74-A 4 × 3**

Zeichnungseintragungsbeispiele s. Bild 572.3

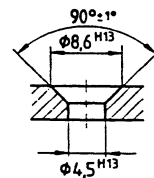
BEISPIEL 1:

Bei Anwendung von Kurzbezeichnungen

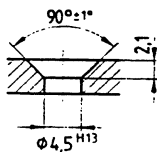


BEISPIEL 2:

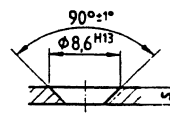
Bei Anwendung von Maßeintragungen  
2 a) bei Angabe des Senkdurchmessers



2 b) bei Angabe der Senktiefe



2 c) bei Teilen mit  $s \leq t_1$



Das Anschlussstück ist gegebenenfalls nachzusensen

Bild 572.3 Zeichnungseintragungsbeispiele

**DIN 974-1 Senkdurchmesser für Schrauben mit Zylinderkopf – Konstruktionsmaße**

**DIN 974-2 Senkdurchmesser für Sechskantschrauben und Sechskantmuttern – Konstruktionsmaße (beide Mai 1991)**

**Zu DIN 974-1**

In Abhängigkeit von der Schraubenart und von der Art der Unterlegteile werden 6 Reihen für die Senkdurchmesser  $d_1$  festgelegt. Die Durchgangslöcher mittel nach DIN EN 20273 sind in Tab. 573.3 mit angegeben.



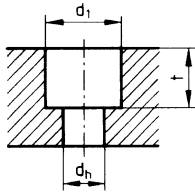


Bild 573.1 Senkung DIN 974-1

Tabelle 573.2

Gewinde-Nennendurchmesser $d$	Zugabe
von 1 bis 1,4	0,2
über 1,4 bis 6	0,4
über 6 bis 20	0,6
über 20 bis 27	0,8
über 27 bis 100	1,0

Wenn eine Überschneidung zwischen dem Durchgangsloch und dem Unterkopfübergang der Schraube aus funktionellen Gründen nicht zulässig ist, dann wird empfohlen, das Durchgangsloch  $d_h$  anzuweiten. Dadurch wird jedoch die Flächenpressung in der Kopfauflage erhöht.

Für die in Tab. 573.3 festgelegten Senkdurchmesser gelten Allgemeintoleranzen für Maße, Form und Lage nach DIN 7168-mB, falls in der Zeichnung keine anderen Festlegungen getroffen sind.

Diese Norm gibt keine **Senktiefen** an, da diese nach dem jeweiligen Anwendungsfall zu wählen sind. Es wird jedoch empfohlen, die Senktiefe wie folgt zu ermitteln: Die Senktiefe  $t$  für bündigen Abschluss ergibt sich aus der Summe der Maximalwerte, der Kopfhöhe der Schraube und der Höhe der Unterlegteile sowie einer Zugabe nach Tab. 573.2.

**Beispiel** Ermittlung der Senktiefe  $t$  für eine Zylinderschraube DIN EN ISO 4762-M 12 × 60-12.9 mit Scheibe DIN 433-13-300 HV (DIN 433 ers. d. DIN EN ISO 7092):

maximale Kopfhöhe:  $k_{max} - 12$  mm maximale Scheibendicke:  $h_{max} - 2,2$  mm

Zugabe: 0,6 mm

$$t - k_{max} + h_{max} + \text{Zugabe} = 14,8 \text{ mm}$$

Das Ergebnis ist in geeigneter Weise zu runden.

Tabelle 573.3 Senkdurchmesser  $d_1$  (für Gewindedurchmesser 56 mm bis 100 mm s. Norm)

Gewinde-nennendurchmesser $d$	Durchgangsloch nach DIN EN 20273 Reihe mittel $d_h$	Schrauben ohne Unterlegteile		Schrauben mit Unterlegteilen <sup>1)</sup>			
		Reihe 1	Reihe 2	Senkdurchmesser $d_1^{2)}$			
				H 13			
				(Reihe 3) <sup>3)</sup>	Reihe 4	Reihe 5	Reihe 6
1	1,2	2,2	–	–	–	–	–
1,2	1,4	2,5	–	–	–	–	–
1,4	1,6	3	–	–	–	–	–
1,6	1,8	3,5	3,5	–	–	–	–
1,8	2,1	3,8	–	–	–	–	–
2	2,4	4,4	5	–	5,5	6	6
2,5	2,9	5,5	6	–	6	7	7
3	3,4	6,5	7	(6,5)	7	9	8
3,5	3,9	6,5	8	(6,5)	8	9	9
4	4,5	8	9	(8)	9	10	10
5	5,5	10	11	(10)	11	13	13
6	6,6	11	13	(11)	13	15	15
8	9	15	18	(15)	16	18	20
10	11	18	24	(18)	20	24	24
12	13,5	20	–	(20)	24	26	33
14	15,5	24	–	(24)	26	30	40
16	17,5	26	–	(26)	30	33	43
18	20	30	–	(30)	33	36	46
20	22	33	–	(33)	36	40	48
22	24	36	–	(36)	40	43	54
24	26	40	–	(40)	43	48	58
27	30	46	–	(46)	46	54	63
30	33	50	–	(50)	54	61	73
33	36	54	–	(54)	–	63	–
36	39	58	–	(58)	63	69	–
42	45	69	–	(69)	73	82	–
48	52	78	–	(78)	82	98	–

<sup>1)</sup> Bei Verbindungen mit mehreren Unterlegteilen gilt die Reihe für das Unterlegteil mit dem größten Durchmesser.

<sup>2)</sup> Die Senkdurchmesser gelten nur, soweit es in den Maßnormen entsprechende Schrauben oder Unterlegteile gibt.

<sup>3)</sup> Reihe 3 ist nicht mehr anwendbar aufgrund ersatzloser Zurückziehung von DIN 7980.

Erläuterungen zu Tab. 573.3:

Reihe 1: für Schrauben nach DIN EN ISO 1207, DIN EN ISO 4762, DIN 6912 und DIN 7984 ohne Unterlegteile

Reihe 2: für Schrauben nach DIN EN ISO 1580 und DIN EN ISO 7045 ohne Unterlegteile

Reihe 3: für Schrauben nach DIN 84 (DIN EN ISO 1207), DIN 912 (DIN EN ISO 4762), DIN 6912 und DIN 7984 mit Feder-  
ringen nach DIN 7980<sup>1)</sup>

Reihe 4: für Schrauben mit Zylinderkopf mit folgenden Unterlegteilen: Scheiben nach DIN 6902 Form C<sup>2)</sup>, Fächerscheiben  
nach DIN 6798 und DIN 6907

Reihe 5: für Schrauben mit Zylinderkopf mit folgenden Unterlegteilen: Scheiben nach DIN 125-1<sup>2)</sup> und DIN 125-2<sup>2)</sup> und  
DIN 6902 Form A<sup>2)</sup>

Reihe 6: für Schrauben mit Zylinderkopf mit Spannscheiben nach DIN 6796 und DIN 6908.

<sup>1)</sup> Reihe 3 ist nicht mehr anwendbar aufgrund ersatzloser Zurückziehung von DIN 7980.

<sup>2)</sup> DIN 6902 wurde durch DIN EN ISO 10673 und DIN 125-1, DIN 125-2 durch DIN EN ISO 7089 und DIN EN ISO 7090 ersetzt.

## Zu DIN 974-2

In Abhängigkeit von der Art der Schraubwerkzeuge enthält diese Norm 2 Durchmesserreihen für Senkungen. Die Senkdurchmesser gelten unabhängig davon, ob Unterlegteile unter dem Schraubenkopf oder der Mutter vorgesehen sind. Wenn aus Platzgründen notwendig, können für Ansenkungen nach Bild 575.2 auch Senkdurchmesser der Reihe 3 verwendet werden, sofern als Unterlegteile keine Spannscheiben nach DIN 6796 oder DIN 6908 (s. Normen) verwendet werden und wenn sichergestellt ist, dass durch die Ansenkung der Schlüsselangriff nicht unzulässig beeinträchtigt wird. In Tab. 574.1

Tabelle 574.1 Senkdurchmesser  $d_1$  (für Gewindenenddurchmesser 48 mm bis 80 mm s. Norm)

Schlüssel- weite s	Senkdurchmesser $d_1$ H 13			Gewinde- nenndurch- messer d	Durch- gangsloch nach DIN EN 20273 Reihe mittel $d_h$
	Reihe 1 <sup>1)</sup> für Steckschlüssel nach DIN 659, DIN 896, DIN 3112 oder Steck- schlüssel-einsätze nach DIN 3124	Reihe 2 <sup>1)</sup> für Ringschlüssel nach DIN 838, DIN 897 oder Steckschlüssel- einsätze nach DIN 3129	Reihe 3 <sup>2)</sup> für Ansenkungen bei beengten Platzverhältnissen		
5,5	11	11	9	3	3,4
7	13	15	10	4	4,5
8	15	18	11	5	5,5
10	18	20	13	6	6,6
13	24	26	18	8	9
16	28	33	22	10	11
17 <sup>3)</sup>	28	33	22	10	11
18	33	36	26	12	13,5
19 <sup>3)</sup>	33	36	26	12	13,5
21	36	43	30	14	15,5
22 <sup>3)</sup>	36	43	30	14	15,5
24	40	46	33	16	17,5
27	43	50	36	18	20
30	46	54	40	20	22
32 <sup>3)</sup>	54	61	46	22	24
34	54	61	46	22	24
36	58	73	48	24	26
41	61	76	54	27	30
46	73	82	61	30	33
50	76	89	69	33	36
55	82	93	73	36	39
60	89	98	76	39	42
65	98	107	82	42	45
70	107	112	89	45	48

<sup>1)</sup> Unabhängig von der unter den Reihen 1 und 2 getroffenen Werkzeugzuordnung können in vielen Fällen Werkzeuge, die unter Reihe 2 genannt sind, auch in Senkungen der Reihe 1 eingesetzt werden. Dies ist im Einzelfall zu prüfen.

<sup>2)</sup> Bei zu großer Senktiefe besteht die Gefahr, dass der Schlüsselangriff beeinträchtigt wird. Ansenkungen nach Reihe 3 sind für Spannscheiben nicht geeignet.

<sup>3)</sup> Diese Schlüsselweiten sind nicht in DIN ISO 272 enthalten.

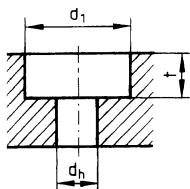


Bild 575.1 Senkung

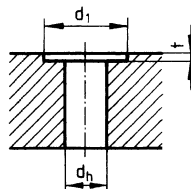


Bild 575.2 Ansenkung

ist der Senkdurchmesser der Schlüsselweite der Schraube oder der Mutter zugeordnet. Deshalb ist die Norm für alle Sechskantschrauben und -muttern anwendbar, unabhängig davon, ob diese genormt sind oder nicht.

Im Bedarfsfall wird empfohlen, das Durchgangsloch  $d_h$  anzufasen, s. auch Hinweis zu DIN 974-1. Es gelten die Allgmeintoleranzen DIN 7168-mB, wenn in der Zeichnung nichts anderes angegeben ist. Zur Berechnung der Senktiefe s. Hinweis zu DIN 974-1.

# 13 Schweißen, Löten, Schneiden und thermisches Spritzen

Bearbeitet von Dr. Bärbel Schambach

Die Normen dieses Themengebietes werden vom Normenausschuss Schweißtechnik (NAS) im DIN e. V. betreut. Informationen zum Normenausschuss und zum aktuellen Normungsgeschehen s. [www.nas.din.de](http://www.nas.din.de).

Für das Schweißen und die verwandten Verfahren liegen zahlreiche DIN-Normen vor, die nach Themengruppen geordnet in DIN-Taschenbüchern, in Loseblattwerken oder auf CD's<sup>1)</sup> zusammengefasst und wie folgt gegliedert sind:

- Schweißtechnik 1: Schweißzusätze (DIN-DVS-Taschenbuch 8)
- Schweißtechnik 2: Autogenvverfahren, Thermisches Schneiden und Thermisches Spritzen (DIN-DVS-Taschenbuch 65)
- Schweißtechnik 3: Begriffe, Zeichnerische Darstellung, Schweißnahtvorbereitung, Bewertungsgruppen (DIN-DVS-Taschenbuch 145)
- Schweißtechnik 4: Auswahl von Normen für die Ausbildung des schweißtechnischen Personals (DIN-DVS-Taschenbuch 191)
- Schweißtechnik 5: Hartlöten, Weichlöten, Gedruckte Schaltungen (DIN-DVS-Taschenbuch 196)
- Schweißtechnik 6: Strahlschweißen, Reibschweißen, Bolzenschweißen (DIN-DVS-Taschenbuch 283)
- Schweißtechnik 7: Schweißtechnische Fertigung, Schweißverbindungen (DIN-DVS-Taschenbuch 284)
- Schweißtechnik 8: Europäische Normung – Schweißtechnisches Personal, Verfahrensprüfung, Qualitätsanforderungen, Bewertungsgruppen (DIN-DVS-Taschenbuch 290)
- Schweißtechnik 9: Normen, DVS-Merkblätter und Richtlinien im Bereich Widerstandsschweißen – Grundlagen, Verfahren und Geräte (DIN-DVS-Taschenbuch 312 (CD-ROM))
- Schweißtechnik 10: Zerstörungsfreie und zerstörende Prüfungen von Schweißverbindungen (DIN-DVS-Taschenbuch 369)
- Schweißtechnik 11: Normen, DVS-Merkblätter und Richtlinien im Bereich Widerstandsschweißen – Prüfen und Qualitätssicherung (DIN-DVS-Taschenbuch 393 (CD-ROM))
- Schweißtechnik in Luft- und Raumfahrt (DIN-DVS-Taschenbuch 215)
- Aktuelle schweißtechnische Normen – Personal, Schweißerprüfung, Schweißverfahrensprüfung, schweißtechnische Qualitätsanforderungen, Bewertungsgruppen, Werkstoffgruppen, Schweißzusätze (DIN-DVS-Taschenbuch 361 (CD-ROM))
- Thermisches Spritzen – Europäische Normen und DVS-Merkblätter in deutscher und englischer Fassung (CD-ROM)
- Loseblattsammlung I: Qualitätssicherung in der Schweißtechnik – Schmelzschweißen
- Loseblattsammlung II: Qualitätssicherung in der Schweißtechnik – Pressschweißen, thermisches Spritzen, thermisches Schneiden, Arbeits- und Gesundheitsschutz

<sup>1)</sup> Zu beziehen über Beuth Verlag GmbH, Berlin, Wien, Zürich.

## 13.1 Schweißen

### 13.1.1 Begriffe, Einteilung der Prozesse, Unregelmäßigkeiten und Symbole

#### DIN EN 14610 Schweißen und verwandte Prozesse – Begriffe für Metallschweißprozesse (dreisprachig – en, de, fr) (Feb 2005)

Schweißprozesse werden aufgrund der physikalischen Eigenschaften beim Press- oder Schmelzschweißen, nach dem Energieträger, systematisch unterteilt. Die Norm definiert Metallschweißprozesse, unterteilt je nach den physikalischen Eigenschaften und je nach dem relevanten Energieträger.

**Metallschweißen:** Vorgang, der Metall(e) unter Aufwand von Wärme und/oder Druck derart verbindet, dass sich ein kontinuierlicher innerer Aufbau des verbundenen Metalles bzw. der verbundenen Metalle ergibt.

**Pressschweißen:** Schweißen, wobei ausreichend äußere Kraft aufgewendet wird, um an beiden Fügeflächen eine mehr oder weniger starke plastische Verformung zu bewirken, im allgemeinen ohne Zugabe von Schweißzusatz.

**Schmelzschweißen:** Schweißen ohne Aufwenden äußerer Kraft, wobei die Fügefläche(n) angeschmolzen werden muss (müssen); gewöhnlich – jedoch nicht notwendigerweise – wird geschmolzener Schweißzusatz zugeführt.

**Energieträger:** Physikalisches Phänomen, das die zum Schweißen erforderliche Energie entweder durch Übertragen auf das (die) Werkstück(e) oder durch Umsetzen im (in den) Werkstück(en) verfügbar macht (Energieträger sind z. B.: fester Körper, Flüssigkeit, Gas, elektrische Gasentladung, Strahlung, Bewegung von Masse, elektrischer Strom).

#### DIN EN 1792 Schweißen – Mehrsprachige Liste mit Begriffen für Schweißen und verwandte Prozesse (dreisprachig – en, de, fr) (Jun 2003)

#### DIN-Fachbericht CEN/TR 14599 Begriffe und Definitionen zum Schweißen in Verbindung mit EN 1792 (dreisprachig – en, de, fr) (Aug 2005)

DIN EN 1792 enthält gebräuchliche schweißtechnische Begriffe (ca. 600) und der DIN-Fachbericht CEN/TR 14599 enthält die dazugehörigen Definitionen, wie z. B.:

**Heftschweißnaht:** Schweißung, die dazu dient, die zu fügenden Werkstücke bzw. Baugruppen in ihrer Zuordnung zueinander festzulegen.

**Schweißprozess:** Spezielle Schweißmethode, die die Berücksichtigung verschiedener metallurgischer, elektrischer, physikalischer, chemischer oder mechanischer Grundsätze erfordert.

**Grundwerkstoff:** Zu verbindendes oder zu beschichtendes Material unter Anwendung von Schweiß- oder Lötprozessen.

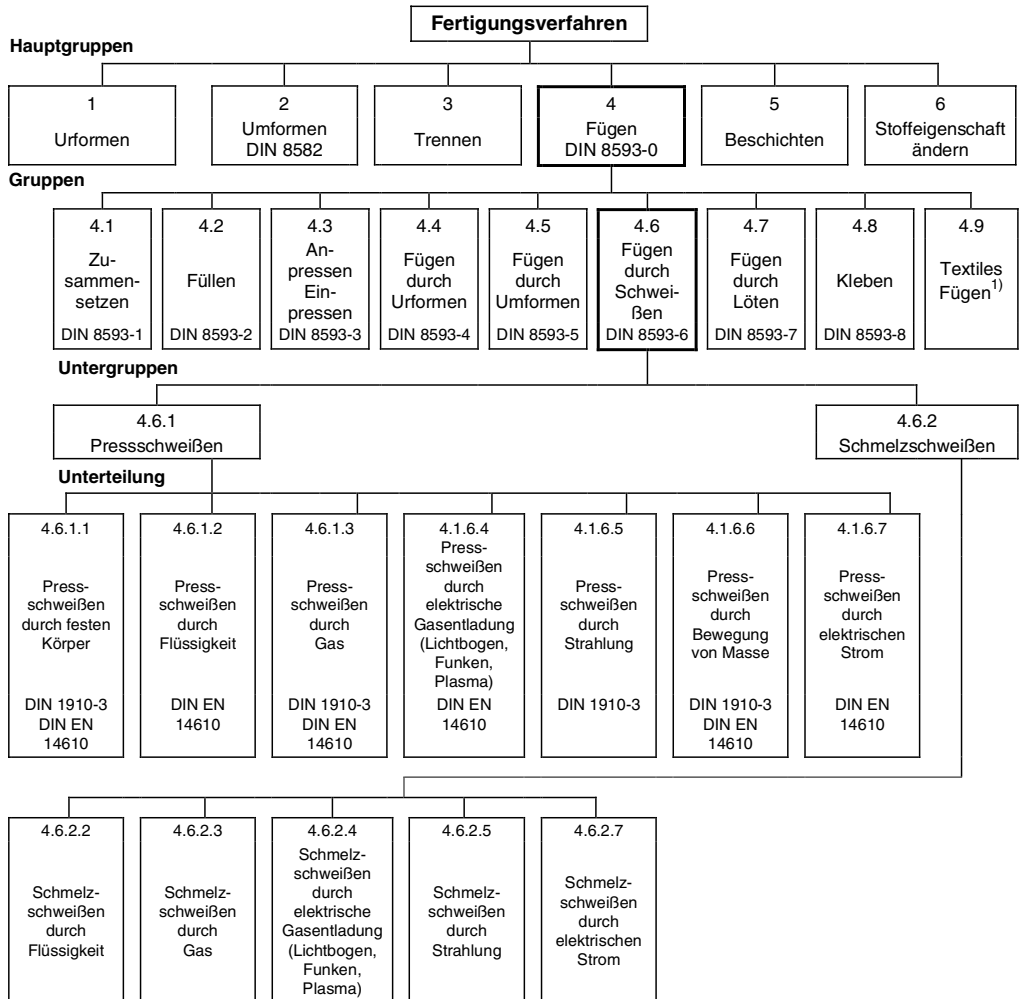
**Fugenfläche:** Oberflächenbereich eines Werkstückes, der in Kontakt oder unmittelbarer Nähe zu einem weiteren Werkstück zum Herstellen einer Schweißverbindung vorgesehen ist.

#### DIN 8580 Fertigungsverfahren – Begriffe, Einteilung (Sep 2003)

Diese Norm gilt für den Gesamtbereich der Fertigungsverfahren. Sie definiert bzw. erläutert Grundbegriffe, die für die Beschreibung und Einteilung der Fertigungsverfahren benötigt werden, legt die Grundlagen zum Aufbau eines Ordnungssystems der Fertigungsverfahren fest und gibt eine Übersicht über ihre Einteilung in Hauptgruppen, Gruppen und Untergruppen.

Hauptgruppen der Fertigungsverfahren sind Urformen, Umformen, Trennen, Fügen, Beschichten und Stoffeigenschaft ändern.

Das Fügen durch Schweißen wird wie in Bild 579.1 eingeordnet und unterteilt.



<sup>1)</sup> Für das „Textile Fügen“ gibt es z. Z. keine Norm.

Bild 579.1 Übersicht über die Fertigungsverfahren, speziell zum Fügen durch Schweißen (aus DIN 8593-6)

**DIN EN ISO 4063 Schweißen und verwandte Prozesse – Liste der Prozesse und Ordnungsnummern (dreisprachig – en, de, fr) (Apr 2000)**

In dieser Norm werden Ordnungsnummern als Referenznummern für Schweißen und verwandte Prozesse aufgestellt. Jeder Prozess ist durch eine Referenznummer (maximal drei Ziffern) gekennzeichnet. Diese Referenznummern werden mittlerweile in vielen schweißtechnischen Normen und Unterlagen, auf Zeichnungen, in Schweißanweisungen usw. angewendet.

Referenznummer	Prozessbezeichnung
1	Lichtbogenschweißen
11	Metall-Lichtbogenschweißen ohne Gasschutz
111	Lichtbogenhandschweißen
...	
12	Unterpulverschweißen
...	

Referenznummer	Prozessbezeichnung
131	Metall-Inertgasschweißen (MIG-Schweißen)
135	Metall-Aktivgasschweißen (MAG-Schweißen)
...	
14	Wolfram-Schutzgasschweißen
141	Wolfram-Inertgasschweißen (WIG-Schweißen)
...	
15	Plasmaschweißen
...	
2	Widerstandsschweißen
...	
3	Gasschmelzschweißen
...	
4	Pressschweißen
...	
5	Strahlschweißen
51	Elektronenstrahlschweißen
52	Laserstrahlschweißen

**DIN EN ISO 6520-1 Schweißen und verwandte Prozesse – Einteilung von geometrischen Unregelmäßigkeiten an Metallen – Teil 1: Schmelzschweißen (dreisprachig – en, de, fr) (Nov 2006)**

**DIN EN ISO 6520-2 – Teil 2: Pressschweißungen (dreisprachig – en, de, fr) (Apr 2002)**

Diese Normenreihe dient als Basis für eine genaue Einordnung und Beschreibung von Schweißunregelmäßigkeiten.

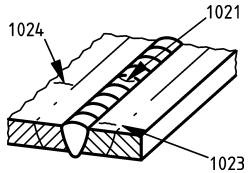
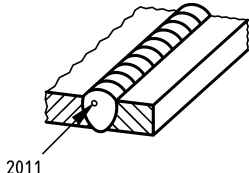
**Unregelmäßigkeit:** Jedwede Abweichung von der idealen Schweißnaht.

**Fehler:** Unzulässige Unregelmäßigkeit.

Um Unklarheiten zu vermeiden, sind die Unregelmäßigkeiten zusammen mit Erklärungen und, wo notwendig, mit Skizzen definiert. Metallurgische Unregelmäßigkeiten sind nicht enthalten.

Tab. 580.1 und Tab. 581.1 zeigen einen Auszug aus den Normen DIN EN ISO 6520-1 und -2.

Tabelle 580.1 Einige Unregelmäßigkeiten: Schmelzschweißen (aus DIN EN ISO 6520-1)

Referenznummer	Benennung und Erklärung	Abbildung
102 1021 1023 1024	<b>Querriss</b> Riss, der im Wesentlichen quer zur Schweißnahtachse verläuft. Er kann liegen: – im Schweißgut – in der Wärmeeinflusszone – im Grundwerkstoff.	
2011	<b>Pore</b> Kugelförmiger Gaseinschluss.	

Fortsetzung s. nächste Seite

Tabelle 580.1, Fortsetzung

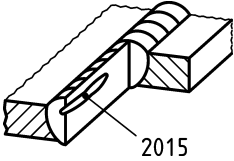
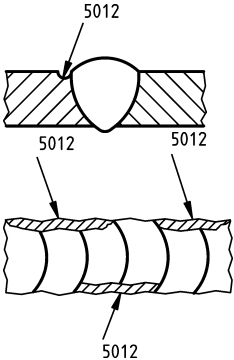
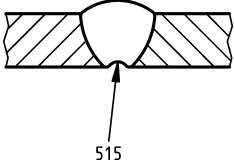
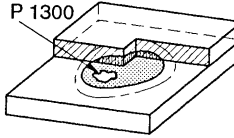
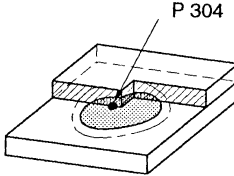
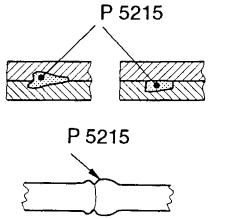
Referenznummer	Benennung und Erklärung	Abbildung
2015	<b>Gaskanal</b> Langgestreckter Hohlraum mit seiner größten Abmessung etwa parallel zur Achse der Schweißnaht.	
5012	<b>Nicht durchlaufende Einbrandkerbe</b> Kurze unterbrochene Einbrandkerbe entlang der Schweißnaht.	
515	<b>Wurzelsrückfall</b> Flache Vertiefung in der Wurzellage infolge Schwindung bei einer Stumpfnah.	

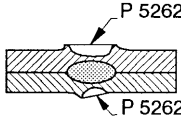
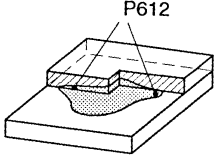
Tabelle 581.1 Einige Unregelmäßigkeiten: Pressschweißen (aus DIN EN ISO 6520-2)

Referenznummer	Benennung und Erklärung	Abbildung
P 1300	<b>Riss</b> , üblicherweise zum Linsenrand gerichtet.	
P 304	<b>Einlagerung</b> eines Fremdmetallteilchens im Schweißgut.	
P 5215	<b>Asymmetrie in Form und/oder Lage</b> der Linse oder des Wulstes bzw. Grates.	

Fortsetzung s. nächste Seite



Tabelle 581.1, Fortsetzung

Referenznummer	Benennung und Erklärung	Abbildung
P 5262	<b>Aufstülpfen von Werkstoff</b> als Wulst oder Grat neben dem Elektrodeneindruck.	
P 612	Zwischen den Werkstücken <b>ausgepresster Werkstoff</b> , einschließlich Spritzer.	

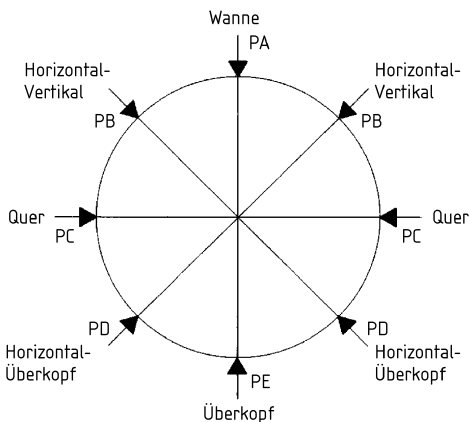
### DIN EN ISO 6947 Schweißnähte – Arbeitspositionen – Definitionen der Winkel von Neigung und Drehung (Mai 1997)

Die Beschreibung der Arbeitspositionen einer jeden Naht erfolgt durch die Angabe von zwei Winkeln. Diese Winkel sind für Neigung und Drehung definiert. Während die Neigung die Lage der Nahtlängsachse im Raum angibt, beschreibt die Drehung die Lage des Nahtquerschnitts. Diese Festlegungen ermöglichen es, die Arbeitsposition einer Naht ohne Zuhilfenahme der Nahtform oder der Werkstückform und -lage eindeutig zu beschreiben.

Die Hauptpositionen können durch Angabe des Kurzzeichens (s. Tab. 582.1) beschrieben werden. Alle anderen Positionen, die unter der Bezeichnung „geneigte Positionen“ zusammengefasst sind, müssen durch die vereinfachte Angabe der Nahtneigung und der Nahtdrehung beschrieben werden.

Tabelle 582.1 Benennung und Kurzzeichen für die Haupt-Arbeitspositionen (aus DIN EN ISO 6947)

Benennung	Beschreibung	Kurzzeichen
Wannenposition	waagrecht arbeiten, Nahtmittellinie senkrecht, Decklage oben	PA
Horizontal-Vertikalposition	horizontales Arbeiten, Decklage nach oben	PB
Querposition	horizontales Arbeiten, Nahtmittellinie horizontal	PC
Horizontal-Überkopfposition	horizontales Arbeiten, Überkopf, Decklage schräg nach unten	PD
Überkopfposition	horizontales Arbeiten, Überkopf, Nahtmittellinie senkrecht, Decklage nach unten	PE
Steigposition	steigendes Arbeiten	PF
Fallposition	fallendes Arbeiten	PG



Die Norm beschreibt Arbeitspositionen (s. Bild 582.2) und ermöglicht es, die räumliche Lage der Schweißnähte in Bezug auf eine horizontale Ebene (gewöhnlich parallel zum Werkstattboden) durch den jeweiligen Neigungs- und Drehwinkel festzulegen. Dies ist unabhängig von der umgebenden Konstruktion.

Die geneigte Position wird durch Neigung und Drehung bestimmt.

Bild 582.2 Haupt-Arbeitspositionen – vereinfachte Darstellung

Für Arbeitspositionen bei Rohren mit geneigten Achsen werden Neigung und Drehung wie folgt dargestellt:

- Die Angabe der Drehung wird gekennzeichnet durch den Buchstaben „L“ mit der Angabe des Neigungswinkels, z. B. L250.
- Die Angabe der Neigung wird zusätzlich gekennzeichnet durch die folgenden Buchstaben der entsprechenden Schweißrichtung:
  - H für steigend Schweißen;
  - J für fallend Schweißen;
  - K für Umlaufschweißen;

z. B. H-L045, J-L060. Für Schweißungen an festen Rohren mit geneigten Achsen gilt als Zenit der rechte Winkel auf der Bezugsebene (s. Bild 583.1).

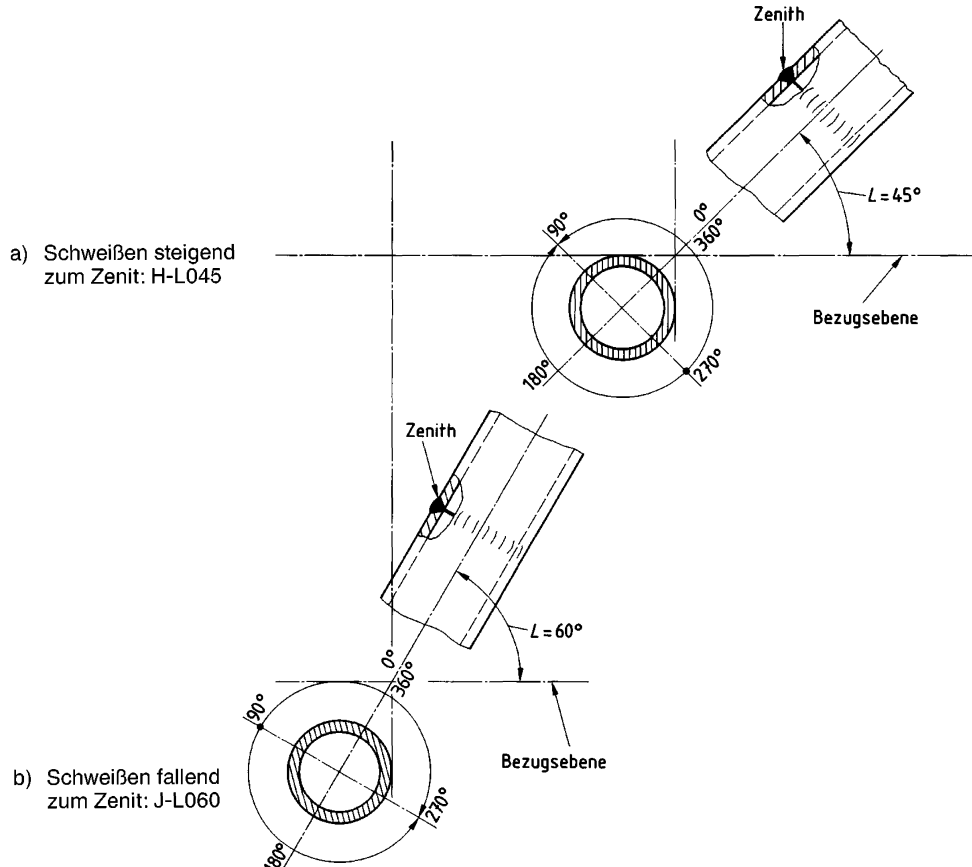


Bild 583.1 Beispiele für den Zenit, die Schweißrichtung und die Angabe der Neigung für feste Rohre mit geneigten Achsen

### DIN EN 22553 Schweiß- und Lötnähte – Symbolische Darstellung in Zeichnungen (Mrz 1997)

DIN EN 22553 enthält die Regeln, die bei der symbolischen Darstellung von Schweißnähten auf Zeichnungen und Konstruktionsunterlagen anzuwenden sind.

Die verschiedenen Nahtarten werden durch jeweils ein Symbol gekennzeichnet, das im allgemeinen der jeweiligen Naht ähnlich ist. Das Symbol soll nichts über das anzuwendende Verfahren aussagen. Einige Grundsymbole enthält Tab. 584.1 (alle Grundsymbole s. Abschn. 9.8.2).

Notwendige Angaben zur Schweißnaht, die hergestellt werden soll, müssen auf Zeichnungen/Konstruktionsunterlagen entweder symbolhaft, s. Bild 584.2 und s. Bild 584.3, oder vollständig, als Text beschrieben, angegeben werden.

Tabelle 584.1 Einige Schweißnahtgrundsymbole (aus DIN EN 22553)

Benennung	Symbol
I-Naht	
V-Naht	∇
HV-Naht	∇
Y-Naht	Y
HY-Naht	Y
U-Naht	⌋
Kehlnaht	△
Punktnaht	○

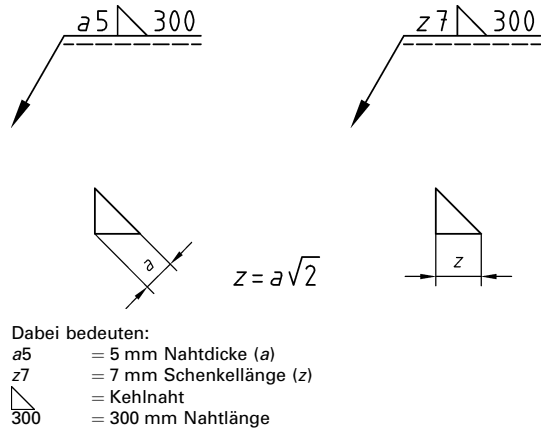


Bild 584.2 Eintragsart für Kehlnähte (aus DIN EN 22553)

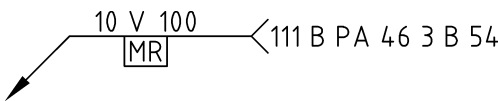


Bild 584.3 Symbolhaftes Bezeichnungsbeispiel einer Schweißnaht nach DIN EN 22553

- Dabei bedeuten:  
 10 = 10 mm Blechdicke  
 ∇ = V-Naht  
 100 = 100 mm Nahtlänge  
 MR = benutzte Unterlage  
 111 = Lichtbogenhandschweißen nach DIN EN ISO 4063  
 B = Bewertungsgruppe nach DIN EN ISO 5817  
 PA = Wannenposition nach DIN EN ISO 6947  
 46 3 B 53 = umhüllte Stabelektrode nach DIN EN ISO 2560

### 13.1.2 Konstruktion und Gestaltung

#### DIN 8528-1 Schweißbarkeit – metallische Werkstoffe – Begriffe (Jun 1973)

Die Schweißbarkeit eines Bauteils aus metallischem Werkstoff ist gegeben, wenn der Stoffschluss durch Schweißen mit einem gegebenen Schweißverfahren bei Beachtung eines geeigneten Fertigungsablaufes erreicht werden kann. Dabei müssen die Schweißungen hinsichtlich ihrer örtlichen Eigenschaften und ihres Einflusses auf die Konstruktion, deren Teil sie sind, die gestellten Anforderungen erfüllen. Die Schweißbarkeit (s. Bild 584.4) hängt von den drei Einflussgrößen: Werkstoff, Konstruktion und Fertigung ab.

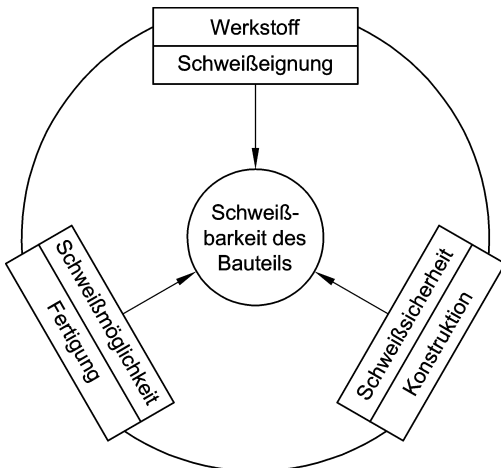


Bild 584.4 Darstellung der Schweißbarkeit (aus DIN 8528-1)

Zwischen den Einflussgrößen und der Schweißbarkeit stehen die Eigenschaften:

- Schweißseignung des Werkstoffs;
- Schweißsicherheit der Konstruktion und
- Schweißmöglichkeit der Fertigung.

Jede dieser Eigenschaften hängt – wie die Schweißbarkeit – von Werkstoff, Konstruktion und Fertigung ab, jedoch ist die Bedeutung der Einflussgrößen für die drei Eigenschaften unterschiedlich.

Für die Eigenschaften Schweißseignung, -sicherheit und -möglichkeit gelten die folgenden Abhängigkeiten:

**Schweißseignung:** ist eine Werkstoffeigenschaft. Sie wird im Wesentlichen von der Fertigung und in geringem Maße von der Konstruktion beeinflusst.

**Schweißmöglichkeit (fertigungsbedingte Schweißsicherheit):** ist eine Fertigungseigenschaft. Sie wird im Wesentlichen von der Konstruktion und in geringem Maße vom Werkstoff beeinflusst.

**Schweißsicherheit (konstruktionsbedingte Schweißsicherheit):** ist eine Konstruktionseigenschaft. Sie wird im Wesentlichen vom Werkstoff und in geringem Maße von der Fertigung beeinflusst.

Zunehmender Aufwand zur Verbesserung einer der 3 Eigenschaften, z. B. der Schweißseignung, gestattet eine Minderung der Eigenschaften Schweißsicherheit und Schweißmöglichkeit. Um die erforderliche Schweißbarkeit befriedigend beurteilen zu können, ist anzustreben, den Einfluss der jeweils weniger genau bestimmbarer Eigenschaft so klein wie möglich zu halten. In der Norm werden die Faktoren beispielhaft aufgeführt, die Schweißseignung, Schweißsicherheit und Schweißmöglichkeit beeinflussen.

#### DIN-Fachbericht CEN ISO/TR 15608 Schweißen – Richtlinien für eine Gruppeneinteilung von metallischen Werkstoffen (Jan 2006)

Dieser Technische Bericht enthält eine Gruppeneinteilung von Werkstoffen zum Schweißen. Er kann auch für andere Zwecke wie Wärmebehandlung, Umformen und zerstörungsfreie Prüfung angewendet werden.

Die Gruppeneinteilung gilt für die nachstehend genannten Werkstoffe:

- Stahl (s. Tab. 585.1);
- Aluminium und seine Legierungen;
- Nickel und seine Legierungen;
- Kupfer und seine Legierungen;
- Titan und seine Legierungen;
- Zirkonium und seine Legierungen;
- Gusseisen.

Tabelle 585.1 Gruppeneinteilung für Stähle (aus DIN-Fachbericht CEN ISO/TR 15608)

Gruppe	Untergruppe	Stahlsorte
1		Stähle mit einer festgelegten Mindeststreckgrenze $R_{eH} \leq 460 \text{ N/mm}^2$ <sup>1)</sup> und einer Analyse in %: $C \leq 0,25$ $Si \leq 0,60$ $Mn \leq 1,8$ $Mo \leq 0,70$ <sup>2)</sup> $S \leq 0,045$ $P \leq 0,045$ $Cu \leq 0,40$ <sup>2)</sup> $Ni \leq 0,5$ <sup>2)</sup> $Cr \leq 0,3$ (0,4 für Gusswerkstoffe) <sup>2)</sup> $Nb \leq 0,06$ $V \leq 0,1$ <sup>2)</sup> $Ti \leq 0,05$
	1.1	Stähle mit einer festgelegten Mindeststreckgrenze $R_{eH} \leq 275 \text{ N/mm}^2$
	1.2	Stähle mit einer festgelegten Mindeststreckgrenze $275 \text{ N/mm}^2 < R_{eH} \leq 360 \text{ N/mm}^2$
	1.3	Normalisierte Feinkornbaustähle mit einer festgelegten Mindeststreckgrenze $R_{eH} > 360 \text{ N/mm}^2$
	1.4	Stähle mit einem erhöhten Widerstand gegen atmosphärische Korrosion, deren Zusammensetzung die Anforderung für die einzelnen Elemente der Gruppe 1 überschreiten darf

Fortsetzung s. nächste Seiten

Tabelle 585.1, Fortsetzung

Gruppe	Untergruppe	Stahlsorte
2		Thermomechanisch gewalzte Feinkornbaustähle und Stahlguss mit einer festgelegten Mindeststreckgrenze $R_{eH} > 360 \text{ N/mm}^2$
	2.1	Thermomechanisch gewalzte Feinkornbaustähle und Stahlguss mit einer festgelegten Mindeststreckgrenze $360 \text{ N/mm}^2 < R_{eH} \leq 460 \text{ N/mm}^2$
	2.2	Thermomechanisch gewalzte Feinkornbaustähle und Stahlguss mit einer festgelegten Mindeststreckgrenze $R_{eH} > 460 \text{ N/mm}^2$
3		Vergütete und ausscheidungshärtende Feinkornbaustähle, jedoch keine nichtrostenden Stähle, mit einer festgelegten Mindeststreckgrenze $R_{eH} > 360 \text{ N/mm}^2$
	3.1	Vergütete Feinkornbaustähle mit einer festgelegten Mindeststreckgrenze $360 \text{ N/mm}^2 < R_{eH} \leq 690 \text{ N/mm}^2$
	3.2	Vergütete Feinkornbaustähle mit einer festgelegten Mindeststreckgrenze $R_{eH} > 690 \text{ N/mm}^2$
	3.3	Ausscheidungshärtende Feinkornbaustähle, jedoch keine nichtrostenden Stähle
4		Niedrig vanadiumlegierte Cr-Mo-(Ni-)Stähle mit $\text{Mo} \leq 0,7\%$ und $\text{V} \leq 0,1\%$
	4.1	Stähle mit $\text{Cr} \leq 0,3\%$ und $\text{Ni} \leq 0,7\%$
	4.2	Stähle mit $\text{Cr} \leq 0,7\%$ und $\text{Ni} \leq 1,5\%$
5		Vanadiumfreie Cr-Mo-Stähle mit $\text{C} \leq 0,35\%$
	5.1	Stähle mit $0,75\% \leq \text{Cr} \leq 1,5\%$ und $\text{Mo} \leq 0,7\%$
	5.2	Stähle mit $1,5\% < \text{Cr} \leq 3,5\%$ und $0,7\% < \text{Mo} \leq 1,2\%$
	5.3	Stähle mit $3,5\% < \text{Cr} \leq 7,0\%$ und $0,4\% < \text{Mo} \leq 0,7\%$
	5.4	Stähle mit $7,0\% < \text{Cr} \leq 10,0\%$ und $0,7\% < \text{Mo} \leq 1,2\%$
6		Hoch vanadiumlegierte Cr-Mo-(Ni-)Stähle
	6.1	Stähle mit $0,3\% \leq \text{Cr} \leq 0,75\%$ , $\text{Mo} \leq 0,7\%$ und $\text{V} \leq 0,35\%$
	6.2	Stähle mit $0,75\% < \text{Cr} \leq 3,5\%$ , $0,7\% < \text{Mo} \leq 1,2\%$ und $\text{V} \leq 0,35\%$
	6.3	Stähle mit $3,5\% < \text{Cr} \leq 7,0\%$ , $\text{Mo} \leq 0,7\%$ und $0,45\% \leq \text{V} \leq 0,55\%$
	6.4	Stähle mit $7,0\% < \text{Cr} \leq 12,5\%$ , $0,7\% < \text{Mo} \leq 1,2\%$ und $\text{V} \leq 0,35\%$
7		Ferritische, martensitische oder ausscheidungshärtende nichtrostende Stähle mit $\text{C} \leq 0,35\%$ und $10,5\% \leq \text{Cr} \leq 30\%$
	7.1	Ferritische nichtrostende Stähle
	7.2	Martensitische nichtrostende Stähle
	7.3	Ausscheidungshärtende nichtrostende Stähle
8		Austenitische nichtrostende Stähle, $\text{Ni} \leq 31\%$
	8.1	Austenitische nichtrostende Stähle mit $\text{Cr} \leq 19\%$
	8.2	Austenitische nichtrostende Stähle mit $\text{Cr} < 19\%$
	8.3	Manganhaltige austenitische nichtrostende Stähle mit $4\% < \text{Mn} \leq 12\%$
9		Nickellegierte Stähle mit $\text{Ni} \leq 10,0\%$
	9.1	Nickellegierte Stähle mit $\text{Ni} \leq 3,0\%$
	9.2	Nickellegierte Stähle mit $3,0\% < \text{Ni} \leq 8,0\%$
	9.3	Nickellegierte Stähle mit $8,0\% < \text{Ni} \leq 10,0\%$

Fortsetzung und Fußnoten s. nächste Seite

Tabelle 585.1, Fortsetzung

Gruppe	Untergruppe	Stahlsorte
10		Austenitische ferritische nichtrostende Stähle (Duplex)
	10.1	Austenitische ferritische nichtrostende Stähle mit $Cr \leq 24\%$
	10.2	Austenitische ferritische nichtrostende Stähle mit $Cr > 24\%$
11		Stähle der Gruppe 1 <sup>3)</sup> mit Ausnahme $0,25\% < C \leq 0,85\%$
	11.1	Stähle wie in Gruppe 11 ausgeführt, mit $0,25\% < C \leq 0,35\%$
	11.2	Stähle wie in Gruppe 11 ausgeführt, mit $0,35\% < C \leq 0,5\%$
	11.3	Stähle wie in Gruppe 11 ausgeführt, mit $0,5\% < C \leq 0,85\%$

*Anmerkung* Unter Berücksichtigung der tatsächlichen Produktanalyse dürfen Stähle der Gruppe 2 als Stähle der Gruppe 1 eingestuft werden.

<sup>1)</sup> In Übereinstimmung mit den Angaben der Werkstoffnormen darf  $R_{eH}$  durch  $R_{p0,2}$  oder  $R_{t0,5}$  ersetzt werden.

<sup>2)</sup> Ein höherer Wert wird akzeptiert, vorausgesetzt dass  $Cr + Mo + Ni + Cu + V \leq 0,75\%$ .

<sup>3)</sup> Ein höherer Wert wird akzeptiert, vorausgesetzt dass  $Cr + Mo + Ni + Cu + V \leq 1\%$ .

Dieser Fachbericht ist erstellt worden, um für die schweißgeeigneten Werkstoffe Gruppen mit vergleichbaren kennzeichnenden Eigenschaften zu schaffen. Diese Gruppeneinteilung soll anwendungsübergreifend für vergleichbare Festlegungen benutzt werden, z. B. für Anwendungsnormen über Druckbehälter, Rohrleitungen, Gasversorgung, Dampfkessel, den Hochbau und den Fahrzeugbau.

Um auch besondere Eigenschaften wie Verhalten bei Wärmebehandlung und Umformung zu erfassen, sind die Gruppen fein unterteilt. Es ist jedoch ausdrücklich beabsichtigt, für Nachweise an Werkstoffen mit vergleichbarem Eigenschaftsprofil, diese in Werkstoffgruppen zusammenzufassen, z. B. für Schweißerprüfungen und Schweißverfahrensprüfungen.

Der DIN-Fachbericht CEN ISO/TR 15608 wird ergänzt durch die drei DIN-Fachberichte:

**CEN ISO/TR 20172 Schweißen – Werkstoffgruppeneinteilung – Europäische Werkstoffe (Aug 2006)**

**CEN ISO/TR 20173 – Amerikanische Werkstoffe (Aug 2006)**

**CEN ISO/TR 20174 – Japanische Werkstoffe (Aug 2006)**

Diese Technischen Berichte erfassen Werkstoffe, die jeweils für Europa, den USA und Japan spezifisch sind. In diesen Technischen Berichten werden Werkstoffe den entsprechenden Werkstoffgruppen nach CEN ISO/TR 15608 zugeordnet.

**DIN EN ISO 9692-1 Schweißen und verwandte Prozesse – Empfehlungen zur Schweißnahtvorbereitung – Teil 1: Lichtbogenhandschweißen, Schutzgasschweißen, Gasschweißen, WIG-Schweißen und Strahlschweißen von Stählen (Mai 2004)**

**DIN EN ISO 9692-2 Schweißen und verwandte Verfahren – Schweißnahtvorbereitung – Teil 2: Unterpulverschweißen von Stahl (Sep 1999)**

**DIN EN ISO 9692-3 Schweißen und verwandte Prozesse – Empfehlungen für Fugenformen – Teil 3: Metall-Inertgasschweißen und Wolfram-Inertgasschweißen von Aluminium und Aluminiumlegierungen (Mai 2001)**

**DIN EN ISO 9692-4 Schweißen und verwandte Prozesse – Empfehlungen zur Schweißnahtvorbereitung – Teil 4: Plattierte Stähle (Okt 2003)**

Die Normenreihe DIN EN ISO 9692 enthält Rahmenfestlegungen zur Beschreibung der Schweißnahtvorbereitung und eine Sammlung von bewährten Maßen und Formen.

Die Empfehlungen sind aufgrund von Erfahrungen aufgestellt worden und enthalten Maße für Arten der Schweißnahtvorbereitung, die in der Regel den günstigsten Schweißbedingungen entsprechen. Angesichts des umfassenden Anwendungsbereiches sind jedoch die Zahlenwerte nur in Grenzen festgelegt. Die festgelegten Maßreihen stellen Konstruktionsgrenzen dar und sind keine Grenzabmaße für Fertigungszwecke. Fertigungsgrenzen hängen z. B. ab von Schweißprozess, Grundwerkstoff, Schweißposition, Bewertungsgruppe usw.


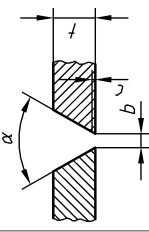


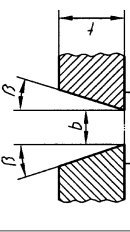
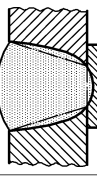

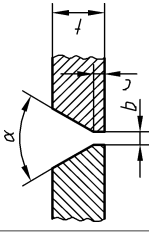
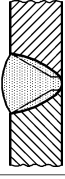

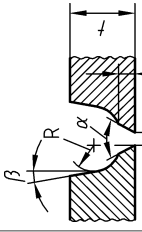
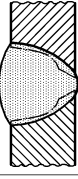
DIN EN ISO 9692-1 legt Arten der Schweißnahtvorbereitung für Stahl, für Lichtbogenhandschweißen, Metall-Schutzgasschweißen, Gasschweißen, WIG-Schweißen und Strahlschweißen fest und gilt für Schweißnahtvorbereitungen für vollangeschlossene Querschnitte an Stumpfnähten (s. Tab. 588.1) und Kehlnähten. Für nicht vollangeschlossene Querschnitte können die Arten der Schweißnahtvorbereitung und Maße abweichend von dieser Norm festgelegt werden.

Tabelle 588.1 Schweißnahtvorbereitung für Stumpfnähte, einseitig geschweißt (aus DIN EN ISO 9692-1)

Kenn- zahl Nr	Werk- stück- dicke $t$ mm	Art der Schweißnaht- vorbereitung	Symbol (nach ISO 2553)	Schnitt 	Winkel <sup>1)</sup> $\alpha, \beta$	Maße			Empfohlener Schweiß- prozess <sup>3)</sup> (nach ISO 4063)	Darstellung	Bemer- kungen
						Spalt <sup>2)</sup> $b$ mm	Steg- höhe $c$ mm	Flanken- höhe $h$ mm			
1.1	$\leq 2$	Kanten bördeln			-	-	-	-	3 111 141 512		Meist ohne Zusatz- werkstoff
1.2.1	$\leq 4$					$\approx t$			3 111 141		-
1.2.2	$3 < t \leq 8$  $\leq 15$	I-Fuge			-	$6 \leq b \leq 8$	-	-	13 141 <sup>3)</sup>		Mit Schweiß- bad- sicherung
						$\approx t$					
						$\leq 1^4)$					
1.2.3	$\leq 100$	I-Fuge mit Schweißbad- sicherung			-	0			51		
1.2.4		I-Fuge mit Zentrierlippe									

Fortsetzung s. nächste Seiten

Tabelle 588.1, Fortsetzung

Kennzahl Nr	Werkstückdicke $t$ mm	Art der Schweißnahtvorbereitung	Symbol (nach ISO 2553)	Schnitt	Winkel <sup>1)</sup> $\alpha, \beta$	Maße		Flankenhöhe $h$ mm	Empfohlener Schweißprozess <sup>3)</sup> (nach ISO 4063)	Darstellung	Bemerkungen
						Spalt <sup>2)</sup> $b$ mm	Steghöhe $c$ mm				
1.3	$3 < t \leq 10$	V-Fuge			$40^\circ \leq \alpha \leq 60^\circ$	$\leq 4$	$\leq 2$	-	3 111 13 141		Gegebenfalls mit Schwelbadsicherung
	$6^\circ \leq \alpha \leq 8^\circ$				-	-	-	52 <sup>4)</sup>			
1.4	$> 16$	Steifflanken-V-Fuge			$5^\circ \leq \beta \leq 20^\circ$	$5 \leq b \leq 15$	-	-	111 13		Mit Schwelbadsicherung
1.5	$5 \leq t \leq 40$	Y-Fuge			$\alpha \approx 60^\circ$	$1 \leq b \leq 4$	$2 \leq c \leq 4$	-	111 13 141		-
1.6	$> 12$	U-Fuge auf V-Wurzel			$60^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$ $8^\circ \leq \beta \leq 12^\circ$	$1 \leq b \leq 3$	-	$\approx 4$	111 13 141		$6 \leq R \leq 9$

Fortsetzung s. nächste Seiten



Tabelle 588.1, Fortsetzung

Kennzahl Nr	Werkstückdicke $t$ mm	Art der Schweißnahtvorbereitung	Symbol (nach ISO 2553)	Schnitt	Winkel <sup>1)</sup> $\alpha, \beta$	Maße		Empfohlener Schweißprozess <sup>2)</sup> (nach ISO 4063)	Darstellung	Bemerkungen
						Spalt <sup>2)</sup> $b$ mm	Steghöhe $c$ mm			
1.7	$> 12$	V-Fuge auf V-Wurzel			$60^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$ $10^\circ \leq \beta \leq 15^\circ$	$2 \leq b \leq 4$	$> 2$	111 13 141		-
1.8	$> 12$	U-Fuge			$8^\circ \leq \beta \leq 12^\circ$	$\leq 4$	$\leq 3$	111 13 141		-
1.9.1	$3 < t \leq 10$	HV-Fuge			$35^\circ \leq \beta \leq 60^\circ$	$2 \leq b \leq 4$	$1 \leq c \leq 2$	111 13 141		-
1.9.2										

Fortsetzung und Fußnoten s. nächste Seite

Tabelle 588.1, Fortsetzung

Kennzahl Nr	Werkstückdicke $t$ mm	Art der Schweißnahtvorbereitung	Symbol (nach ISO 2553)	Schnitt	Winkel <sup>1)</sup> $\alpha, \beta$	Maße			Empfohlener Schweißprozess <sup>3)</sup> (nach ISO 4063)	Darstellung	Bemerkungen
						Spalt <sup>2)</sup> $b$ mm	Steghöhe $c$ mm	Flankenhöhe $h$ mm			
1.10	>16	Steiflanken-HV-Fuge			$15^\circ \leq \beta \leq 60^\circ$	$6 \leq b \leq 12$	-	-	111		Mit Schweißbad-sicherung
						$\approx 12$			13 141		
1.11	>16	HU-Fuge			$10^\circ \leq \beta \leq 20^\circ$	$2 \leq b \leq 4$	$1 \leq c \leq 2$	-	111 13 141		-
						-			52		
1.12	$\leq 15$	Stirnfläche rechtwinklig			-	-	-	-	52		-
	$\leq 100$					51					
1.13	$\leq 15$	Stirnfläche rechtwinklig			-	-	-	-	52		-
	$\leq 100$					51					

1) Für Schweißen in Position PC nach ISO 6947 (Querposition) auch größer und/oder unsymmetrisch.

2) Die angegebenen Maße gelten für den gehärteten Zustand.

3) Der Hinweis auf den Schweißprozess bedeutet nicht, dass er für den gesamten Bereich der Werkstückdicken anwendbar ist.

4) Mit Schweißzusatz.

5) Symbol und Kennzahl in ISO 2553:1992 noch nicht genannt.

**DIN EN ISO 13920 Schweißen – Allgmeintoleranzen für Schweißkonstruktionen – Längen- und Winkelmaße – Form und Lage (Nov 1996)**

Diese Norm legt Allgmeintoleranzen für Längen- (s. Tab. 592.1 und Bild 592.2) und Winkelmaße (s. Tab. 593.1) sowie Form und Lage an Schweißkonstruktionen in vier Toleranzklassen fest, die auf werkstattüblichen Genauigkeiten basieren. Das Hauptkriterium für die Auswahl einer bestimmten Toleranzklasse sollte sich auf die einzuhaltenden funktionellen Anforderungen beziehen.

Die anzuwendenden Toleranzen/Grenzabmaße sind in jedem Fall diejenigen, die in der Zeichnung angegeben sind. Statt einzelne Toleranzen/Grenzabmaße festzulegen, können die Toleranzklassen nach dieser Norm angewendet werden. Allgmeintoleranzen für Längen- und Winkelmaße sowie Form und Lage, wie sie in dieser Norm festgelegt sind, gelten für Schweißteile, Schweißgruppen, geschweißte Bauteile usw.

Die Festlegungen in dieser Norm basieren auf dem Unabhängigkeitsprinzip, das in DIN ISO 8015 „Technische Zeichnungen – Tolerierungsgrundsatz“ festgelegt ist. Danach sind die Maß-Grenzabweichungen und geometrischen Toleranzen unabhängig voneinander anzuwenden (s. Norm).

Fertigungsunterlagen, die Längen- oder Winkelmaße oder Angaben für Form und Lage ohne einzeln eingetragene Toleranzen/Grenzabmaße enthalten, sind als unvollständig anzusehen, wenn sie keinen oder nur einen unvollständigen Bezug auf die Allgmeintoleranzen haben.

Tabelle 592.1 Grenzabmaße für Längenmaße (aus DIN EN ISO 13920)

Toleranzklasse	Nennmaßbereich <i>l</i> (in mm)										
	2 bis 30	über 30 bis 120	über 120 bis 400	über 400 bis 1000	über 1000 bis 2000	über 2000 bis 4000	über 4000 bis 8000	über 8000 bis 12000	über 12000 bis 16000	über 16000 bis 20000	über 20000
	Grenzabmaße <i>t</i> (in mm)										
A	±1	±1	±1	±2	±3	±4	±5	±6	±7	±8	±9
B		±2	±2	±3	±4	±6	±8	±10	±12	±14	±16
C		±3	±4	±6	±8	±11	±14	±18	±21	±24	±27
D		±4	±7	±9	±12	±16	±21	±27	±32	±36	±40

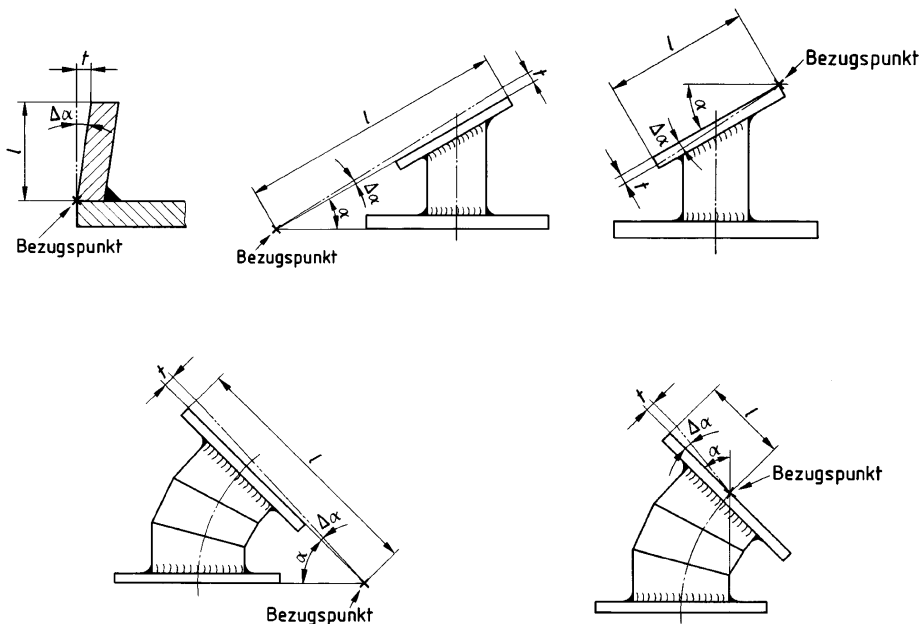


Bild 592.2 Nennmaßbereich *l*, Grenzabmaßbereich *t*, Winkelgrenzmaß  $\Delta\alpha$

Tabelle 593.1 Grenzmaße für Winkelmaße (aus DIN EN ISO 13920)

Toleranz- klasse	Nennmaßbereich $l$ (in mm) (Länge oder kürzerer Schenkel)			Toleranz- klasse	Nennmaßbereich $l$ (in mm) (Länge oder kürzerer Schenkel)		
	bis 400	über 400 bis 1000	über 1000		bis 400	über 400 bis 1000	über 1000
	Grenzabmaße $\Delta\alpha$ (in Grad und Minuten)				Gerechnete und gerundete Grenz- abmaße $t$ (in mm/m <sup>1</sup> )		
<b>A</b>	$\pm 20'$	$\pm 15'$	$\pm 10'$	<b>A</b>	$\pm 6$	$\pm 4,5$	$\pm 3$
<b>B</b>	$\pm 45'$	$\pm 30'$	$\pm 20'$	<b>B</b>	$\pm 13$	$\pm 9$	$\pm 6$
<b>C</b>	$\pm 1^\circ$	$\pm 45'$	$\pm 30'$	<b>C</b>	$\pm 18$	$\pm 13$	$\pm 9$
<b>D</b>	$\pm 1^\circ 30'$	$\pm 1^\circ 15'$	$\pm 1^\circ$	<b>D</b>	$\pm 26$	$\pm 22$	$\pm 18$

<sup>1)</sup> Die Angabe in mm/m entspricht dem Tangenswert der Grenzabmaße. Sie ist mit der Länge in Meter des kürzeren Schenkels zu multiplizieren.

### 13.1.3 Schweißzusätze und Hilfsstoffe

**Schweißzusatz** nach DIN-Fachbericht CEN/TR 14599: Werkstoff, der beim Schweißen zugeführt wird und zur Schweißnahtbildung beiträgt.

**Hilfsstoff** nach DIN-Fachbericht CEN/TR 14599: Stoff, der den Schweißvorgang ermöglicht oder erleichtert, im Wesentlichen aber nicht Bestandteil der Schweißung wird (z. B. Schutzgas, Schweißpulver).

#### DIN EN 439 Schweißzusätze – Schutzgase zum Lichtbogenschweißen und Schneiden (Mai 1995)

Es wird die Einteilung der Schutzgase in Übereinstimmung mit ihren chemischen Eigenschaften als Grundlage für die Zulassung von Draht-Schutzgas-Kombinationen festgelegt. Schutzgase werden gasförmig oder flüssig geliefert, als Einzelgase oder als Mischgase. Schutzgase werden wie folgt eingeteilt:

- R = reduzierende Mischgase;
- I = inerte Gase und inerte Mischgase;
- M = oxidierende Mischgase auf Argon-Basis, die Sauerstoff, Kohlendioxid oder beides enthalten;
- C = stärker oxidierende Gase und Mischgase;
- F = reaktionsträges Gas oder reduzierende Mischgase.

Schutzgase werden wie folgt bezeichnet:

**Schutzgas EN 439 – I3**

Benennung Norm-Nummer Mischgas mit 30 % Helium und Rest Argon

**Schutzgas EN 439 – M24**

Benennung Norm-Nummer Mischgas mit 10 % Kohlendioxid, 3 % Sauerstoff und Rest Argon

Tabelle 593.2 Einteilung der Schutzgase für Lichtbogenschweißen (aus DIN EN 439)

Kurzbezeichnung <sup>1)</sup> Gruppe	Kenn- zahl	Komponenten in Volumen-Prozent						Übliche Anwendung	Bemer- kung
		oxidierend		inert		reduzie- rend	reaktions- träge		
		CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	Ar	He	H <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>		
R	1			Rest <sup>2)</sup>		> 0 bis 15		WIG, Plasmaschweißen, Plasmaschneiden, Wurzelschutz	reduzie- rend
	2			Rest <sup>2)</sup>		> 15 bis 35			
I	1			100				MIG, WIG, Plasmaschweißen, Wurzelschutz	inert
	2				100				
	3			Rest	> 0 bis 95				
M1	1	> 0 bis 5		Rest <sup>2)</sup>				MAG	schwach oxidierend
	2	> 0 bis 5		Rest <sup>2)</sup>					
	3		> 0 bis 3	Rest <sup>2)</sup>		> 0 bis 5			
	4	> 0 bis 5	> 0 bis 3	Rest <sup>2)</sup>					
M2	1	> 5 bis 25		Rest <sup>2)</sup>					
	2		> 3 bis 10	Rest <sup>2)</sup>					
	3	> 0 bis 5	> 3 bis 10	Rest <sup>2)</sup>					
	4	> 0 bis 25	> 0 bis 8	Rest <sup>2)</sup>					

Fortsetzung s. nächste Seite

Tabelle 593.2 Fortsetzung

Kurzbezeichnung <sup>1)</sup> Gruppe	Kenn- zahl	Komponenten in Volumen-Prozent						Übliche Anwendung	Bemer- kung
		oxidierend		inert		reduzie- rend	reaktions- träge		
		CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	Ar	He	H <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>		
M3	1	>25 bis 50	> 10 bis 15	Rest <sup>2)</sup>					
	2								
	3								
C	1	100 Rest	>0 bis 30						stark oxidierend
	2								
F	1					>0 bis 50	100 Rest	Plasmaschneiden, Wurzelschutz	reaktions- träge
	2								reduzie- rend

<sup>1)</sup> Wenn Komponenten zugemischt werden, die nicht in der Tabelle aufgeführt sind, so wird das Mischgas als Spezialgas und mit dem Buchstaben S bezeichnet.

<sup>2)</sup> Argon kann bis zu 95 % durch Helium ersetzt werden. Der Helium-Anteil wird mit einer zusätzlichen Kennzahl angegeben.

### DIN EN 760 Schweißzusätze – Pulver zum Unterpulverschweißen – Einteilung (Mai 1996)

Schweißpulver zum Unterpulverschweißen sind körnige, schmelzbare Produkte mineralischen Ursprungs, die nach unterschiedlichen Methoden hergestellt werden. Schweißpulver beeinflussen die chemische Zusammensetzung und die mechanischen Eigenschaften des Schweißgutes. Die Strombelastbarkeit eines Schweißpulvers ist abhängig von verschiedenen Schweißbedingungen.

Die Kennzeichen für den Pulvertyp sind wie folgt festgelegt:

- MS Mangan-Silikat
- CS Calcium-Silikat
- ZS Zirkon-Silikat
- RS Rutil-Silikat
- AR Aluminat-Rutil
- AB Aluminat-basisch
- AS Aluminat-Silikat
- AF Aluminat-Fluorid-basisch
- FB Fluorid-basisch
- Z weitere

Des Weiteren wird nach 3 Pulverklassen unterschieden:

- Pulverklasse 1: für unlegierte und niedriglegierte Stähle
- Pulverklasse 2: für nicht rostende und hitzebeständige Stähle und Nickel
- Pulverklasse 3: durch Zubrand von Legierungselementen

Schweißpulver werden wie folgt bezeichnet:

**Schweißpulver EN 760** – **SF CS 1**  
 Benennung Norm-Nummer  
 S = Pulver  
 F = erschmolzenes Pulver  
 CS = Calcium-Silikat (Pulvertyp)  
 1 = Pulverklasse 1

### DIN EN ISO 544 Schweißzusätze – Technische Lieferbedingungen für metallische Schweißzusätze – Art des Produktes, Maße, Grenzmaße und Kennzeichnung (Feb 2004)

Diese Norm legt technische Lieferbedingungen für Schweißzusätze zum Schmelzschweißen fest. Tab. 594.1 enthält die Art der Produkte (Schweißzusatz) und die dazugehörigen Schweißprozesse.

Tabelle 594.1 Schweißzusatz (Art des Produktes) und zugehörige Schweißprozesse (aus DIN EN ISO 544)

Schweißzusatz (Art des Produktes)	Angewendet für Schweißprozess <sup>1)</sup>
Füllbandelektrode	EG, ES, S
Umhüllte Stabelektrode	E
Massivstab	W, O, P

Fortsetzung s. nächste Seite

Tabelle 594.1 Fortsetzung

Schweißzusatz (Art des Produktes)	Angewendet für Schweißprozess <sup>1)</sup>
Massivbandelektrode	ES, S
Draht	W, P, L, EB
Drahtelektrode	EG, ES, G, S
Füllstab	W, O, P
Fülldraht	L, W
Fülldrahtelektrode	EG, ES, P, S, T
Dünne Folie	L, EB

<sup>1)</sup> Zusammenhang zwischen den in dieser Norm benutzten Kurzzeichen und den Ordnungsnummern nach DIN EN ISO 4063 siehe nachfolgend:

E	Lichtbogenhandschweißen (111)	O	Gasschweißen mit Sauerstoff-Brenngasflamme (31)
EB	Elektronenstrahlschweißen (51)	P	Plasmaschweißen (15)
EG	Elektrogasschweißen (73)	S	Unterpulverschweißen (12)
ES	Elektroschlackeschweißen (72)	T	Metall-Lichtbogenschweißen mit Fülldrahtelektrode, mit oder ohne Schutzgas (136, 114)
G	Metall-Schutzgasschweißen (131, 135)	W	Wolfram-Inertgasschweißen (141)
L	Laserstrahlschweißen (52)		

Die festgelegten Maße und Grenzabmaße für Drähte, Elektroden und Stäbe enthält Tab. 596.1. Die werkstoff- und produktbezogene Matrix in Tab. 597.1 enthält alle derzeit erstellten Einteilungsnormen für Schweißzusätze. Die Einteilung der Schweißzusätze setzt sich im Wesentlichen aus folgenden Merkmalen zusammen:

- das erste Merkmal besteht aus dem Kurzzeichen für das Produkt/den Schweißprozess;
- das zweite Merkmal enthält das Kurzzeichen für die chemische Zusammensetzung des reinen Schweißgutes;
- das dritte Merkmal besteht aus dem Kennzeichen für den Typ der Füllung;
- das vierte Merkmal enthält das Kennzeichen für das Schutzgas;
- das fünfte Merkmal enthält die Kennziffer für die Schweißposition.

Die meisten Einteilungsnormen sind unter Anwendung des Kohabitationsprinzips erstellt worden, d. h., für denselben Normungsgegenstand werden in der Norm zwei Merkmalbeschreibungen, unterteilt in A und B, festgelegt. Die Merkmalbeschreibung gemäß A entspricht weitgehend den europäischen Festlegungen, die Merkmalbeschreibung gemäß B entspricht weitgehend den Festlegungen im Pazifikraum.

Es ist zu beachten, dass bei Anwendung dieser Normen im Vorfeld festzulegen ist, nach welcher Merkmalbeschreibung (A oder B) gefertigt bzw. geliefert wird.

**Bezeichnungsbeispiel 1 nach DIN EN ISO 17633** „Schweißzusätze – Fülldrahtelektroden und Füllstäbe zum Metall-Lichtbogenschweißen mit oder ohne Gasschutz von nichtrostenden und hitzebeständigen Stählen – Einteilung“:

Eine Fülldrahtelektrode (T) zum Metall-Lichtbogenschweißen mit Gasschutz liefert ein Schweißgut mit der chemischen Zusammensetzung innerhalb der Grenzen der Nennzusammensetzung 19 12 3 L. Die Fülldrahtelektrode mit einer Rutil-Füllung und einer langsam erstarrenden Schlacke (R) wurde mit Mischgas (M) geprüft und kann in Wannen- und in Horizontal-Vertikalposition (3) verschweißt werden.

Die **Bezeichnung** lautet wie folgt: **ISO 17633-A – T 19 12 3 L R M 3**

Dabei ist:

ISO 17633-A	die Nummer der Norm mit der Einteilung nach der Nennzusammensetzung (Merkmal A)
T	die Fülldrahtelektrode/Metall-Lichtbogenschweißen
19 12 3 L	die chemische Zusammensetzung des reinen Schweißgutes
R	der Typ der Füllung
M	das Schutzgas
3	die Schweißposition

Tabelle 596.1 Maße und Grenzabmaße für Drähte, Elektroden und Stäbe (aus DIN EN ISO 544) <sup>1)</sup> Maße in Millimeter

Schweißprozess <sup>4)</sup>	Drähte und Drahtelektroden		Fülldrähte und Fülldrahtelektroden		Stäbe			Umhüllte Stabelektroden <sup>2)</sup>					
	G, W, L, EB		S, ES, EG		T, S, EG		W, O, P			E			
	Durchmesser – Grenzabmaß	Durchmesser – Grenzabmaß	Durchmesser – Grenzabmaß	Durchmesser – Grenzabmaß	Durchmesser – Grenzabmaß	Durchmesser – Grenzabmaß	Länge	Längen – Grenzabmaß	Durchmesser – Kernstab	Durchmesser – Grenzabmaß	Länge	Längen – Grenzabmaß	
0,5	+0,01/-0,03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
0,6													
0,8													
0,9		-											
1,0			+0,02/-0,05										
1,2													
1,4													
1,6	+0,01/-0,04												
1,8													
2,0		±0,04											
2,4							500 bis 1000	±5			200 bis 350	±5	
2,5													
2,8			+0,02/-0,06										
3,0	+0,01/-0,07												
3,2													
4,0		±0,06											
5,0	-		+0,02/-0,07								275 bis 450 <sup>3)</sup>	±5	
6,0													
8,0			+0,02/-0,08								±0,1		

1) Andere Maße können vereinbart werden.

2) Maße für den Kernstab.

3) Für besondere Fälle (z. B. Schwerkräftigbogenschweißen): Länge bis zu 1000 mm.

4) Erläuterungen Abkürzungen s. Tab. 594.1.

- Bedeutet, nicht anwendbar.

Tabelle 597.1 Matrix der Einteilungsnormen für Schweißzusätze (werkstoff- und produktbezogen)

Werkstoff Schweiß- zusatz (Art des Produktes)	Stahl			andere Werkstoffe					Anwendung		
	unlegiert und Feinkorn	hochfest	warmfest	nicht rostend und hitze- beständig	Aluminium + Legierung	Kupfer + Legierung	Nickel + Legierung	Gusseisen	Titanium + Legierung	Hartauf- tragung	Unter- wasser
<b>Stabelektrode</b>	DIN EN ISO 2560	DIN EN 757	DIN EN 1599	DIN EN 1600			DIN EN ISO 14172				DIN 2302
<b>SG-Drahtelektrode</b>	DIN EN 440	DIN EN ISO 16834						DIN EN ISO 1071			
<b>WIG-Stab/-Draht</b>	DIN EN 1668		DIN EN ISO 21952	DIN EN ISO 14343	DIN EN ISO 18273	DIN EN 14640	DIN EN ISO 18274		DIN EN ISO 24034		
<b>UP-Drahtelektrode + Pulver</b>	DIN EN 756 + DIN EN 760	DIN EN 14295									DIN EN 14700
<b>UP-Fülldraht- elektrode</b>			DIN EN ISO 24598								
<b>SG-Fülldraht- elektrode</b>	DIN EN 758	DIN EN ISO 18276	DIN EN ISO 17634	DIN EN ISO 17633				DIN EN ISO 1071			
<b>Autogenstab</b>	DIN EN 12536		DIN EN 12536								

SG = Schutzgas  
WIG = Wolfram-Inertgas  
UP = Unterpulver



**Bezeichnungsbeispiel 2 nach DIN EN ISO 17634** „Schweißzusätze – Fülldrahtelektroden zum Metall-Schutzgasschweißen von warmfesten Stählen – Einteilung“

Eine Fülldrahtelektrode (T) zum Metall-Schutzgasschweißen liefert ein Schweißgut mit einer chemischen Zusammensetzung innerhalb der Grenzen des Legierungskurzzeichens CrMo1. Die Fülldrahtelektrode mit einer basischen Füllung (B) wurde mit einem Mischgas (M) geprüft und kann für Stumpf- und Kehlnähte in Wannenposition (4) angewendet werden. Der Wasserstoffgehalt wird nach ISO 3690 ermittelt und überschreitet nicht 5 ml/100g aufgetragenes Schweißgut (H5).

Die **Bezeichnung** lautet wie folgt: **ISO 17634-A – T CrMo1 B M 4 H5**

Dabei ist:

ISO 17634-A	die Nummer der Norm mit der Einteilung nach der chemischen Zusammensetzung (Merkmal A)		
T	Fülldrahtelektrode/Metall-Lichtbogenschweißen	M	das Schutzgas
CrMo1	die chemische Zusammensetzung des reinen Schweißgutes	4	die Schweißposition
B	der Typ der Füllung	H5	der Wasserstoffgehalt

**Bezeichnungsbeispiel 3 nach DIN EN ISO 18274** „Schweißzusätze – Massivdrähte, -bänder und -stäbe zum Schmelzschiessen von Nickel und Nickellegierungen – Einteilung“

Ein Massivdraht (S) zum Metall-Schutzgasschweißen mit einer chemischen Zusammensetzung innerhalb der Grenzen für das Legierungskurzzeichen Ni 6625 (NiCr22Mo9Nb) wird bezeichnet.

Die **Bezeichnung** lautet wie folgt: **ISO 18274 – S Ni 6625 (NiCr22Mo9Nb)**

Dabei ist:

ISO 18274	die Nummer der Norm		
S	die Produktform (S = Massivdraht)		
Ni 6625	das Kurzzeichen für die chemische Zusammensetzung des Schweißzusatzes		
NiCr22Mo9Nb	das zusätzlich anwendbare Legierungskurzzeichen für die chemische Zusammensetzung des Schweißzusatzes		

## 13.1.4 Fertigung und Qualitätssicherung

### 13.1.4.1 Schweißtechnisches Personal

Für das schweißtechnische Personal wurden für:

- Schweißer;
- Bediener/Einrichter;
- Schweißaufsicht

eine Reihe von Normen erarbeitet.

**DIN EN 287-1 Prüfung von Schweißern – Schmelzschiessen – Teil 1: Stähle (Jun 2006)**

**DIN EN ISO 9606-2 – Teil 2: Aluminium und Aluminiumlegierungen (Mär 2005)**

**DIN EN ISO 9606-3 – Teil 3: Kupfer und Kupferlegierungen (Jun 1999)**

**DIN EN ISO 9606-4 – Teil 4: Nickel und Nickellegierungen (Jun 1999)**

**DIN EN ISO 9606-5 – Teil 5: Titan und Titanlegierungen, Zirkonium und Zirkoniumlegierungen (Apr 2000)**

Mit diesen Normen wird sichergestellt, dass die Handfertigkeitsprüfung nach einheitlichen Bestimmungen und an vereinheitlichten Prüfstücken unter gleichen Bedingungen – unabhängig vom Anwendungsbereich – durchgeführt wird. Die bestandene Prüfung nach diesen Normen beweist, dass der Schweißer das notwendige Mindestmaß an handwerklicher Fertigkeit und die erforderlichen Fachkenntnisse für seinen betrieblichen Einsatz nachgewiesen hat.

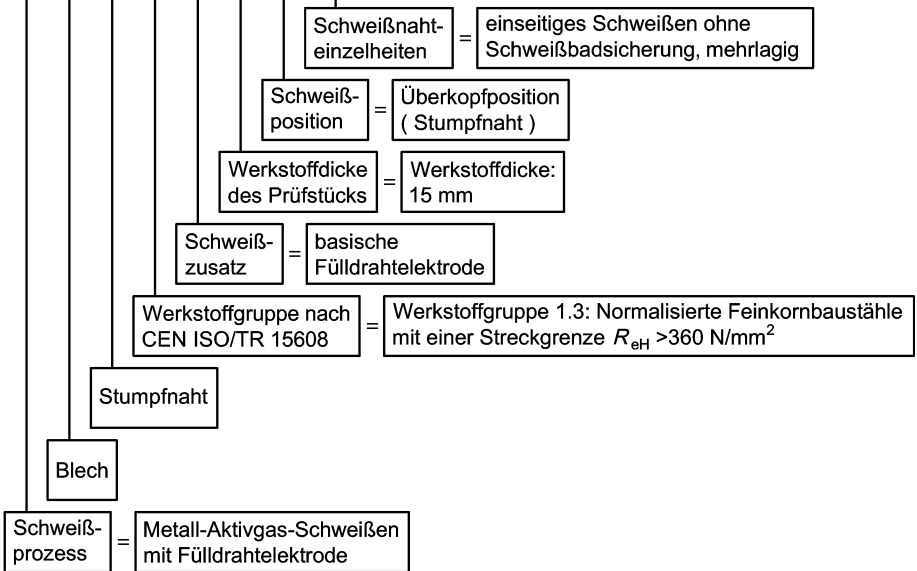
Diese Normen geben damit die technischen Voraussetzungen für die gegenseitige Anerkennung vergleichbarer Schweißerprüfungen durch die für die verschiedenen Anwendungsbereiche zuständigen Stellen.

Es muss bestätigt werden, dass der Schweißer die Prüfung bestanden hat. Alle wichtigen Einflussgrößen müssen in der Schweißer-Prüfungsbescheinigung enthalten sein. Wenn eine der für das Prüfstück vorgeschriebenen Prüfungen nicht bestanden wurde, darf keine Schweißer-Prüfungsbescheinigung ausgestellt werden.

Schweißer-Prüfungsbescheinigungen können durch einen Prüfer/eine Prüfstation verlängert werden (s. Norm).

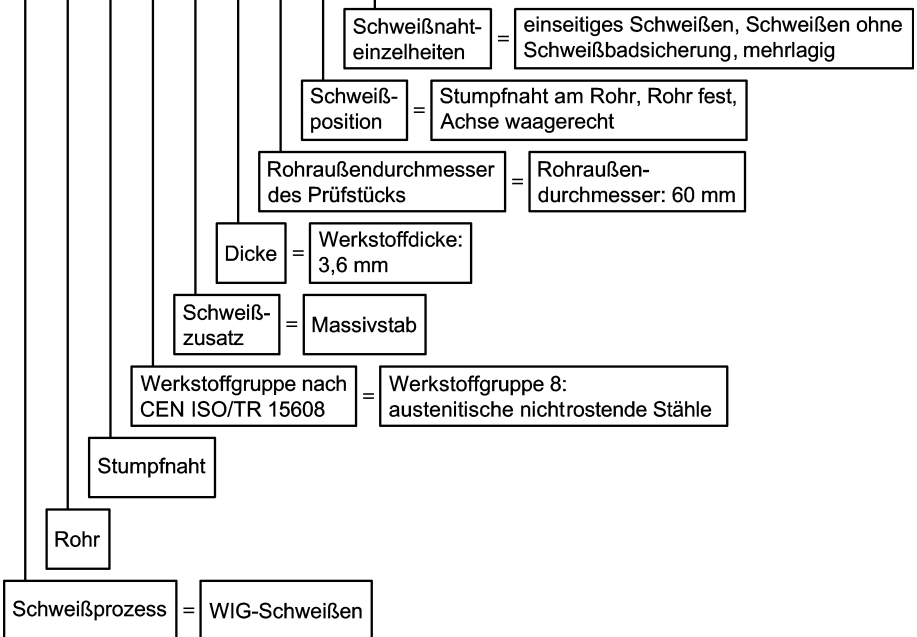
**Bezeichnungsbeispiel 1 – Schweißerprüfung am Blech:**

EN 287-1 136 P BW 1.3 B t15 PE ss nb



**Bezeichnungsbeispiel 2 – Schweißerprüfung am Rohr:**

EN 287-1 141 T BW 8 S t3.6 D60 PF ss nb



### **DIN EN 1418 Schweißpersonal – Prüfung von Bedienern von Schweißeinrichtungen zum Schmelzschweißen und von Einrichtern für das Widerstandsschweißen für vollmechanisches und automatisches Schweißen von metallischen Werkstoffen (Jan 1998)**

Mit dieser Norm ist beabsichtigt, die Grundlage für die gegenseitige Anerkennung von Prüfungen über das Können der Bediener von Schweißgeräten und der Einrichter für das Widerstandsschweißen in den verschiedenen Anwendungsgebieten durch die Prüfstellen zu schaffen.

Bediener an Schmelzschweißeinrichtungen sind Personen, die vollmechanisches oder automatisches Schweißen durchführen. Bediener an Widerstandsschweißeinrichtungen sind Einrichter für das mechanische oder automatische Schweißen. Der Nachweis der Eignung der Bediener ist möglich basierend auf:

- a) der Grundlage einer Schweißverfahrensprüfung nach zutreffendem Teil der Normenreihe DIN EN ISO 15614;
- b) der Grundlage einer schweißtechnischen Prüfung vor Fertigungsbeginn nach DIN EN ISO 15613 oder einer Fertigungsprüfung;
- c) der Grundlage von Stichprobenprüfungen;
- d) der Grundlage einer Funktionsprüfung.

Die Prüfungen gelten jeweils für eine Dauer von zwei Jahren bei angemessener Beschäftigung im Geltungsbereich der nachgewiesenen Prüfung und ohne Unterbrechung der Tätigkeit von mehr als sechs Monaten. Sie können jeweils um zwei Jahre verlängert werden bei Einhaltung der vorgegebenen Bedingungen.

### **DIN EN ISO 14731 Schweißaufsicht – Aufgaben und Verantwortung (Dez 2006)**

Schweißen ist ein spezieller Prozess, für den eine Abstimmung der schweißtechnischen Tätigkeiten erforderlich ist, um Vertrauen in die schweißtechnische Fertigung und in die zuverlässige Funktion im Betrieb sicherzustellen. Die Aufgaben und Verantwortung des Personals, das die mit der Schweißtechnik verbundenen Tätigkeiten beeinflusst, z. B. Planung, Ausführung, Überwachung und Überprüfung, sind eindeutig festzulegen.

Diese Norm legt die qualitätsbezogene Verantwortung und die Aufgaben einschließlich der Koordinierung der schweißtechnischen Tätigkeiten fest. In jeder Herstellerorganisation kann die Schweißaufsicht durch eine oder mehrere Personen ausgeübt werden. Anforderungen an die Schweißaufsicht können durch einen Hersteller, einen Vertrag oder durch eine Anwendungsnorm festgelegt werden.

Für alle zugewiesenen Aufgaben muss das Schweißaufsichtspersonal fähig sein, die entsprechenden technischen Kenntnisse nachzuweisen, die ihm ermöglichen, diese Aufgaben zufriedenstellend auszuführen. Dies sind:

- allgemeine technische Kenntnisse;
- besondere technische Kenntnisse im Schweißen und verwandten Prozessen entsprechend der zugewiesenen Aufgaben. Diese sind durch eine Verbindung aus theoretischem Wissen, Schulung und/oder Erfahrung zu erwerben.

#### **13.1.4.2 Schweißanweisung/Schweißverfahrensprüfung**

### **DIN EN ISO 15607 Anforderung und Qualifizierung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe – Allgemeine Regeln (Mrz 2004)**

Diese Norm legt allgemeine Regeln für die Anforderung und Qualifizierung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe fest und ist für manuelles, mechanisches und automatisches Schweißen anwendbar.

Die Norm beinhaltet z. B. folgende Definitionen, die für die Anwendung der Normenreihe DIN EN ISO 15609 über Schweißanweisungen bis DIN EN ISO 15614 über Schweißverfahrensprüfungen notwendig sind.

**Schweißverfahren:** Vorgeschriebener Ablauf von Tätigkeiten, der zur Herstellung einer Schweißung zu befolgen ist, einschließlich der(s) Schweißprozesse(s), der Hinweise auf die Werkstoffe, die Schweißzusätze, die Vorbereitung, die Vorwärmung (falls notwendig), Verfahren und die Überwachung des Schweißens sowie die Wärmenachbehandlung (falls entscheidend) und die notwendigen eingesetzten Einrichtungen.

**vorläufige Schweißanweisung (pWPS):** Ein Dokument, das die erforderlichen Einflussgrößen eines Schweißverfahrens enthält und das die Basis für den Qualifizierungsprozess nach einem beschriebenen Verfahren darstellt.

**Schweißanweisung (WPS):** Ein Dokument, das durch ein Verfahren qualifiziert wurde und die erforderlichen Einflussgrößen des Schweißverfahrens enthält, um die Wiederholbarkeit beim Schweißen in der Fertigung sicherzustellen.

**Arbeitsanweisung:** Vereinfachte Vorschrift für das Schweißverfahren, das für die direkte Anwendung in der Werkstatt geeignet ist.

**Bericht über die Qualifizierung des Schweißverfahrens (WPQR):** Bericht, der alle erforderlichen Daten enthält, die für die Qualifizierung einer vorläufigen Schweißanweisung benötigt werden.

**Schweißverfahrensprüfung:** Herstellung und Prüfung eines genormten Prüfstücks entsprechend der Angabe in der pWPS, um ein Schweißverfahren zu qualifizieren.

Die Qualifizierung von Schweißverfahren muss vor Beginn des eigentlichen Schweißens in der Fertigung durchgeführt werden.

Der Hersteller muss eine pWPS vorbereiten und sicherstellen, dass sie für die derzeitige Fertigung anwendbar ist. Dabei sind die Erfahrungen aus vorhergehenden Fertigungen und der allgemeine Kenntnisstand der Schweißtechnologie zu berücksichtigen.

Jede pWPS muss als Grundlage für die Erstellung eines WPQR verwendet werden. Sie wird durch eines der in Tab. 601.1 angegebenen Verfahren qualifiziert.

Tabelle 601.1 Verfahren der Qualifizierung (aus DIN EN ISO 15607)

Verfahren beruht auf	Anwendung
Schweißverfahrensprüfung	Kann immer angewendet werden, es sei denn, die Verfahrensprüfung berücksichtigt nicht ausreichend die Nahtgeometrie, Einspannung bzw. Zugänglichkeit zur eigentlichen Schweißnaht. Anforderungen sind im entsprechenden Teil der DIN EN ISO 15614 festgelegt.
Geprüfte Schweißzusätze	Anwendung ist beschränkt auf die Schweißverfahren, bei denen Schweißzusätze verwendet werden. Die Prüfung der Schweißzusätze muss den Grundwerkstoff, der in der Fertigung verwendet wird, abdecken. Weitere Einschränkungen in Bezug auf Werkstoff und andere Parameter sind in DIN EN ISO 15610 festgelegt.
Vorliegende schweißtechnische Erfahrung	Die Anwendung ist auf die Verfahren beschränkt, die früher bei einer großen Anzahl von Schweißungen an vergleichbaren Teilen, Verbindungen und Werkstoffen angewandt wurden. Anforderungen sind in DIN EN ISO 15611 festgelegt.
Standardschweißverfahren	Ähnlich der Verfahrensprüfung, Einschränkungen sind in DIN EN ISO 15612 festgelegt.
Vorgezogene Arbeitsprüfung	Kann prinzipiell immer angewendet werden, erfordert jedoch die Herstellung eines Prüfstücks unter Fertigungsbedingungen. Geeignet bei Massenproduktion. Anforderungen sind in DIN EN ISO 15613 festgelegt.

Tab. 602.1 enthält eine Übersicht über bestehende Normen für Anforderungen und Qualifizierungen von Schweißverfahren.

**DIN EN ISO 15609-1 Anforderung und Qualifizierung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe – Schweißanweisung – Teil 1: Lichtbogenschweißen (Jan 2005)**

**DIN EN ISO 15609-2 – Teil 2: Gasschweißen (Dez 2001)**

**DIN EN ISO 15609-3 – Teil 3: Elektronenstrahlschweißen (Okt 2004)**

**DIN EN ISO 15609-4 – Teil 4: Laserstrahlschweißen (Okt 2004)**

**DIN EN ISO 15609-5 – Teil 5: Widerstandsschweißen (Okt 2004)**

Schweißanweisungen werden benötigt, um notwendige Angaben für die Planung von schweißtechnischen Tätigkeiten und für die Qualitätsüberwachung während des Schweißens zu erstellen und festzulegen.

Diese Normen legen die Anforderungen an den Inhalt der Schweißanweisungen fest. Es sind solche Einflussgrößen aufgeführt, die die Qualität der Schweißverbindung beeinflussen.

Eine vorläufige Schweißanweisung/Schweißanweisung (pWPS/WPS) muss alle notwendigen Angaben enthalten, die zur Herstellung einer Schweißung erforderlich sind. Schweißanweisungen gelten für einen bestimmten Werkstoffdickenbereich sowie für einen Bereich der Grundwerkstoffe und eben-

Tabelle 602.1 Übersicht über Normen für Anforderungen und Qualifizierung von Schweißverfahren (aus DIN EN ISO 15607)

Prozess	Lichtbogenschweißen	Gasschmelzschweißen	Elektronenstrahl-schweißen	Laserstrahl-schweißen	Widerstands-schweißen	Bolzen-schweißen	Reib-schweißen
Allgemeine Regeln	DIN EN ISO 15607						
Richtlinien für eine Gruppeneinteilung	CEN ISO/TR 15608		<b>nicht zutreffend</b>				CEN ISO/TR 15608
WPS	DIN EN ISO 15609-1	DIN EN ISO 15609-2	DIN EN ISO 15609-3	DIN EN ISO 15609-4	DIN EN ISO 15609-5	DIN EN ISO 14555	DIN EN ISO 15620
geprüfte Schweißzusätze	DIN EN ISO 15610		<b>nicht zutreffend</b>				
vorliegende schweißtechnische Erfahrung	DIN EN ISO 15611						
Standard-schweißverfahren	DIN EN ISO 15612						
vorgezogene Arbeitsprüfung	DIN EN ISO 15613						
Schweiß-verfahrensprüfung	<b>DIN EN ISO 15614</b> Teil 1: Stahl/Nickel Teil 2: Aluminium Teil 3: Gusseisen Teil 4: Fertigungsschweißen von Aluminiumguss Teil 5: Titan/Zirkonium Teil 6: Kupfer Teil 7: Auftragschweißen Teil 8: Schweißen von Rohrböden Teil 10: Trockenschweißen unter Überdruck	<b>DIN EN ISO 15614</b> Teil 1: Stahl/Nickel Teil 3: Gusseisen Teil 6: Kupfer Teil 7: Auftrags-schweißen	<b>DIN EN ISO 15614</b> Teil 7: Auftragschweißen Teil 11: Elektronenstrahl-/Laserstrahlschweißen	<b>DIN EN ISO 15614</b> Teil 12: Punkt-, Rollennaht- und Buckel-schweißen Teil 13: Abbrein- und Press-schweißen			DIN EN ISO 15613 DIN EN ISO 15620

falls für Schweißzusätze. Einige Hersteller bevorzugen das Erstellen von zusätzlichen Arbeitsanweisungen für jede besondere Arbeitsaufgabe als Teil der ausführlichen Fertigungsplanung. Folgende Angaben sollten auf einer Schweißanweisung vorhanden sein:

### Schweißanweisung für das Lichtbogenschweißen

Schweißanweisung:

WPQR Nr.:

Hersteller:

Art des Tropfenübergangs:

Verbindungsart und Nahtart:

Einzelheiten der Fugenvorbereitung (Skizze)<sup>1)</sup>:

Art der Vorbereitung und Reinigung:

Bezeichnung des Grundwerkstoffs:

Werkstückdicke (mm):

Außendurchmesser (mm):

Schweißposition:

Gestaltung der Verbindung	Schweißfolgen

#### Einzelheiten für das Schweißen

Schweiß- raupe	Schweiß- prozess	Abmessung des Zusatz- werkstoffes	Stromstärke A	Spannung V	Stromart/ Polung	Draht- vorschub	Ausziehlänge/ Vorschubge- windigkeit <sup>1)</sup>	Wärmeein- bringung <sup>1)</sup>

Schweißzusatzbezeichnung und Fabrikat:

Sondervorschriften für Trocknung:

Schutzgas/Schweißpulverbezeichnung: – Schutzgas:  
– Wurzelschutz:

Gasdurchflussmenge: – Schutzgas:  
– Wurzelschutz:

Wolframelektrodenart/Durchmesser:

Einzelheiten über Ausfugen/Schweißbadsicherung:

Vorwärmtemperatur:

Zwischenlagentemperatur:

Wasserstoffarmglühen:

Haltezeittemperatur:

Wärmenachbehandlung und/oder Aushärten:

Zeit, Temperatur, Verfahren:

Aufheiz- und Abkühlungsraten<sup>1)</sup>:

Weitere Informationen<sup>1)</sup>: z. B.:

Pendeln (maximale Raupenbreite):

Oszillation: Amplitude, Frequenz, Verweilzeit

Einzelheiten für das Pulsschweißen:

Abstand Stromkontaktrohr/Werkstück:

Einzelheiten für das Plasmaschweißen:

Brenneranstellwinkel:

**Hersteller**

\_\_\_\_\_  
**Name, Datum und Unterschrift**

<sup>1)</sup> Falls gefordert.

**DIN EN ISO 15614-1 Anforderung und Qualifizierung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe – Schweißverfahrensprüfung – Teil 1: Lichtbogen- und Gasschweißen von Stählen und Lichtbogenschweißen von Nickel und Nickellegierungen (Nov 2004)**

DIN EN ISO 15614-1 stellt eines der fünf möglichen Verfahren zur Qualifizierung einer vorläufigen Schweißanweisung (pWPS) dar und legt fest, wie eine vorläufige Schweißanweisung durch Schweißverfahrensprüfungen qualifiziert wird.

Sie definiert die Bedingungen für die Durchführung der Schweißverfahrensprüfungen und den Geltungsbereich für Schweißverfahren für alle praktischen schweißtechnischen Tätigkeiten innerhalb des Bereiches der Einflussgrößen.

Die Prüfungsbescheinigung über die Qualifizierung des Schweißverfahrens muss folgendes beinhalten:

WPQR-Nr des Herstellers: ..... Prüfer oder Prüfstelle: .....

Hersteller: ..... Beleg-Nr: .....

Anschrift: .....

Regel/Prüfnorm: .....

Datum der Schweißung: .....

**Geltungsbereich**

Schweißprozess(e): .....

Stoßart/Nahtart: .....

Grundwerkstoffgruppe(n) und Untergruppe(n): .....

Dicke des Schweißgutes (mm): .....

Dicke des Grundwerkstoffes (mm): .....

Kehlnahtdicke (mm): .....

einlagig/mehrlagig: .....

Rohraußendurchmesser (mm): .....

Bezeichnung des Zusatzwerkstoffes: .....

Herstellart des Zusatzwerkstoffes: .....

Durchmesser des Zusatzwerkstoffes: .....

Bezeichnung des Schutzgases/Pulver: .....

Bezeichnung des Formiergases: .....

Schweißstromart und Polung: .....

Art des Tropfenüberganges: .....

Wärmeeinbringung: .....

Schweißpositionen: .....

Vorwärmtemperatur: .....

Zwischenlagentemperatur: .....

Wasserstoffarmglühen: .....

Wärmenachbehandlung: .....

Sonstige Angaben: .....

Hiermit wird bestätigt, dass die Prüfungsschweißungen in Übereinstimmung mit den Bedingungen der vorbezeichneten Regel bzw. Prüfnorm zufriedenstellend vorbereitet, geschweißt und geprüft worden sind.

.....  
 Ort Datum der Ausstellung Prüfer oder Prüfstelle Name, Datum und Unterschrift

Bild 604.1 Angabe in einer Prüfungsbescheinigung

**13.1.4.3 Richtlinien zum Schweißen**

Normen über Schweißrichtlinien vermitteln allgemeine Empfehlungen für eine zufriedenstellende Fertigung und Überwachung des Schweißens. Sie beschreiben Einzelheiten möglicher ungünstiger Erscheinungen, die auftreten können und geben Ratschläge für Verfahren, durch die sie vermieden werden können; sie sind festgelegt in der Normenreihe DIN EN 1011 (s. Normen):

- DIN EN 1011-1 Schweißen – Empfehlungen zum Schweißen metallischer Werkstoffe  
 – Teil 1: Allgemeine Anleitungen für das Lichtbogenschweißen (Sep 2002)
- DIN EN 1011-2 – Teil 2: Lichtbogenschweißen von ferritischen Stählen (Mai 2001)

- DIN EN 1011-3 – Teil 3: Lichtbogenschweißen von nichtrostenden Stählen (Jan 2001)  
 DIN EN 1011-4 – Teil 4: Lichtbogenschweißen von Aluminium und Aluminiumlegierungen (Feb 2001)  
 DIN EN 1011-5 – Teil 5: Schweißen von plattierten Stählen (Okt 2003)  
 DIN EN 1011-6 – Teil 6: Laserstrahlschweißen (Mär 2006)  
 DIN EN 1011-7 – Teil 7: Elektronenstrahlschweißen (Okt 2004)  
 DIN EN 1011-8 – Teil 8: Schweißen von Gusseisen (Feb 2005)

#### 13.1.4.4 Schweißtechnische Qualitätsanforderungen

- DIN EN ISO 3834-1 Qualitätsanforderungen für das Schmelzschweißen von metallischen Werkstoffen – Teil 1: Kriterien für die Auswahl der geeigneten Stufe der Qualitätsanforderungen (Mrz 2006)**  
**DIN EN ISO 3834-2 – Teil 2: Umfassende Qualitätsanforderungen (Mrz 2006)**  
**DIN EN ISO 3834-3 – Teil 3: Standard-Qualitätsanforderungen (Mrz 2006)**  
**DIN EN ISO 3834-4 – Teil 4: Elementare Qualitätsanforderungen (Mrz 2006)**  
**DIN EN ISO 3834-5 – Teil 5: Dokumente, deren Anforderungen erfüllt werden müssen, um die Übereinstimmung mit den Anforderungen nach ISO 3834-2, ISO 3834-3 oder ISO 3834-4 nachzuweisen (Mrz 2006)**

Schweißen wird im großen Umfang eingesetzt, um viele Produkte herzustellen. In einigen Firmen nehmen sie eine Schlüsselstellung in der Fertigung ein. Die Produkte können im Bereich einfach bis komplex liegen. Beispiele sind: Druckbehälter, Haushalts- und Agrargeräte, Krane, Brücken, Transportfahrzeuge und andere Gegenstände.

Diese Prozesse üben einen entscheidenden Einfluss auf die Herstellkosten und die Qualität des Produktes aus. Daher ist es wichtig, sicherzustellen, dass diese Prozesse in der effektivsten Weise ausgeführt werden und dass für alle Vorgänge geeignete Überwachungen vorgesehen werden.

Für das Schweißen gilt, dass die Ergebnisse durch nachfolgende Qualitäts- und Produktprüfungen nicht vollständig bestätigt werden können und bei denen sich z. B. Fertigungsmängel erst zeigen, nachdem das Produkt im Betrieb ist. Entsprechend werden ständige Überwachung und/oder Befolgung der dokumentierten Verfahrensanweisungen gefordert, um sicherzustellen, dass die festgelegten Anforderungen erfüllt werden.

Die Normenreihe DIN EN ISO 3834, die die schweißtechnischen Qualitätsanforderungen für das Schmelzschweißen in abgestufter Form enthält, wurde erstellt, um die erforderlichen Kontrollen und Verfahren je nach Anwendungsfall festzulegen.

Die Normenreihe DIN EN ISO 3834 kann in Verbindung mit DIN EN ISO 9001 „Qualitätsmanagementsysteme – Anforderungen“ und unabhängig von DIN EN ISO 9001 angewendet werden (s. Bild 606.1). Die Normreihe DIN EN ISO 3834 vereinigt drei Stufen von Qualitätsanforderungen, die in Produktnormen, Regelwerken und Verträgen aufgenommen oder vom Hersteller ausgewählt werden können. Die jeweilig auszuwählende Stufe ist abhängig von der Beschaffenheit des herzustellenden Produkts, von den Bedingungen, unter denen es verwendet wird und vom Anwendungsbereich der hergestellten Produkte. DIN EN ISO 3834-1 benennt die folgenden Kriterien als diejenigen, die bei der Auswahl der am besten geeigneten Stufe beachtet werden sollten:

1. der Umfang und die Bedeutung von kritischen Punkten hinsichtlich der Sicherheit der Produkte;
2. die Vielschichtigkeit der Herstellung;
3. der Anwendungsbereich der hergestellten Produkte;
4. die verschiedenen verwendeten Werkstoffe;
5. der Umfang, in welchem metallurgische Probleme auftreten könnten;
6. der Umfang, in welchem Herstellungsunregelmäßigkeiten, z. B. Versatz, Verzug, Schweißnahtunregelmäßigkeiten, die Produktherstellung beeinflussen.

Im Allgemeinen sollte die Standard-Stufe der Qualitätsanforderungen (nach DIN EN ISO 3834-3) für einen weiten Bereich der Produkte, die eine normale Sicherheitsbedeutung haben und dynamischer Belastung unterliegen können, ausreichend sein. Solche Produkte werden aus konventionellen Werkstoffen hergestellt, wenn die Schweißreignung bekannt ist und Vorkehrungen getroffen werden, um die mechanischen Leistungen sicherzustellen und Fehlervermeidung gut dokumentiert wird. Produkte, welche ein sehr geringes Sicherheitsbedürfnis haben und nur moderater statischer Belastung mit geringen dynamischen Anteilen unterliegen, verlangen normalerweise nur die elementare Stufe der Qualitätsanforderungen (nach DIN EN ISO 3834-4).



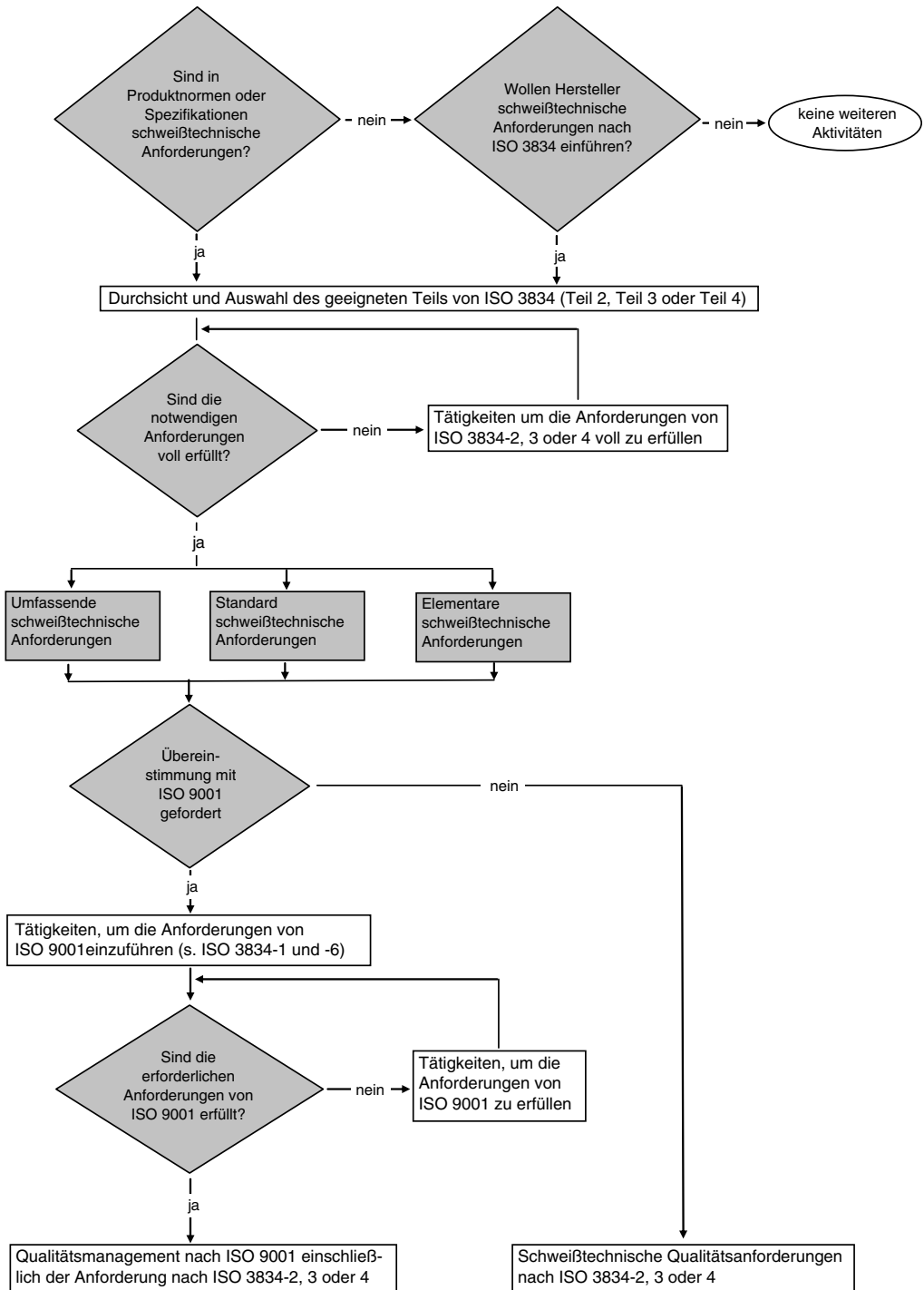


Bild 606.1 Flussdiagramm für die Auswahl der schweißtechnischen Qualitätsanforderungen

Wenn signifikante Sicherheitsfaktoren mit hoher statischer und dynamischer Belastung vorliegen und Werkstoffe für Anwendungen mit hoher Beanspruchung eingesetzt werden, ist die umfassende Stufe der Qualitätsanforderungen (nach DIN EN ISO 3834-2) angebracht. Wie dem auch sei, es kann Situationen geben, bei denen wegen der vorliegenden neuartigen konstruktiven Gestaltung und der Verwendung von neuen Produktionsprozessen die umfassende Stufe der Qualitätsanforderungen an Stelle der Standard-Stufe ausgewählt wird.

In DIN EN ISO 3834-1 wird ausgeführt, dass ein Hersteller der mit einer speziellen Stufe der Qualitätsanforderungen übereinstimmt, auch mit einer niedrigeren Stufe übereinstimmt. Das bedeutet, dass ein Hersteller, der Übereinstimmung mit DIN EN ISO 3834-2 nachweist, auch mit DIN EN ISO 3834-3 und DIN EN ISO 3834-4 übereinstimmt. Dies kann für einen Hersteller, der unterschiedliche Produkte produziert, von Bedeutung sein. Ein Teil davon kann umfassende Qualitätsanforderungen fordern, während andere nur Standard- oder elementare Qualitätsanforderungen fordern.

Qualitätsanforderungen für das Widerstandsschweißen sind in den Normen

DIN EN ISO 14554-1 Schweißtechnische Qualitätsanforderungen – Widerstandsschweißen metallischer Werkstoffe – Teil 1: Umfassende Qualitätsanforderungen (Jul 2000)

DIN EN ISO 14554-2 Schweißtechnische Qualitätsanforderungen – Widerstandsschweißen metallischer Werkstoffe – Teil 2: Elementar-Qualitätsanforderungen (Jul 2000)

festgelegt (s. Normen).

#### 13.1.4.5 Bewertungsgruppen von Unregelmäßigkeiten

**DIN EN ISO 5817** Schweißen – Schmelzschweißverbindungen an Stahl, Nickel, Titan und deren Legierungen (ohne Strahlschweißen) – Bewertungsgruppen von Unregelmäßigkeiten (Okt 2006)

**DIN EN ISO 10042** – Lichtbogenschweißverbindungen an Aluminium und seinen Legierungen – Bewertungsgruppen von Unregelmäßigkeiten (Feb 2006)

**DIN EN ISO 13919-1** – Elektronen- und Laserstrahl-Schweißverbindungen – Leitfaden für Bewertungsgruppen für Unregelmäßigkeiten – Teil 1: Stahl (Sep 2001)

**DIN EN ISO 13919-2** – Elektronenstrahl- und Laserstrahl-Schweißverbindungen – Richtlinie für Bewertungsgruppen für Unregelmäßigkeiten – Teil 2: Aluminium und seine schweißgeeigneten Legierungen (Jul 2001)

Diese Normen dienen als Referenznormen für die Festlegungen zur Bewertung von Schweißnähten sowohl für die verschiedenen Anwendungsgebiete, z. B. für Stahlbau, Druckbehälterbau, als auch für Prüfungsnachweise, z. B. für die Prüfung der Schweißer und Verfahrensprüfungen.

Der Zweck dieser Normen ist es, typische Unregelmäßigkeiten zu definieren, die in einer normalen Fertigung erwartet werden können. Es werden drei Gruppen (Bewertungsgruppen) festgelegt, aus denen eine Auswahl für eine bestimmte Anwendung getroffen werden kann.

Die drei Bewertungsgruppen sind so festgelegt, dass sie eine breite Anwendung in der schweißtechnischen Fertigung erlauben. Sie werden bezeichnet durch die Kennbuchstaben B, C und D. Bewertungsgruppe B entspricht den höchsten Anforderungen an die Schweißnaht. Die Bewertungsgruppen beziehen sich auf die Fertigungsqualität und nicht auf die Gebrauchstauglichkeit des gefertigten Erzeugnisses. Im Normalfall ist anzunehmen, dass für eine einzelne Schweißnaht die Toleranzwerte für die Unregelmäßigkeiten durch Festlegen einer Bewertungsgruppe bestimmt werden können. In einigen Fällen kann es jedoch nötig sein, unterschiedliche Bewertungsgruppen für verschiedene Unregelmäßigkeiten in der gleichen Schweißnaht festzulegen (Unterteilung in Anforderungen für innere und äußere Unregelmäßigkeiten).

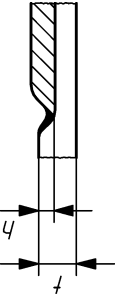
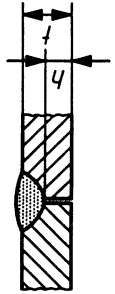
Bei der Auswahl der Bewertungsgruppen für eine bestimmte Anwendung sollten die Konstruktionsgegebenheiten, die nachfolgenden Prozesse (z. B. Oberflächenbehandlung), die Beanspruchungsarten (z. B. statisch, dynamisch), die Betriebsbedingungen (z. B. Temperatur, Umgebung) und die Fehlerfolgen beachtet werden.

Die Unregelmäßigkeiten sind mit ihrer wirklichen Größe angegeben und ihr Nachweis und ihre Bewertung können den Einsatz eines oder mehrerer Prüfverfahren, die in den Normen nicht vorgegeben sind, erfordern.

Diese Normen können direkt für die Sichtprüfung von Schweißungen oder Proben benutzt werden. Sie enthalten keine Einzelheiten über die zu empfehlenden Verfahren zum Nachweis, zur zerstörungsfreien Prüfung und zur Größenbestimmung.

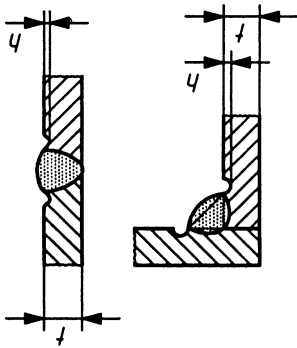
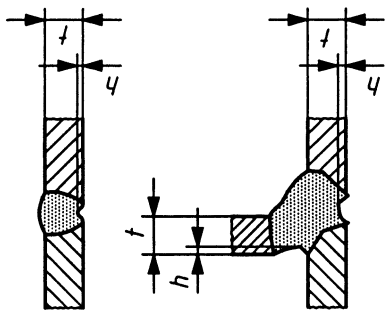
Tab. 608.1 enthält die Grenzen für Unregelmäßigkeiten bei Bewertungsgruppen (Auszug aus DIN EN ISO 5817).

Tabelle 608.1 Grenzen für Unregelmäßigkeiten – Auszug (aus DIN EN ISO 5817)

Nr.	Ordnungs-Nr. nach ISO 6520-1	Unregelmäßigkeit Benennung	Bemerkungen	t in mm	Grenzwerte für Unregelmäßigkeiten bei Bewertungsgruppen		
					D	C	B
<b>1 Oberflächenunregelmäßigkeiten</b>							
1.1	100	Riss	–	$\geq 0,5$	Nicht zulässig	Nicht zulässig	Nicht zulässig
1.2	104	Endkraterriß	–	$\geq 0,5$	Nicht zulässig	Nicht zulässig	Nicht zulässig
1.3	2017	Oberflächenpore	Größtmaß einer Einzelpore für – Stumpfnahte – Kehlnahte	0,5 bis 3	$d \leq 0,3s$ $d \leq 0,3a$	Nicht zulässig	Nicht zulässig
			Größtmaß einer Einzelpore für – Stumpfnahte – Kehlnahte	$> 3$	$d \leq 0,3s$ , aber max. 3 mm $d \leq 0,3a$ , aber max. 3 mm	$d \leq 0,2s$ , aber max. 2 mm $d \leq 0,2a$ , aber max. 2 mm	Nicht zulässig
1.4	2025	Offener Endkraterlunker		0,5 bis 3 $> 3$	$h \leq 0,2t$ $h \leq 0,2t$ , aber max. 2 mm	Nicht zulässig $h \leq 0,1t$ , aber max. 1 mm	Nicht zulässig Nicht zulässig
1.5	401	Bindefehler (unvollständige Bindung)	–	$\geq 0,5$	Nicht zulässig	Nicht zulässig	Nicht zulässig
		Mikro-Bindefehler	Nur nachzuweisen anhand einer mikroskopischen Untersuchung.		Zulässig	Zulässig	Nicht zulässig
1.6	4021	Ungenügender Wurzeleinbrand	Nur für einseitig geschweißte Stumpfnahte. 	$\geq 0,5$	Kurze Unregelmäßigkeit: $h \leq 0,2t$ , aber max. 2 mm	Nicht zulässig	Nicht zulässig

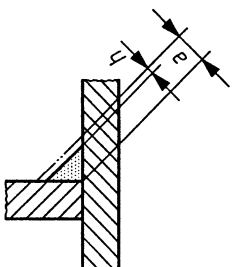
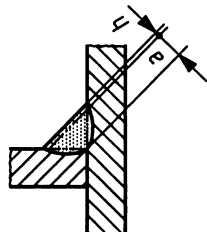
Fortsetzung s. nächste Seiten

Tabelle 608.1, Fortsetzung

Nr.	Ordnungs-Nr. nach ISO 6520-1	Unregelmäßigkeit Benennung	Bemerkungen	t in mm	Grenzwerte für Unregelmäßigkeiten bei Bewertungsgruppen		
					D	C	B
1.7	5011 5012	Durchlaufende Einbrandkerbe Nicht durchlaufende Einbrandkerbe	Weicher Übergang wird verlangt. Wird nicht als systematische Unregelmäßigkeit angesehen. 	0,5 bis 3	Kurze Unregelmäßigkeit: $h \leq 0,2t$	Kurze Unregelmäßigkeit: $h \leq 0,1t$	Nicht zulässig
				> 3	$h \leq 0,2t$ , aber max. 1 mm	$h \leq 0,1t$ , aber max. 0,5 mm	$h \leq 0,05t$ , aber max. 0,5 mm
1.17	515	Wurzelrückfall	Weicher Übergang wird verlangt. 	0,5 bis 3	$h \leq 0,2 \text{ mm} + 0,1t$	Kurze Unregelmäßigkeit: $h \leq 0,1t$	Nicht zulässig
				> 3	Kurze Unregelmäßigkeit: $h \leq 0,2t$ , aber max. 2 mm	Kurze Unregelmäßigkeit: $h \leq 0,1t$ , aber max. 1 mm	Kurze Unregelmäßigkeit: $h \leq 0,05t$ , aber max. 0,5 mm

Fortsetzung s. nächste Seiten

Tabelle 608.1, Fortsetzung

Nr.	Ordnungs-Nr. nach ISO 6520-1	Unregelmäßigkeit Benennung	Bemerkungen	t in mm	Grenzwerte für Unregelmäßigkeiten bei Bewertungsgruppen		
					D	C	B
1.20	5213	Zu kleine Kehlnahtdicke	Nicht anwendbar auf Prozesse mit Nachweis von größerem Einbrand. 	0,5 bis 3  >3	Kurze Unregelmäßigkeit: $h \leq 0,2 \text{ mm} + 0,1a$  Kurze Unregelmäßigkeit: $h \leq 0,3 \text{ mm} + 0,1a$ , aber max. 2 mm	Kurze Unregelmäßigkeit: $h \leq 0,2 \text{ mm}$  Kurze Unregelmäßigkeit: $h \leq 0,3 \text{ mm} + 0,1a$ , aber max. 1 mm	Nicht zulässig  Nicht zulässig
1.21	5214	Zu große Kehlnahtdicke	Die tatsächliche Nahtdicke der Kehlnaht ist zu groß. 	$\geq 0,5$	Zulässig	$h \leq 1 \text{ mm} + 0,2a$ , aber max. 4 mm	$h \leq 1 \text{ mm} + 0,15a$ , aber max. 3 mm
1.22	601	Zündstelle	-	$\geq 0,5$	Zulässig, wenn die Eigenschaften des Grundwerkstoffes nicht beeinflusst werden.	Nicht zulässig	Nicht zulässig

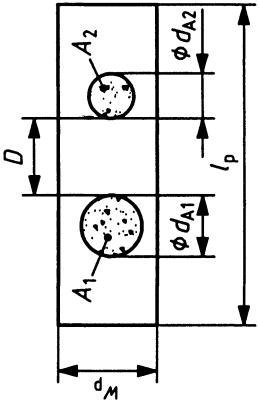
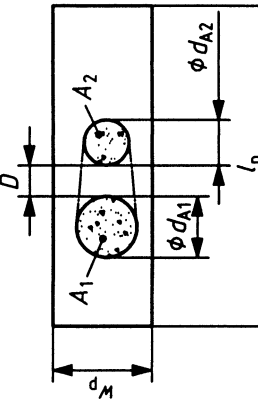
Fortsetzung s. nächste Seiten

Tabelle 608.1, Fortsetzung

Nr.	Ordnungs-Nr. nach ISO 6520-1	Unregelmäßigkeit Benennung	Bemerkungen	t in mm	Grenzwerte für Unregelmäßigkeiten bei Bewertungsgruppen		
					D	C	B
<b>2 Innere Unregelmäßigkeiten</b>							
2.1	100	Riss	Alle Risstypen außer Mikrorisse und Endkraterrisse.	≥ 0,5	Nicht zulässig	Nicht zulässig	Nicht zulässig
2.2	1001	Mikroriss	Ein Riss gewöhnlich nur sichtbar unter dem Mikroskop (50×).	≥ 0,5	Zulässig	Die Zulässigkeit hängt ab von der Art des Grundwerkstoffes und vor allem von der Rissanfälligkeit.	
2.3	2011 2012	Pore Porosität (gleichmäßig verteilt)	Die folgenden Bedingungen und Grenzwerte für Unregelmäßigkeiten müssen erfüllt werden (s. auch Norm, Anhang A). a1) Größtmaß der Fläche der Unregelmäßigkeit (einschließlich systematischer Unregelmäßigkeit) bezogen auf die projizierte Fläche. <i>Anmerkung:</i> Die Porosität in der Abbildungsfläche hängt von der Anzahl der Lagen ab (Volumen der Schweißnaht). a2) Größtmaß der Unregelmäßigkeit in der Querschnittsfläche (einschließlich systematischer Unregelmäßigkeit) bezogen auf die gebrochene Oberfläche (nur in der Produktion, bei Schweißer- oder Verfahrensprüfungen anwendbar). b) Größtmaß einer einzelnen Pore für – Stumpfnähte – Kehlnähte	≥ 0,5	Einlagig: ≤ 2,5 % Mehrlagig: ≤ 5 %	Einlagig: ≤ 1,5 % Mehrlagig: ≤ 3 %	Einlagig: ≤ 1 % Mehrlagig: ≤ 2 %
				≥ 0,5	≤ 2,5 %	≤ 1,5 %	≤ 1 %
				≥ 0,5	d ≤ 0,4s, aber max. 5 mm d ≤ 0,4a, aber max. 5 mm	d ≤ 0,3s, aber max. 4 mm d ≤ 0,3a, aber max. 4 mm	d ≤ 0,2s, aber max. 3 mm d ≤ 0,2a, aber max. 3 mm

Fortsetzung s. nächste Seiten

Tabelle 608.1, Fortsetzung

Nr.	Ordnungs-Nr. nach ISO 6520-1	Unregelmäßigkeit Benennung	Bemerkungen	t in mm	Grenzwerte für Unregelmäßigkeiten bei Bewertungsgruppen
					D C B
2.4	2013	Porennebst	<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <p>Fall 1 (<math>D &gt; d_{A2}</math>)</p>  </div> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;"> <p>Fall 2 (<math>D &lt; d_{A2}</math>)</p>  </div> <div style="font-size: small; margin-top: 20px;"> <p>Die Summe der verschiedenen Porenflächen (<math>A_1 + A_2 + \dots</math>) bezogen auf die Bewertungsfläche <math>l_p \times w_p</math> (Fall 1).            Bezugsgröße für <math>l_p</math> ist 100 mm.            Wenn <math>D</math> kleiner als <math>d_{A1}</math> oder <math>d_{A2}</math> ist, wobei der kleinere Wert gilt, ist die Hüllkurve, die die Porenflächen <math>A_1 + A_2</math> umschließt, als eine Fläche der Unregelmäßigkeit zu betrachten (Fall 2).</p> </div> </div>		

Fortsetzung s. nächste Seite

Tabelle 608.1, Fortsetzung

Nr.	Ordnungs-Nr. nach ISO 6520-1	Unregelmäßigkeit Benennung	Bemerkungen	t in mm	Grenzwerte für Unregelmäßigkeiten bei Bewertungsgruppen		
					D	C	B
			Die folgenden Bedingungen und Grenzwerte für Unregelmäßigkeiten müssen erfüllt werden. a) Größtmaß der Summe der projizierten Fläche der Unregelmäßigkeit (einschließlich systematischer Unregelmäßigkeit). b) Größtmaß einer einzelnen Pore für – Stumpfnähte – Kehlnähte	≥0,5	≤16%	≤8%	≤4%
2.6	2015 2016	Gaskanal Schlauchpore	– Stumpfnähte  – Kehlnähte	≥0,5	$d \leq 0,4s$ , aber max. 4 mm $d \leq 0,4a$ , aber max. 4 mm	$d \leq 0,3s$ , aber max. 3 mm $d \leq 0,3a$ , aber max. 3 mm	$d \leq 0,42s$ , aber max. 2 mm $d \leq 0,2a$ , aber max. 2 mm
				≥0,5	$h \leq 0,4s$ , aber max. 4 mm $l \leq s$ , aber max. 75 mm	$h \leq 0,3s$ , aber max. 3 mm $l \leq s$ , aber max. 50 mm	$h \leq 0,2s$ , aber max. 2 mm $l \leq s$ , aber max. 25 mm
			– Kehlnähte	≥0,5	$h \leq 0,4a$ , aber max. 4 mm $l \leq a$ , aber max. 75 mm	$h \leq 0,3a$ , aber max. 3 mm $l \leq a$ , aber max. 50 mm	$h \leq 0,2a$ , aber max. 2 mm $l \leq a$ , aber max. 25 mm

a Nennmaß der Kehlnahtdicke

d Durchmesser einer Gaspore

h Höhe oder Breite der Unregelmäßigkeit

l Länge der Unregelmäßigkeit in Längsrichtung der Schweißung

s Nennmaß der Stumpfnahthöhe

t Rohrwand- oder Blechdicke (Nenngröße)



### 13.1.4.6 Prüfung von Schweißverbindungen

Einen Überblick über die wichtigsten genormten zerstörenden Prüfverfahren gibt Tab. 614.1

Tabelle 614.1 Zerstörende Prüfungen von Schweißverbindungen

Eigenschaft/Prüfung	Norm
<b>Zugversuch</b>	
Längszugversuch an Schweißgut	DIN EN 876
Querzugversuch	DIN EN 895
Zugversuch am Doppel-T-Stoß und Überlappstoß	DIN EN ISO 9018
Kopfzugprüfung an Widerstandspunkt- und Buckelschweißungen mit geprägten Buckeln	DIN EN ISO 14272
Scherzugprüfung an Widerstandspunkt-, Rollennaht- und Buckelschweißungen mit geprägten Buckeln	DIN EN ISO 14273
Schlagscherzug- und Schlagkopfzugversuch an Widerstandspunkt- und Buckelschweißungen	DIN EN ISO 14323
<b>Biegeversuch und Bruchprüfung</b>	
Kerbschlagbiegeversuch	DIN EN 875
Biegeprüfungen	DIN EN 910
Bruchprüfung	DIN EN 1320
Abroll- und Meißelprüfung von Widerstandspunkt-, -buckel- und -rollennahtschweißungen	DIN ISO 10447
Schälprüfung an Widerstandspunkt-, Rollennaht- und Buckelschweißungen mit geprägten Buckeln	DIN EN ISO 14270
Schwingfestigkeitsprüfung von Punktschweißverbindungen	DIN EN ISO 14324
Brucharten und geometrische Messgrößen für Widerstandspunkt-, Rollennaht- und Buckelschweißungen	DIN EN ISO 14329
Torsionsversuch an Widerstandspunktschweißungen	DIN EN ISO 17653
Innendruckprüfung an Widerstandsrollennahtschweißungen	DIN EN ISO 17654
Haft-Scherfestigkeit von plattierten Stählen	DIN 50 162
<b>Härteprüfung</b>	
Härteprüfung an Lichtbogenschweißverbindungen	DIN EN 1043-1
Mikrohärteprüfung an Schweißverbindungen	DIN EN 1043-2
Vickers-Härteprüfung von Widerstandspunkt-, Buckel- und Rollennahtschweißungen (Kleinlast- und Mikrohärtebereich)	DIN EN ISO 14271
Härteprüfung an durch Laser- und Elektronenstrahlschweißung hergestellten Engspaltschweißungen (Vickers und Knoop Härteprüfung)	DIN ISO 22826
<b>Heißrissprüfung</b>	
Allgemeines	DIN EN ISO 17641-1
Selbstbeanspruchende Prüfungen	DIN EN ISO 17641-2
Fremdbeanspruchte Prüfungen	DIN-Fachbericht 17641-3
<b>Kaltrissprüfung</b>	
Allgemeines	DIN EN ISO 17642-1
Selbstbeanspruchende Prüfungen	DIN EN ISO 17642-2
Fremdbeanspruchte Prüfungen	DIN EN ISO 17642-3
<b>Schliffe</b>	
Makroskopische und mikroskopische Untersuchungen	DIN EN 1321
Ätzungen für die makroskopische und mikroskopische Untersuchung	DIN V 1739
<b>Sonstige</b>	
Verfahren zur Probenahme für die Bestimmung des Deltaferrit-Anteils	DIN EN ISO 17655

Einen Überblick über die wichtigsten genormten zerstörungsfreien Prüfverfahren gibt Tab. 615.1.

Tabelle 615.1 Zerstörungsfreie Prüfungen von Schweißverbindungen

Eigenschaft/Prüfung	Norm
<b>Allgemeines, Sichtprüfung und Eindringprüfung</b>	
Allgemeine Regeln für metallische Werkstoffe	DIN EN 12517-1
Sichtprüfung von Schmelzschweißnähten	DIN EN 970
Zulässigkeitsgrenzen bei der Eindringprüfung von Schweißverbindungen	DIN EN 1289
<b>Durchstrahlungsprüfung</b>	
Durchstrahlungsprüfung von Schmelzschweißverbindungen	DIN EN 1435
Zulässigkeitsgrenzen bei der Durchstrahlungsprüfung	DIN EN 12517-1
<b>Ultraschallprüfung</b>	
Ultraschallprüfung von Schweißverbindungen	DIN EN 1714
Zulässigkeitsgrenzen bei der Ultraschallprüfung	DIN EN 1712
Charakterisierung von Anzeigen bei der Ultraschallprüfung	DIN EN 1713
Ultraschallprüfung von Schweißverbindungen in austenitischen Stählen und Nickellegierungen	DIN EN ISO 22825
Kalibrierkörper Nr. 2 zur Ultraschallprüfung	DIN EN 27963
<b>Magnetpulver- und Wirbelstromprüfung</b>	
Magnetpulverprüfung von Schweißverbindungen	DIN EN 1290
Zulässigkeitsgrenzen bei der Magnetpulverprüfung	DIN EN 1291
Wirbelstromprüfung von Schweißverbindungen durch Vektorauswertung	DIN EN 1711
<b>Sonstige</b>	
Beugungslaufzeittechnik (TOFD) für die Prüfung von Schweißverbindungen	DIN CEN/TS 14751

### 13.1.5 Geräte und Maschinen

**Gasschweißgeräte** (s. beispielhafte Zusammenstellung gemäß Bild 615.2)

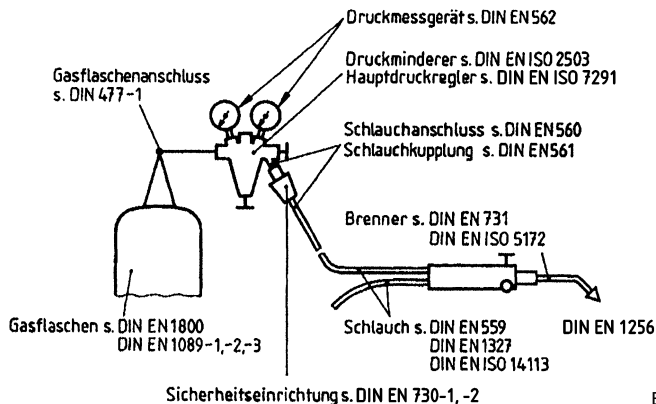


Bild 615.2 Normen für Gasschweißgeräte

Weitere Normen für Gasschweißgeräte enthält Tab. 616.1

Tabelle 616.1 Weitere Normen für Gasschweißgeräte

Thema	Norm
<b>Gasschweißgeräte</b>	
Kleingeräte zum Gaslöten und -schweißen	DIN EN 1326
Mikro-Löt- und -Schweißgeräte	DIN 32508
Hand- und Maschinenbrenner zum Flammwärmen	DIN V 32528
<b>Absperrarmaturen, Schläuche</b>	
Gasflaschenventile (Seitenanschluss) für Prüfdrücke bis max. 450 bar	DIN EN 477-5
Handbetätigte Absperrarmaturen	DIN 32509
Druckregler mit integriertem Durchflussmesser	DIN EN 13918
Schläuche mit Ummantelung für Brenngase, Sauerstoff und andere nichtbrennbare Gase	DIN 8541-2
Sauerstoffschläuche mit und ohne Ummantelung für besondere Anforderungen	DIN 8541-3
Schutzkappen für Betriebs-Druckmessgeräte	DIN 32503
<b>Acetylenflaschen-Batterieanlagen</b>	
Allgemeine Anforderungen	DIN EN ISO 14114
Sicherheitsanforderungen für Hochdruckeinrichtungen	DIN EN ISO 15615
<b>Sonstige</b>	
Gasdichtheit von Geräten	DIN ISO 9090
Werkstoffe für Geräte	DIN ISO 9539
Begriffe	DIN EN 13622

### Lichtbogenschweißeinrichtungen

Einen Überblick über die wichtigsten Normen für Lichtbogenschweißeinrichtungen gibt Tab. 616.2.

Tabelle 616.2 Normen für Lichtbogenschweißeinrichtungen

Thema	Norm
<b>Allgemeines und Aufbau</b>	
Einrichtung	DIN VDE 0544-101
Sicherheitstechnische Festlegungen für den Betrieb	DIN VDE 0544-100
Gültigkeitserklärung	DIN V ENV 50184
Einteilung der Wolframelektrode	DIN EN ISO 6848
Schweißstromquellen	DIN EN 60974-1
Flüssigkeitskühlssysteme	DIN EN 60974-2
Lichtbogenzünd- und Stabilisierungseinrichtungen	DIN EN 60974-3
Drahtvorschubgeräte	DIN EN 60974-5
Stromquellen mit begrenzter Einschaltdauer	DIN EN 60974-6
Brenner	DIN EN 60974-7
Gaskonsolen	DIN EN 60974-8
Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)	DIN EN 60974-10
Stabelektrodenhalter	DIN EN 60974-11
Steckverbindungen für Schweißleitungen	DIN EN 60974-12
<b>Abnahmeprüfungen</b>	
Plasmaschweißeinrichtungen (Luft- und Raumfahrt)	DIN 65153
Zusatzausrüstungen zum Schmelzschweißen (Luft- und Raumfahrt)	DIN 65171

## Elektronen- und Laserstrahlschweißeinrichtungen

Einen Überblick über die wichtigsten Normen für Strahlschweißeinrichtungen gibt Tab. 617.1

Tabelle 617.1 Normen für Strahlschweißeinrichtungen

Thema	Norm
<b>Abnahmeprüfung von Elektronenstrahl-Schweißanlagen</b>	
Grundlagen	DIN EN ISO 14744-1
Messen der Beschleunigungsspannungs-Kenngrößen	DIN EN ISO 14744-2
Messen der Strahlstrom-Kenngrößen	DIN EN ISO 14744-3
Messen der Schweißgeschwindigkeit	DIN EN ISO 14744-4
Messen der Führungsgenauigkeit	DIN EN ISO 14744-5
Messen der Flecklagetoleranz	DIN EN ISO 14744-6
<b>Abnahmeprüfung von CO<sub>2</sub>-Laserstrahlanlagen</b>	
Grundlagen	DIN EN ISO 15616-1
Messen der statischen und dynamischen Genauigkeit	DIN EN ISO 15616-2
Kalibrieren von Instrumenten zum Messen des Gasdurchflusses und -drucks	DIN EN ISO 15616-3
<b>Abnahmeprüfung von Nd:YAG-Laserstrahlschweißanlagen</b>	
Lasereinrichtung	DIN EN ISO 22827-1
Mechanische Bewegungseinrichtung	DIN EN ISO 22827-2
<b>Sonstige</b>	
Mindestanforderungen an die Dokumentation	DIN EN ISO 11252

## Widerstandsschweißeinrichtungen

s. beispielhafte Zusammenstellung gemäß Bild 617.2:

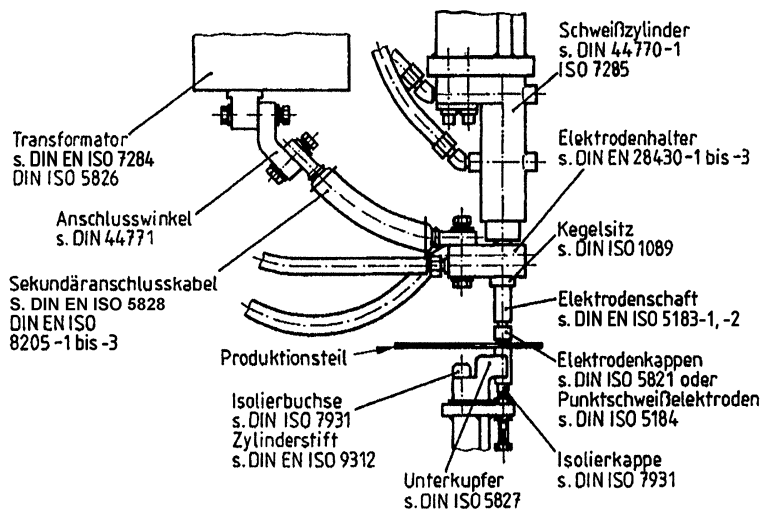


Bild 617.2 Normen für Widerstandsschweißeinrichtungen

Weitere Normen für Widerstandsschweißeinrichtungen enthält Tab. 618.1

Tabelle 618.1 Weitere Normen für Widerstandsschweißeinrichtungen

Thema	Norm
Sicherheitsanforderungen	DIN VDE 0545-1 (EN 50063) DIN IEC 62 135-1
Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)	DIN IEC 62 135-2
Mechanische und elektrische Anforderungen	DIN ISO 669
Punktschweißelektroden	DIN ISO 12 145
Rollenelektroden	DIN ISO 693
Kegellehrdorne und Kegellehrringe	DIN EN 25822
T-Nuten in Platten für Buckelschweißmaschinen	DIN EN 20865
Kühlrohre	DIN EN 29313
Werkstoffe	DIN ISO 5182
Integrierte Transformatoren für Schweißzangen	DIN ISO 10656
Transformatoren für Vielpunktschweißungen	DIN ISO 12 166
Hängetransformatoren	DIN 44766-2
Transformatoren mit Flanschanschluss	DIN 44766-3
Gerätesteckvorrichtung für den Primäranschluss von Transformatoren	DIN 44767
Abnahmeprüfung für Punkt- und Rollennahtschweißmaschinen	DIN 65233
Bildzeichen	DIN EN 27 286

## 13.2 Löten

### 13.2.1 Begriffe, Einteilung der Prozesse

#### DIN ISO 857-2 Schweißen und verwandte Prozesse – Begriffe – Teil 2: Weichlöten, Hartlöten und verwandte Begriffe (Feb 2004)

Die Norm definiert Verfahren des Weich- und Hartlöten sowie zugehörige Begriffe.

Das **Löten** wird definiert als Fügeprozess, bei dem während oder nach dem Aufheizen geschmolzenes Lot durch Kapillarwirkung in einen Spalt hinein gezogen oder dort gehalten wird, wobei die Oberflächen der zu fügenden Teile eng aneinander liegen. Üblicherweise werden sie bei Metallen verwendet, sie können aber auch für Nichtmetalle eingesetzt werden. Die Lote besitzen immer eine Liquidustemperatur, die niedriger liegt als die Solidustemperatur der Grundwerkstoffe und sie haben eine andere chemische Zusammensetzung. Nach der Liquidustemperatur der Lote wird dabei unterschieden in **Weichlöten** (unterhalb 450 °C) und **Hartlöten** (oberhalb 450 °C).

Die Begriffserläuterung des Lötens wird ergänzt durch Begriffe, die die Technologie und den Ablauf der Lötverfahren kennzeichnen. Dies sind:

- für die Lotausbreitung und Füllung: Benetzen, Entnetzen, Fließweg, Kapillareffekt, Bindeprozess;
- für die Werkstoffe: Lot, Flussmittel, Binder, Lötstopfmittel, Grundwerkstoff, Schutzatmosphäre;
- für charakteristische Temperaturen: Schmelztemperaturbereich des Lotes, Weich- und Hartlöttemperatur, Durchwärmtemperatur bzw. Vorwärmtemperatur, Wirktemperaturbereich;
- für charakteristische Zeiten: Weich- und Hartlötzeit, Aufwärmzeit, Durch- und Vorwärmzeit, Haltezeit, Abkühlzeit, Gesamtzeit und Wirkzeit (s. Bild 619.1);

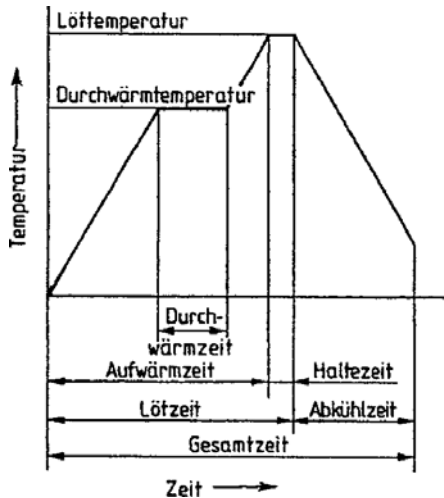
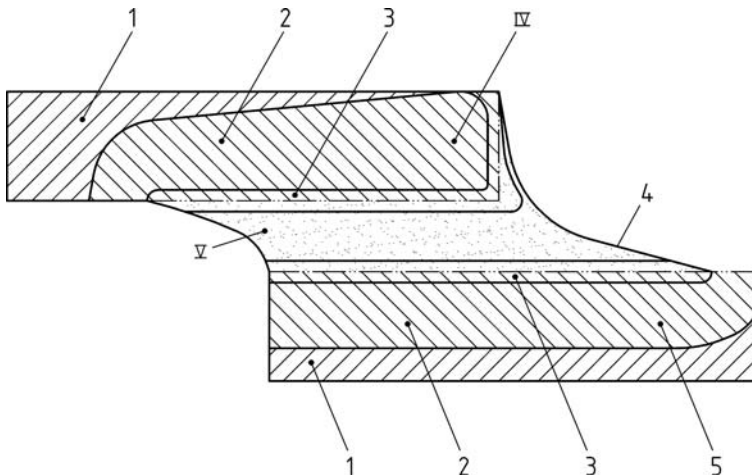


Bild 619.1 Charakteristische Zeiten für das Löten

- für die Geometrie: Lötstoß, Lötfläche, Lötspalt, Montagespalt;
- für die zu lötenden Baugruppen: gelötetes Bauteil, gelötete Gruppe, Lötnaht, Verfahreneinflusszone (s. Bild 619.2);
- für den Werkstoff: verfahrensbeeinflusster Grundwerkstoff, Diffusions- und Übergangsphase, Lötgut (s. Bild 619.2);
- für das Mechanisierungsniveau: manuelles Löten, mechanisches Löten, automatisches Löten.

Die Einteilung der lötechnischen Fertigungsverfahren ist in Bild 620.1 dargestellt.



#### Werkstoff

- 1 Grundwerkstoff
- 2 Verfahrensbeeinflusster Grundwerkstoff
- 3 Diffusions-/Übergangsphase
- 4 Lötgut

#### Konstruktion

- IV Verfahreneinflusszone
- V Lötnaht

Bild 619.2 Schema einer gelöteten Baugruppe

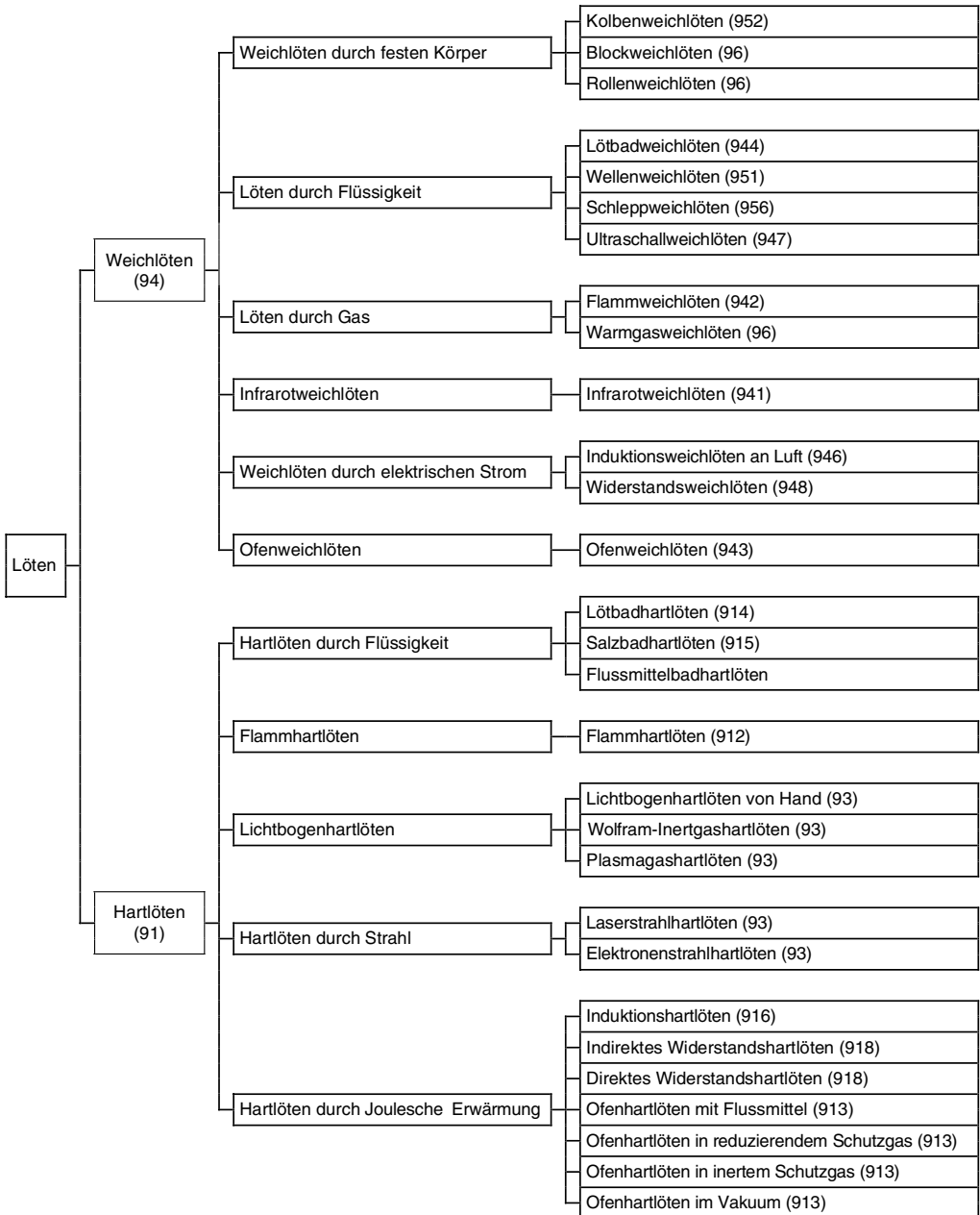


Bild 620.1 Einteilung der lötechnischen Fertigungsverfahren und Ordnungsnummer nach DIN EN ISO 4063 (aus DIN ISO 857-2)

### DIN 8514 Lötbarkeit (Mai 2006)

**Lötbarkeit:** ist die Eigenschaft eines Bauteils, durch Löten derart hergestellt werden zu können, dass es die gestellten Anforderungen erfüllt.

Die Lötbarkeit eines Bauteils (s. Bild 621.1) ist gegeben, wenn

- der vorgesehene Grundwerkstoff zum Löten geeignet ist, d. h., wenn Lötbarkeit besteht;
- die Anwendbarkeit eines oder mehrerer Lötverfahren möglich ist, d. h., wenn Lötbarkeit besteht;
- die Lötteile lötgerecht und hinsichtlich der zu erwartenden Betriebsbedingungen so konstruiert sind, dass die Sicherheit des gelöteten Bauteils sichergestellt ist, d. h., Lötbarkeit besteht.

Jede der drei Eigenschaften Lötbarkeit, Lötbarkeit, Lötbarkeit hängt von den Einflussgrößen Werkstoff, Fertigung, Konstruktion ab, wobei der Grad der Abhängigkeit von der jeweiligen Löttaufgabe bestimmt wird.

Lötbarkeit, Lötbarkeit, Lötbarkeit stehen zueinander in folgender Abhängigkeit:

**Lötbarkeit:** ist eine Werkstoffeigenschaft, die von der Fertigung und in geringerem Maß von der Konstruktion mitbestimmt wird. Sie ist um so besser, je weniger die werkstoffbedingten Faktoren beim Festlegen der Bedingungen für die Lötbarkeit einer bestimmten Lötkonstruktion berücksichtigt werden müssen.

**Lötbarkeit:** ist eine Fertigungseigenschaft, die vorwiegend von der Konstruktion und weniger vom Werkstoff bestimmt wird. Sie ist um so besser, je weniger beim Entwurf der Konstruktion die fertigungsbedingten Merkmale bei dem gewählten Werkstoff berücksichtigt werden müssen.

**Lötbarkeit:** ist eine Konstruktionseigenschaft, die gleichermaßen vom Werkstoff und von der Fertigung bestimmt wird. Sie ist um so größer, je weniger die konstruktionsbedingten Merkmale bei der Wahl des Werkstoffs sowie der Art der Lötbarkeit und je weniger die Anforderungen an das Bauteil im Betrieb beachtet werden müssen.

**Bezüglich der Fügeverbindung gilt:** Der Charakter des Fügeverfahrens bestimmt **nicht** automatisch den Charakter der Fügeverbindung. Die Fügeverbindung als Ergebnis eines Fügeverfahrens muss getrennt von diesem betrachtet werden.

Einteilung, Benennung und Erklärung von Unregelmäßigkeiten in Hartlötverbindungen s. DIN EN ISO 18279 „Hartlöten – Unregelmäßigkeiten in hartgelöteten Verbindungen“ (s. Norm).

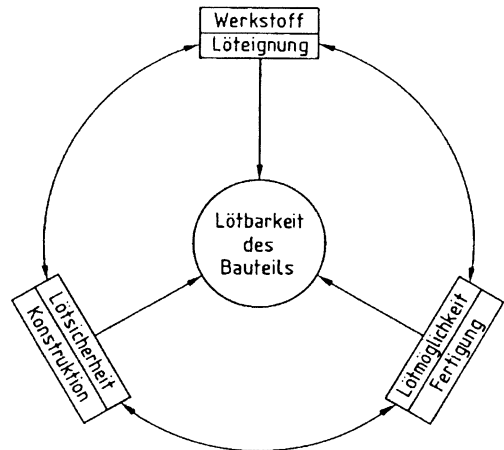


Bild 621.1 Darstellung der Lötbarkeit

## 13.2.2 Zusätze und Hilfsstoffe

### DIN EN ISO 3677 Zusätze zum Weich-, Hart- und Fugenlöten – Bezeichnung (Apr 1995)

Basierend auf der Norm DIN EN ISO 3677 wird ein Schema zur Bildung von Kurzzeichen für Zusätze zum Hart- und Weichlöten festgelegt. Die Kurzzeichen werden gebildet durch drei Informationen, wie folgt:

1. Unterscheidung nach Weichlot (S) und Hartlot (B).
2. Verschlüsselte Angabe der chemischen Zusammensetzung durch Nennung des chemischen Symbols und des Gehalts mit fallenden Anteilen bis höchstens sechs Elementen. Die erste Zahl nach dem chemischen Zeichen kennzeichnet den mittleren Gehalt des Legierungsbestandteils mit dem höchsten Massenanteil, z. B. CU 54 entspricht 53% bis 55% Kupfer. Die übrigen Legierungselemente werden in der Reihenfolge abnehmender prozentualer Anteile mit ihrem chemischen Symbol (bei Weichlotlegierungen mit Angabe des mittleren Gehalts des Legierungsbestandteiles) angegeben.
3. Für Hartlote durch Angabe der Solidus- und Liquidustemperatur, z. B.:
  - Weichlot: S–Sn 60 Pb 40 Sb;
  - Hartlot: B–Cu 59 Zn-850/885.

Die in der Elektrotechnik angewendeten Weichlote werden zusätzlich mit dem Kennbuchstaben E nach den Informationen für die chemische Zusammensetzung gekennzeichnet.



**DIN EN ISO 9453 Weichlote – Chemische Zusammensetzung und Lieferformen (Mai 2005)**

Diese Norm beinhaltet insgesamt 52 Weichlotlegierungen, von denen 21 bleifreie Weichlotlegierungen sind. Genormte Weichlotlegierungen s. Tab. 622.1.

Tabelle 622.1 Weichlotlegierungen (aus DIN EN ISO 9453)

Gruppe	Legierungs-Nr.	Legierungs-Kurzzeichen nach DIN EN ISO 3677 <sup>1)</sup>	Schmelztemperatur (Solidus/Liquidus) °C <sup>2)</sup>	Hauptbestandteile Massenanteil in % <sup>3) 4)</sup>	
				Sn	Pb
Zinn-Blei-Legierungen Solidus 183 °C	101	S-Sn63Pb37	183	62,5 bis 63,5	Rest
	102	S-Sn63Pb37E	183	62,5 bis 63,5	Rest
	103	S-Sn60Pb40	183/190	59,5 bis 60,5	Rest
	104	S-Sn60Pb40E	183/190	59,5 bis 60,5	Rest
Blei-Zinn-Legierungen Solidus 183 °C	111	S-Pb50Sn50	183/215	49,5 bis 50,5	Rest
	112	S-Pb50Sn50E	183/215	49,5 bis 50,5	Rest
	113	S-Pb55Sn45	183/226	44,5 bis 45,5	Rest
	114	S-Pb60Sn40	183/238	39,5 bis 40,5	Rest
	115	S-Pb65Sn35	183/245	34,5 bis 35,5	Rest
	116	S-Pb70Sn30	183/255	29,5 bis 30,5	Rest
	117	S-Pb80Sn20	183/280	19,5 bis 20,5	Rest
Blei-Zinn-Legierungen Solidus > 183 °C	121	S-Pb85Sn15	226/290	14,5 bis 15,5	Rest
	122	S-Pb90Sn10	268/302	9,5 bis 10,5	Rest
	123	S-Pb95Sn5	300/314	4,5 bis 5,5	Rest
	124	S-Pb98Sn2	320/325	1,8 bis 2,2	Rest
Zinn-Blei-Antimon	131	S-Sn63Pb37Sb	183	62,5 bis 63,5	Rest
	132	S-Sn60Pb40Sb	183/190	59,5 bis 60,5	Rest
	133	S-Pb50Sn50Sb	183/216	49,5 bis 50,5	Rest
	134	S-Pb58Sn40Sb2	185/231	39,5 bis 40,5	Rest
	135	S-Pb69Sn30Sb1	185/250	29,5 bis 30,5	Rest
	136	S-Pb74Sn25Sb1	185/263	24,5 bis 25,5	Rest
	137	S-Pb78Sn20Sb2	185/270	19,5 bis 20,5	Rest
Zinn-Blei-Wismut	141	S-Sn60Pb38Bi2	180/185	59,5 bis 60,5	Rest
	142	S-Pb49Sn48Bi3	178/205	47,5 bis 48,5	Rest
Zinn-Blei-Cadmium	151	S-Sn50Pb32Cd18	145	49,5 bis 50,5	Rest
Zinn-Blei-Kupfer	161	S-Sn60Pb39Cu1	183/190	59,5 bis 60,5	Rest
	162	S-Sn50Pb49Cu1	183/215	49,5 bis 50,5	Rest
Zinn-Blei-Silber	171	S-Sn62Pb36Ag2	179	61,5 bis 62,5	Rest
Blei-Silber	181	S-Pb98Ag2	304/305	0,25	Rest
	182	S-Pb95Ag5	304/370	0,25	Rest
Blei-Silber-Zinn	191	S-Pb93Sn5Ag2	296/301	4,8 bis 5,2	Rest
Zinn-Antimon	201	S-Sn95Sb5	235/240	Rest	0,10
Wismut-Zinn	301	S-Bi58Sn42	139	41 bis 43	0,10
Zinn-Kupfer	401	S-Sn99Cu1 (Sn99,3Cu0,7)	227	Rest	0,10
	402	S-Sn97Cu3	227/310	Rest	0,10

Fortsetzung und Fußnoten s. nächste Seite

Tabelle 622.1, Fortsetzung

Gruppe	Legierungs-Nr.	Legierungs-Kurzzeichen nach DIN EN ISO 3677 <sup>1)</sup>	Schmelztemperatur (Solidus/Liquidus) °C <sup>2)</sup>	Hauptbestandteile Massenanteil in % <sup>3)</sup> <sup>4)</sup>	
				Sn	Pb
Zinn-Kupfer-Silber	501	S-Sn98Cu1Ag (Sn99Cu0,7Ag0,3)	217/227	Rest	0,10
	502	S-Sn95Cu4Ag1	217/353	Rest	0,10
	503	S-Sn92Cu6Ag2	217/380	Rest	0,10
Indium-Zinn	601	S-Sn48In52	118	47,5 bis 48,5	0,10
Zinn-Indium-Silber-Wismut	611	S-Sn87In8Ag4Bi1 <sup>5)</sup> (Sn88In8Ag3,5Bi0,5)	197/208	Rest	0,10
	612	S-Sn91In4Ag4Bi1 <sup>5)</sup> (Sn92In4Ag3,5Bi0,5)	210/215	Rest	0,10
Zinn-Silber	701	S-Sn96Ag4 (Sn96,3Ag3,7)	221/228	Rest	0,10
	702	S-Sn97Ag3	221/224	Rest	0,10
	703	S-Sn96Ag4 (Sn96,5Ag3,5)	221	Rest	0,10
	704	S-Sn95Ag5	221/240	Rest	0,10
Zinn-Silber-Kupfer	711	S-Sn96Ag3Cu1 <sup>5)</sup> (Sn96,5Ag3Cu0,5)	217/220	Rest	0,10
	712	S-Sn95Ag4Cu1 <sup>5)</sup> (Sn95,8Ag3,5Cu0,7)	217/218	Rest	0,10
	713	S-Sn95Ag4Cu1 <sup>5)</sup> (Sn95,5Ag3,8Cu0,7)	217/226	Rest	0,10
Zinn-Silber-Kupfer	714	S-Sn95Ag4Cu1 <sup>5)</sup> (Sn95,5Ag4Cu0,5)	217/229	Rest	0,10
Zinn-Silber-Wismut-Kupfer	721	S-Sn95Ag3Bi1Cu1 <sup>5)</sup> (Sn96Ag2,5Bi1Cu0,5)	213/218	Rest	0,10
Zinn-Zink	801	S-Sn91Zn9	199	Rest	0,10
Zinn-Zink-Wismut	811	S-Sn89Zn8Bi3	190/197	Rest	0,10

<sup>1)</sup> Es wurde vorgeschlagen, „S-“ in der zukünftigen Fassung der EN ISO 3677 zu streichen. Die Legierungskurzbezeichnungen in Klammern entsprechen der erwarteten Überarbeitung der EN ISO 3677. Weitere Bestandteile für Ag, Al, As, Au, Bi, Cd, Cu, Fe, In, Ni, Sb, Zn s. Norm.

<sup>2)</sup> Die Temperaturen sind für Informationszwecke und nicht festgelegte Anforderungen für die Legierungen.

<sup>3)</sup> Alle Einzelwerte sind Höchstwerte für Verunreinigungen. Bereiche gelten für Legierungselemente. Elemente mit „Rest“ gekennzeichnet, sind kalkuliert als Differenz von 100 %.

<sup>4)</sup> Bleiwerte bis 0,20 % können in Anwendung, die nicht von gültigen Rechtsvorschriften betroffen sind, welche niedrigere Bleiwerte fordern, verwendet werden, wenn dies zwischen Kunden und Lieferanten vereinbart wurde.

<sup>5)</sup> Legierung unterliegt Patentrecht.

Folgende Lieferformen bestehen:

Barren, Stange, Block, Platte, Stab, Draht, Band, Stanzformteile, Ringe, Kügelchen, Granulat, Pulver, Pulver in Pasten und Cremes.

Eine **Bezeichnung** ist nicht festgelegt. Sie sollte mit der Angabe der EN-ISO-Nr. und des Legierungskurzzeichen gebildet werden, z. B. **Weichlot EN ISO 9453 – S-Pb50Sn50**.

#### DIN EN 1044 Hartlöten – Lotzusätze (Jul 1999)

Diese Norm legt die Zusammensetzung von Lotzusätzen fest, die zum Hartlöten verwendet werden. Diese Lotzusätze sind entsprechend ihrer Zusammensetzung, aber nicht notwendigerweise nach dem vorhandenen Hauptlegierungselement, in acht Gruppen aufgeteilt (s. Tab. 624.1). Diese Norm gilt nicht für Produkte, wie z. B. flussmittelummantelte Lotstäbe, Lotpasten oder -bänder, sondern nur für den Lotzusatz als Anteil solcher Produkte. Obwohl in den Tabellen der Norm die Schmelzbereiche mit

Tabelle 624.1 Hartlote (aus DIN EN 1044)

Gruppe	Kurzform	Kurzzeichen nach DIN EN ISO 3677	Gruppe	Kurzform	Kurzzeichen nach DIN EN ISO 3677	
Aluminiumhartlote	AL 101	B-Al95Si-575/630	Kupfer-Phosphorhartlote	CP 101	B-Cu75AgP-645	
	AL 102	B-Al92Si-575/615		CP 102	B-Cu80AgP-645/800	
	AL 103	B-Al90Si-575/590		CP 103	B-Cu87PAg(Ni)-645/725	
	AL 104	B-Al88Si-575/585		CP 104	B-Cu89PAg-645/815	
	AL 201	B-Al86SiCu-520/585		CP 105	B-Cu92PAg-645/825	
	AL 301	B-Al89SiMg-555/590		CP 201	B-Cu92P-710/770	
	AL 302	B-Al89SiMg(Bi)-555/590		CP 202	B-Cu93P-710/820	
Silberhartlote	AG 101	B-Ag60CuZnSn-620/685		CP 203	B-Cu94P-710/890	
	AG 102	B-Ag56CuZnSn-620/655		CP 301	B-Cu92PSb-690/825	
	AG 103	B-Ag55ZnCuSn-630/660		CP 302	B-Cu86SnP-650/700	
	AG 104	B-Ag45CuZnSn-640/680		Kupferhartlote	CU 101	B-Cu100-1085
	AG 105	B-Ag40CuZnSn-650/710			CU 102	B-Cu100-1085
	AG 106	B-Cu36AgZnSn-630/730	CU 103		B-Cu99-1085	
	AG 107	B-Cu36ZnAgSn-665/755	CU 104		B-Cu100(P)-1085	
	AG 108	B-Cu40ZnAgSn-680/760	CU 105		B-Cu97Ni(B)-1085/1100	
	AG 201	B-Ag63CuZn-690/730	CU 106		B-Cu99(Ag)-1070/1080	
	AG 202	B-Ag60CuZn-695/730	CU 201		B-Cu94Sn(P)-910/1040	
	AG 203	B-Ag44CuZn-675/735	CU 202		B-Cu88Sn(P)-825/990	
	AG 204	B-Cu38ZnAg-680/765	CU 301		B-Cu60Zn(Si)-875/895	
	AG 205	B-Cu40ZnAg-700/790	CU 302		B-Cu60Zn(Sn)(Si)-875/895	
	AG 206	B-Cu44ZnAg(Si)-690/810	CU 303		B-Cu60Zn(Si)(Mn)-870/900	
	AG 207	B-Cu48ZnAg(Si)-800/830	CU 304		B-Cu60Zn(Sn)(Si)(Mn)-870/900	
	AG 208	B-Cu55ZnAg(Si)-820/870	CU 305	B-Cu48ZnNi(Si)-890/920		
	AG 301	B-Ag50CdZnCu-620/640	CU 306	B-Cu59ZnSn (Ni)(Mn)(Si)-870/890		
	AG 302	B-Ag45CdZnCu-605/620	Nickel- und Kobalt- hartlote	NI 101	B-Ni73CrFeSiB(C)-980/1060	
	AG 303	B-Ag42CdCuZn-610/620		NI 1A1	B-Ni74CrFeSiB-980/1070	
	AG 304	B-Ag40ZnCdCu-595/630		NI 102	B-Ni82CrSiBFe-970/1000	
	AG 305	B-Ag35CuZnCd-610/700		NI 103	B-Ni92SiB-980/1040	
	AG 306	B-Ag30CuCdZn-600/690		NI 104	B-Ni95SiB-980/1070	
	AG 307	B-Cu30ZnAgCd-605/720		NI 105	B-Ni71CrSi-1080/1135	
	AG 308	B-Cu36ZnAgCd(Si)-610/750		NI 106	B-Ni89P-875	
	AG 309	B-Cu40ZnAgCd-605/765		NI 107	B-Ni76CrP-890	
	AG 351	B-Ag50CdZnCuNi-635/655		NI 108	B-Ni66MnSiCu-980/1010	
	AG 401	B-Ag72Cu-780		NI 109	B-Ni81CrB-1055	
	AG 402	B-Ag60CuSn-600/730		NI 110	B-Ni63WCrFeSiB-970/1105	
	AG 403	B-Ag56CuInNi-600/710		NI 111	B-Ni67WCrSiFeB-970/1095	
	AG 501	B-Ag85Mn-960/970	NI 112	B-Ni65CrP-880/950		
	AG 502	B-Ag49ZnCuMnNi-680/705	CO 101	B-Co51CrNiSiW(B)-1120/1150		
	AG 503	B-Cu38AgZnMnNi-680/830				

Fortsetzung s. nächste Seite

Tabelle 624.1, Fortsetzung

Gruppe	Kurzform	Kurzzeichen nach DIN EN ISO 3677	Gruppe	Kurzform	Kurzzeichen nach DIN EN ISO 3677
Palladium-haltige Hartlote	PD 101	B-Ag54PdCu-900/950	Goldhaltige Hartlote	AU 101	B-Au80Cu(Fe)-905/910
	PD 102	B-Ag52CuPd-875/900		AU 102	B-Au62Cu-930/940
	PD 103	B-Ag65CuPd-850/900		AU 103	B-Cu62Au-980/1000
	PD 104	B-Ag68CuPd-830/860		AU 104	B-Cu70Au-995/1020
	PD 105	B-Ag58CuPd-825/85		AU 105	B-Au82Ni-950
	PD 106	B-Ag68CuPd-805/810		AU 106	B-Au75Ni-950/990
	PD 201	B-Pd60Ni-1235			
	PD 202	B-Ag75PdMn-1000/1120			
	PD 203	B-Cu82Pd-1080/1090			
	PD 204	B-Ag95Pd-970/1010			

angegeben werden, können diese, entsprechend der erlaubten Bandbreite der Zusammensetzungen von Lotzusätzen, variieren und gelten nur als Näherungswerte. Deshalb sind die Schmelzbereichsangaben **nicht** Teil der Anforderungen und sollen nur zur Information dienen.

Die Hauptlegierungsbestandteile ebenso wie der Schmelzbereich der Hartlote können aus dem Kurzzeichen nach DIN EN ISO 3677 (s. Norm) ermittelt bzw. entnommen werden. Die durch Bindestrich getrennte Zahlenangabe nennt die Solidustemperatur und die Liquidustemperatur in °C, z. B. „-575/585“.

**Bezeichnungsbeispiel 1 Hartlot EN 1044-AL104**

**Bezeichnungsbeispiel 2 Hartlot EN 1044-B-Al88Si-575/585**

### DIN EN 1045 Hartlöten – Flussmittel zum Hartlöten – Einteilung und technische Lieferbedingungen (Aug 1997)

Diese Norm erfasst zwei Klassen von Flussmitteln, FH und FL. Die Klasse FH wird zum Hartlöten von Schwermetallen (Stähle, rostfreie Stähle, Kupfer und Kupferlegierungen, Nickel und Nickellegierungen, Edelmetalle, Molybdän und Wolfram) verwendet. Die Klasse FL wird zum Hartlöten von Aluminium und Aluminiumlegierungen verwendet (s. Tab. 625.1).

Tabelle 625.1 Einteilung der Flussmittel zum Hartlöten von Schwermetallen (FH) und von Leichtmetallen (FL) (aus DIN EN 1045)

Typ	Wirktemperaturbereich °C	Löttemperaturen °C	Eigenschaften	Rückstände		
				korrosiv	nicht korrosiv	Entfernung
FH 10	550 bis 800	> 600	Vielzweckflussmittel	×		ja
FH 11	550 bis 800	> 600	für Zn-Al-Legierungen	×		ja
FH 12	550 bis 850	> 600	für nichtrostende und hochlegierte Stähle	×		ja
FH 20	700 bis 1000	> 750	Vielzweckflussmittel	×		ja
FH 21	750 bis 1100	> 800	Vielzweckflussmittel		×	empfohlen
FH 30	> 1000	> 850	für Ni- und Cu-Hartlote		×	empfohlen
FH 40	600 bis 1000	> 650	für borfreie Anwendungen		×	empfohlen
FL 10	> 550	> 550	Al- und Al-Legierungen	×		ja
FL 20	> 550	> 550	Al- und Al-Legierungen		×	nein, aber Schutz vor Feuchtigkeit

**Bezeichnungsbeispiel Flussmittel EN 1045-FH 20**

### **DIN EN 29454-1 Flussmittel zum Weichlöten – Einteilung und Anforderungen – Teil 1: Einteilung, Kennzeichnung und Verpackung (Feb 1994)**

Es gibt kein Flussmittel, das für alle Zwecke, d. h. für sämtliche Grundwerkstoffe und Lotlegierungen sowie für alle in Frage kommenden Arbeitsweisen, verwendbar ist. Die Eigenschaften und die damit zusammenhängende Zusammensetzung der Flussmittel müssen deshalb angepasst werden. Die Norm DIN EN 29454-1 ermöglicht die Auswahl des geeigneten Flussmittels für den entsprechenden Anwendungszweck.

Flussmittel unterstützen geschmolzenes Lot bei der Benetzung der metallischen Oberflächen, die miteinander verbunden werden sollen, durch Entfernen von Oxiden und anderen Verunreinigungen auf den zu lötenden Oberflächen während der Lötung. Flussmittel schützen auch Oberflächen gegen Oxidation und unterstützen die Benetzung der Grundwerkstoffe bei geschmolzenem Lot. Die Flussmittel sind nach Tab. 627.1 einzuteilen und zu kennzeichnen. Die Flussmittel sind nach den chemischen Hauptbestandteilen eingeteilt.

Zum Beispiel ist ein mit Phosphorsäure aktiviertes anorganisches, als Paste geliefertes Flussmittel zu kennzeichnen mit 3.2.1.C, ein nicht halogenhaltiges flüssiges Harz-Flussmittel mit 1.1.3.A. Flussmittel sind in geeigneten Behältern zu liefern, die widerstandsfähig gegen das Flussmittel sind. Diese Behälter müssen folgende Angaben enthalten:

- Name und Anschrift des Lieferers;
- Bezeichnung des Produktes;
- ISO 9454-1 und Flussmittel-Kennzeichnung;
- Chargennummer;
- Herstellungsdatum;
- Einzelheiten über die Einhaltung rechtlicher Verordnungen bezüglich sicherheitstechnischer Aspekte.

Eignungsanforderungen sind in DIN EN ISO 9454-2 „Flussmittel zum Weichlöten – Einteilung und Anforderungen – Teil 2: Eignungsanforderungen“ (s. Norm) enthalten.

#### **Prüfung von Flussmitteln**

Die Prüfverfahren für die Bestimmung der Eigenschaften und Merkmale von Weichlötlösungsmitteln sind in den Normenreihen von DIN EN ISO 9455 bzw. DIN EN 29455 (s. Normen) enthalten.

Tab. 627.1 ist als Richtlinie für solche Prüfverfahren anzusehen, die für verschiedene Flussmittel entsprechend ihrer Einteilung anzuwenden sind.

### **DIN 32513-1 Weichlotpasten – Teil 1: Zusammensetzung, Technische Lieferbedingungen (Jan 2005)**

Erfasst werden Weichlotpasten, die durch Aufdrucken oder Dispensen aufgetragen und durch Reflowlötanlagen verarbeitet werden. Die Lotpasten sind eingeteilt und werden bestimmt durch den Gehalt an Weichlot (Auswahl aus DIN EN ISO 9453 bzw. DIN 1707), dem verwendeten Flussmittel nach DIN EN 29454-1 sowie dem in der Norm nach Korngröße festgelegten Metallpulvertyp (6 Pulvertypen). Die Eignung der Pulver ist festgelegt durch Anforderungen an Metallgehalt, Konturenstabilität, Benetzung, Aufschmelzen, Oberflächenwiderstand und elektrolytische Korrosionswirkung, Klebefähigkeit bei der Bauelementenbestückung, Klebeverhalten nach dem Löten, Entfernbarekeit der Flussmittelrückstände, Entfernbarekeit der Lotpasten-Fehlbedruckungen und Verarbeitungseigenschaften bezogen auf Entmischungen und Klumpenbildung, die jeweils durch Prüfungen nachzuweisen sind.

Die **Bezeichnung** einer Weichlotpaste auf Basis des Weichlotes S-Sn63Pb37E, des Flussmittels 1.1.2 nach DIN EN 29454-1 mit einem Metallgehalt von 90 % Massenanteil in der Körnung 20 µm bis 45 µm, Pulvertyp 3 nach Tabelle 1 der Norm mit Verarbeitungshinweis (S für Siebdruck, M für Schablonendruck und D für Dispenser) lautet:

**Weichlotpaste DIN 32513-1 S-Sn63Pb37E/1.1.2/90-3/M**

Tabelle 627.1 Einteilung von Flussmitteln zum Weichlöten nach DIN EN 29454-1 und Prüfung nach DIN EN 29455 bzw. DIN EN ISO 9455

Flussmittel-typ	Flussmitteleinteilung nach DIN EN 29454-1			Entsprechende Prüfmethode (nach DIN EN ISO 9455 bzw. DIN EN 29455 mit Teil-Nr. in Klammern)														
	Flussmittel-basis	Flussmittel-aktivator	Flussmittel-lieferart	Festkörpergehalt (1) <sup>1</sup> , (2) <sup>2</sup>	pH-Wert visuell (3) <sup>3</sup>	pH-Wert potenziometrische Methode (3) <sup>2</sup>	Kupferspiegel (5) <sup>1</sup>	Halogene in wasserlöslichen Flussmitteln (6) <sup>2</sup>	Halogene in phosphathaltigen Flussmitteln (6) <sup>2</sup>	Zinkanteil (8) <sup>1</sup>	Ammoniumanteil (9) <sup>2</sup>	Benetzungsprüfung statische Methode (10) <sup>2</sup>	Entfernung von Rückständen (11) <sup>2</sup>	Sahlrohr Korrosionstest (12) <sup>2</sup>	Flussmittelspritzer (13) <sup>2</sup>	Haftvermögen (14) <sup>1</sup>	Benetzungsprüfung dynamische Methode (16) <sup>2</sup>	Gedruckte Schaltungen Oberflächen-widerstand (17) <sup>2</sup>
1 Harz	1 Kolophonium (Harz)	1 ohne Aktivator	A flüssig	×	×	×	×					×	×	×	×	×	×	×
	2 ohne Kolophonium (Harz)	2 mit Halogenen aktiviert <sup>3</sup>		×	×	×	×						×	×	×	×	×	×
2 organisch	1 wasserlöslich	3 ohne Halogene aktiviert	B fest	×	×	×		×				×	×	×	×	×	×	×
	2 nicht wasserlöslich			×	×	×							×	×	×	×	×	×
3 anorganisch	1 Salze	1 mit Ammoniumchlorid	C Paste	×	×	×			×			×	×	×	×	×	×	×
		2 ohne Ammoniumchlorid		×	×	×												
	2 Säuren	1 Phosphorsäure 2 andere Säuren		×	×	×							×	×	×	×	×	×
	3 alkalisch	1 Amine und/oder Ammoniak				×	×					×	×	×	×	×	×	×

1) Teil von DIN EN 29455.  
 2) Teil von DIN EN ISO 9455.  
 3) Andere Aktivierungsmittel dürfen verwendet werden.  
 Anmerkung: Das Zeichen × gibt an, dass die Prüfung für das Flussmittel nach dieser Einteilung geeignet ist.

## 13.2.3 Fertigung und Qualität

Für die löttechnische Fertigung und Qualität wird in Tab. 628.1 auf wichtige DIN-Normen verwiesen.

Tabelle 628.1 Löttechnische Normen für die Fertigung und Qualität

Thema	Norm
<b>Allgemeines</b>	
Lötbarkeit	DIN 8514
Einordnung, Unterteilung, Begriffe	DIN 8593-7
<b>Weichlöten</b>	
Chemische Zusammensetzung und Lieferformen von Loten	DIN 1707-100
Flussmittel zum Löten von Schwermetallen	DIN 8527-1
Flussmittelgefüllte Röhrenlote	DIN EN ISO 12224-1 bis -3
Prüfen von Flussmitteln (ebulliometrische Methode)	DIN EN ISO 9455-2
Probenahme von Loten für die Analyse	DIN EN ISO 10564
Lötbarkeitsprüfung	DIN 32506-1 bis -4
Prüfung von Lötverbindungen (Scherversuch)	DIN 8526
Prüfung von lötbaren Metallbelägen	DIN 40686-4
Umweltprüfverfahren (Löten)	DIN IEC 60068-2-20
Umweltprüfverfahren (Löten mit Benetzungswaage)	DIN IEC 60068-2-54
<b>Hartlöten</b>	
Prüfung von lötbaren Metallbelägen	DIN 40686-5
Zerstörende Prüfung von Verbindungen	DIN EN 12797
Zerstörungsfreie Prüfung von Verbindungen	DIN EN 12799
Löterprüfung	DIN EN 13133
Löterprüfung (Luft- und Raumfahrt)	DIN 65228
Verfahrensprüfung	DIN EN 13134
Unregelmäßigkeiten	DIN EN ISO 18279
Anwendungsbeispiele	DIN EN 14324
Konstruktionsrichtlinien (Luft- und Raumfahrt)	DIN 65169
Technische Lieferbedingungen (Luft- und Raumfahrt)	DIN 65170

## 13.3 Thermisches Schneiden

### 13.3.1 Begriffe, Fertigung und Qualität

#### DIN EN ISO 9013 Thermisches Schneiden – Einteilung thermischer Schnitte – Geometrische Produktspezifikation und Qualität (Jul 2003)

Die Norm gilt für Werkstoffe, die zum autogenen Brennschneiden, zum Plasmaschneiden und zum Laserstrahlschneiden geeignet sind.

**Autogenes Brennschneiden:** ist ein thermischer Schneidprozess, der mit Brenngas-Sauerstoff-Flamme und Schneidsauerstoff ausgeführt wird. Die von der Heizflamme abgegebene und die bei der Verbrennung entstehende Wärme ermöglichen eine fortlaufende Verbrennung durch den Schneidsauerstoff.

Die entstehenden Oxide, vermischt mit wenig Metallschmelze werden durch die kinetische Energie des Schneidsauerstoffstrahls ausgetrieben. Dadurch entsteht die Schnittfuge.

Autogenes Brennschneiden ist möglich, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

- Die Entzündungstemperatur des zu schneidenden Werkstoffes muss niedriger als seine Schmelztemperatur sein.
- Die Schmelztemperatur der entstehenden Verbrennungsprodukte, der Metalloxide, muss niedriger als die Schmelztemperatur des zu schneidenden Werkstoffes sein.
- Der Verfahrensablauf muss soviel Wärme liefern, dass die in der Schneidrichtung liegenden Werkstoffbereiche mindestens auf Entzündungstemperatur erwärmt werden.
- Die Wärmezufuhr durch die Heizflamme und die Verbrennung des Werkstoffes in der Schnittfuge muss größer sein als die Wärmeabfuhr durch Wärmeableitung in den Werkstoff und die Umgebung.
- Die Schneidschlacke muss so dünnflüssig sein, dass sie vom Schneidsauerstoffstrahl aus der Schnittfuge ausgetrieben werden kann.

**Plasmaschneiden:** ist ein thermischer Schneidprozess, der mit einem eingeschnürten Lichtbogen ausgeführt wird. Im Lichtbogen werden mehratomige Gase dissoziiert und teilweise ionisiert; einatomige Gase teilweise ionisiert. Der so erzeugte Plasmalichtbogen hoher Temperatur und großer kinetischer Energie schmilzt den Werkstoff oder verdampft ihn teilweise und treibt ihn aus. Dadurch entsteht die Schnittfuge.

Die schneidbare Blechdicke ist begrenzt, weil beim Plasmaschneiden die gesamte zur Verflüssigung des Werkstoffes erforderliche Wärme durch den Plasmalichtbogen bereitgestellt werden muss. Beim Plasmaschneiden wird zwischen Plasmaschneiden mit übertragenem und nicht übertragenem Lichtbogen unterschieden. Beim Plasmaschneiden mit übertragenem Lichtbogen muss der zu schneidende Werkstoff elektrisch leitend sein, da das Werkstück Teil des Stromkreises ist. Dieser Prozess ist für kleine und große Schneidleistungen, d. h. Schneiden dünner und dicker Bleche geeignet. Entscheidenden Einfluss auf die Energieübertragung hat das Plasmagas, das in Abhängigkeit des zu schneidenden Werkstoffes und der Schnittdicke eingesetzt wird. Beim Plasmaschneiden mit nicht übertragenem Lichtbogen liegt der Werkstoff nicht im Stromkreis. Deshalb können damit auch elektrisch nicht leitende Stoffe geschnitten werden. Das Plasmaschneiden mit nicht übertragenem Lichtbogen ist nur für kleine Schneidleistungen geeignet, weil die Schneiddüse als Anode dient.

**Laserstrahlschneiden:** ist ein thermischer Schneidprozess bei dem der fokussierte Laserstrahl die zum Schneiden erforderliche Energie liefert, die dann im Werkstoff in Wärme umgesetzt wird. Der Schneidvorgang wird durch einen Gasstrahl unterstützt. Beim Laserstrahlschneiden wird zwischen Laserstrahlbrennschneiden, -schmelzschnitten und -sublimierschnitten unterschieden.

DIN EN ISO 9013 legt allgemeine Begriffe und Benennungen, die sich auf den Schneidvorgang (s. Bild 629.1) bzw. auf den ausgeführten Schnitt (s. Bild 630.1) beziehen fest.

**Schneidgeschwindigkeit:** ist die Geschwindigkeit zwischen Werkzeug, z. B. Schneidbrenner, und Werkstück.

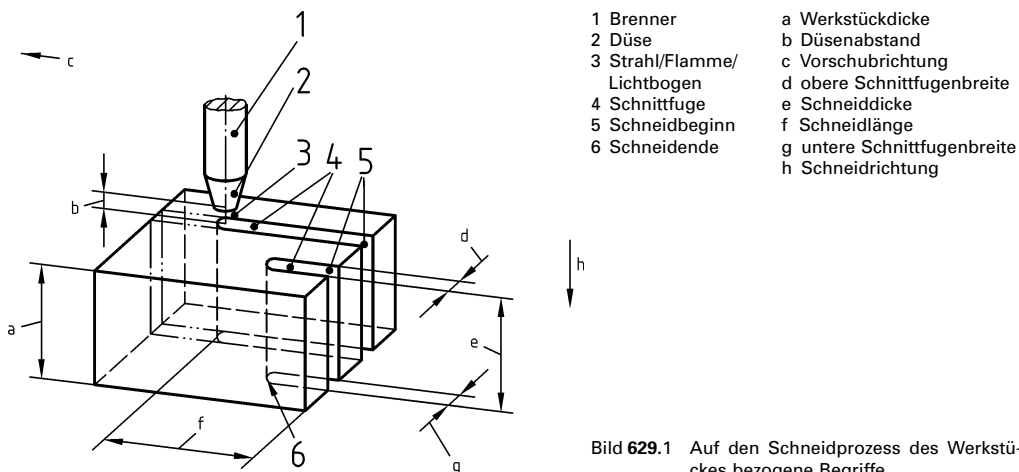
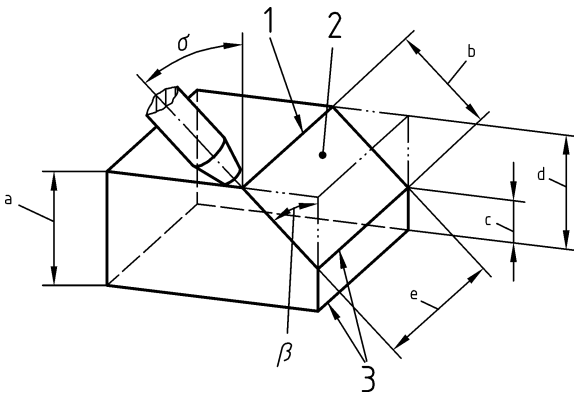


Bild 629.1 Auf den Schneidprozess des Werkstückes bezogene Begriffe



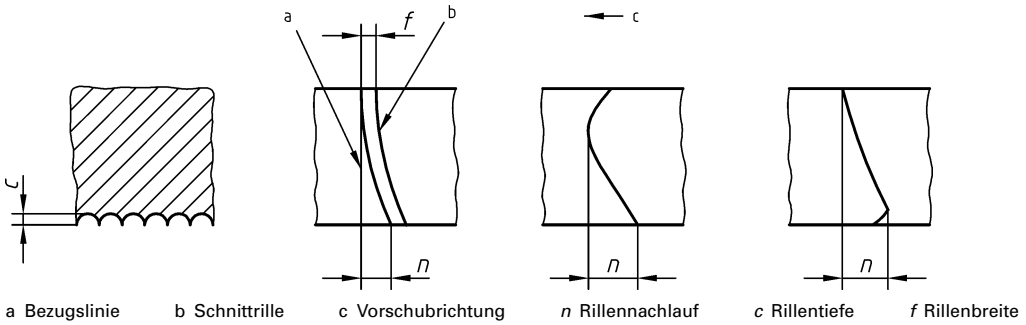


- 1 obere Schnittkante
- 2 Schnittfläche
- 3 untere Schnittkante
- $\beta$  Schnittflankenwinkel
- $\sigma$  Düsenstellwinkel
- a Werkstückdicke
- b Schnittdicke (erste Möglichkeit)
- c Steg/Schnittdicke (erste Möglichkeit)
- d Schnittdicke (zweite Möglichkeit)
- e Schnittlänge

Bild 630.1 Auf das fertige Werkstück bezogene Begriffe

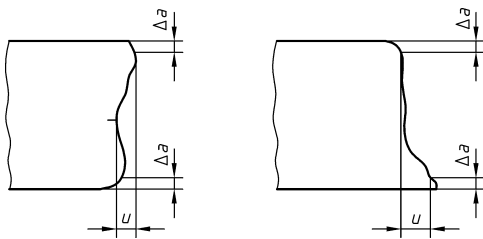
**Schnittfugenbreite:** ist der vom Schneidstrahl verursachte Abstand der Schnittflächen an den Schnitt-Oberkanten oder bei vorhandenen Anschmelzungen unmittelbar darunter.

**Rillennachlauf  $n$ :** ist der größte Abstand zweier Punkte einer Schnitttrille in Schneidrichtung (s. Bild 630.2).



- a Bezugslinie
- b Schnitttrille
- c Vorschubrichtung
- $n$  Rillennachlauf
- $n$  Rillentiefe
- $f$  Rillenbreite

Bild 630.2 Schnitttrille



- $\Delta a$  Schnittdickenverminderung
- $u$  Rechtwinkligkeits- und Neigungstoleranz
- $\beta$  Schnittflankenwinkel

a) Senkrechtschnitt

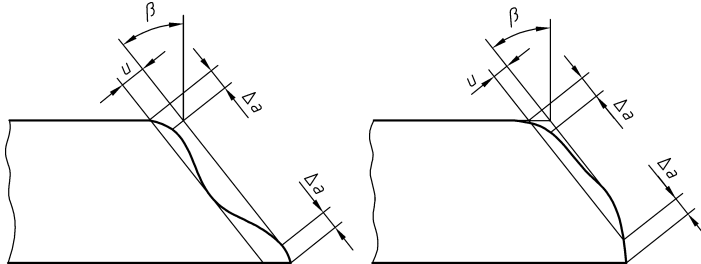


Bild 630.3 Rechtwinkligkeits- und Neigungstoleranz

b) Fasenschnitt

**Rechtwinkligkeits- oder Neigungstoleranz  $u$ :** ist der Abstand zwischen zwei parallelen Geraden, zwischen denen das Schnittflächenprofil innerhalb des theoretischen Winkels (z. B.  $90^\circ$  bei einem Senkrechtschnitt) liegt.

In der Rechtwinkligkeits- oder Neigungstoleranz sind sowohl die Geradheits- als auch die Ebenheitsabweichungen enthalten. Im Bild 630.3 sind die größten Istabweichungen innerhalb der Toleranzklasse dargestellt.

**Gemittelte Rauhtiefe  $R_{Z5}$ :** ist das arithmetische Mittel der einzelnen Profilelemente von fünf benachbarten Einzelmessungen (s. Bild 631.1).

**Anschmelzung  $r$ :** ist die messbare Einflussgröße für die Form der Schnitt-Oberkante. Diese kann eine scharfe Kante, eine Schmelzkante und eine Schmelzkante mit Überhang sein (s. Bild 631.2).

**Kolkung:** sind Auswaschungen oder Verteilungen unregelmäßiger Breite, Tiefe und Form, vorzugsweise in Schnittdickenrichtung, die eine sonst gleichmäßige Schnittfläche unterbrechen (s. Bild 631.3).

Weitere Begriffe s. Bilder 631.4 und 632.1.

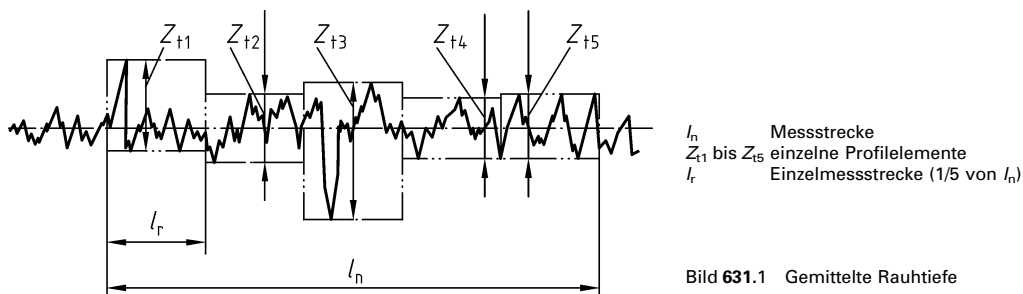


Bild 631.1 Gemittelte Rauhtiefe

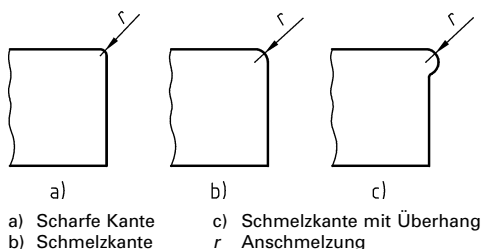
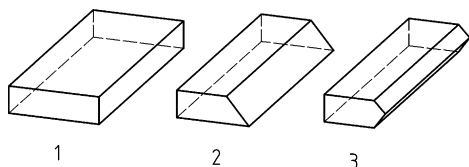


Bild 631.2 Anschmelzung



a Schneidrichtung  
 b Vorschubrichtung

Bild 631.3 Kolkung



1 Senkrechtschnitt  
 2 Fasenschnitt  
 3 Mehrfasenschnitt

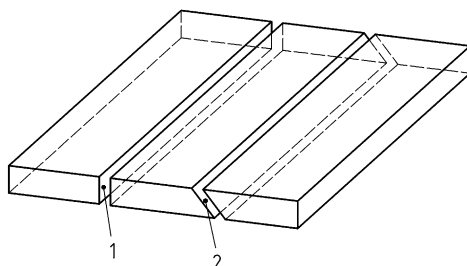
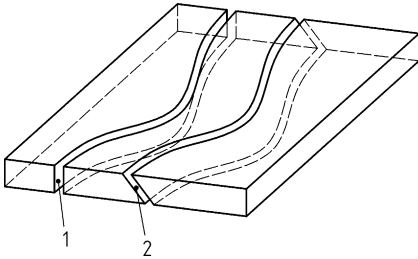


Bild 631.4 Geradschnitt



1 Senkrechtschnitt      2 Fasenschnitt

Bild 632.1 Konturschnitt

denen die gemittelte Rauhtiefe nicht ermittelt und nach dieser Norm bewertet werden kann. Für Aluminium und Aluminiumlegierungen sind bezogen auf diese Norm etwa vierfach höhere Werte zu erwarten.

Die Qualität der Schnittflächen thermisch geschnittener Werkstoffe wird durch folgende Kenngrößen beschrieben:

- Rechtwinkligkeits- oder Neigungstoleranz  $u$ ;
- Gemittelte Rauhtiefe  $R_{Z5}$ .

Die folgenden Kenngrößen können zusätzlich mit herangezogen werden:

- Rillennachlauf  $n$ ;
- Ansmelzung der Oberkante  $r$ ;
- eventuell auftretende Bartbildung oder Schmelztropfen an der Schnitt-Unterkante.

Bei der Wahl der Messgeräte zum Ermitteln der Qualität von Schnittflächen ist zu beachten, dass die Fehlergrenzen nicht größer als 20% der Werte der zu messenden Kenngrößen sein dürfen. Tab. 632.2 und 632.3 geben die Fein- und Grobmessgeräte für die einzelnen Kenngrößen an.

Tabelle 632.2 Feinmessgeräte

Symbol	Feinmessgeräte	
	Fehlergrenzen	Beispiele
$u$	0,02 mm	Führungsvorrichtung in Richtung der Schnittdicke und des theoretischen Winkels mit Messuhr Tastspitzenwinkel $\leq 90^\circ$ Tastspitzenradius $\leq 0,1$ mm
$R_{Z5}$	0,002 mm	Feinmessgerät, z. B. elektrisches Tastschnittgerät, zum kontinuierlichen Abtasten in Schneidrichtung
$n$	0,05 mm	Messmikroskop mit Fadenkreuz und Kreuzschlitten mit ausreichender Verstellbarkeit
$r$	0,05 mm	Sondergerät zum Abtasten des Profiles der Schnitt-Oberkante mit Messuhr
Geradheit	0,2 mm	Stahldraht mit max. 0,5 mm Durchmesser, Fühlerlehre

Tabelle 632.3 Grobmessgeräte

Symbol	Grobmessgeräte	
	Fehlergrenzen	Beispiele
$u$	0,1 mm	Anschlagwinkel (Werkstattwinkel mit Genauigkeitsgrad 1 oder 2), für Schrägschnitte, Gehrungswinkel oder Stellwinkel, eingestellt auf den theoretischen Schnittflankenwinkel oder Stellwinkel, dazu Tiefenmesser mit Tastspitze, Messdraht, Fühlerlehre
$R_{Z5}$	–	–
$n$	0,2 mm	Anschlagwinkel (Werkstattwinkel), für Schrägschnitte, Gehrungswinkel oder Stellwinkel, dazu Messschieber mit Nonius oder graviertes Lineal mit Nonius, Winkelmesser mit Umrechnungstabelle vom Nachlaufwinkel auf die Nachlauflänge
$r$	0,1 mm	Konvexlehre (Radienschablone)
Geradheit	0,2 mm	Stahldraht mit max. 0,5 mm Durchmesser, Fühlerlehre

DIN EN 12584 (identisch mit ISO 17658) „Unregelmäßigkeiten an Brennschnitten, Laserstrahlschnitten und Plasmaschnitten – Terminologie“ enthält Benennungen und Erklärungen für Unregelmäßigkeiten an Brenn-, Laser- und Plasmaschnitten (s. Norm).

Die Norm berücksichtigt das Prinzip der Beschreibung der Qualität thermischer Schnitte unabhängig vom Prozess, z. B. autogenes Brennschneiden, Plasmaschneiden, Laserstrahlschneiden. Nicht jede Qualität und jede geometrische Produktspezifikation sind mit jedem Prozess und jedem Werkstoff erreichbar. Bei Schnittflächen an geschnittenen Teilen aus Aluminium, Titan, Magnesium und ihren Legierungen und Messing ergeben sich legierungsabhängig körnige und wellige Oberflächen, an

Die Bilder 633.1 bis 634.2 zeigen Durchschnittsqualitäten, die mit den oben erwähnten unterschiedlichen Schneidprozessen erreichbar sind. In Abhängigkeit von den Servicebedingungen und der angewandten Technologie können jedoch bedeutende Qualitätsunterschiede erreicht werden.

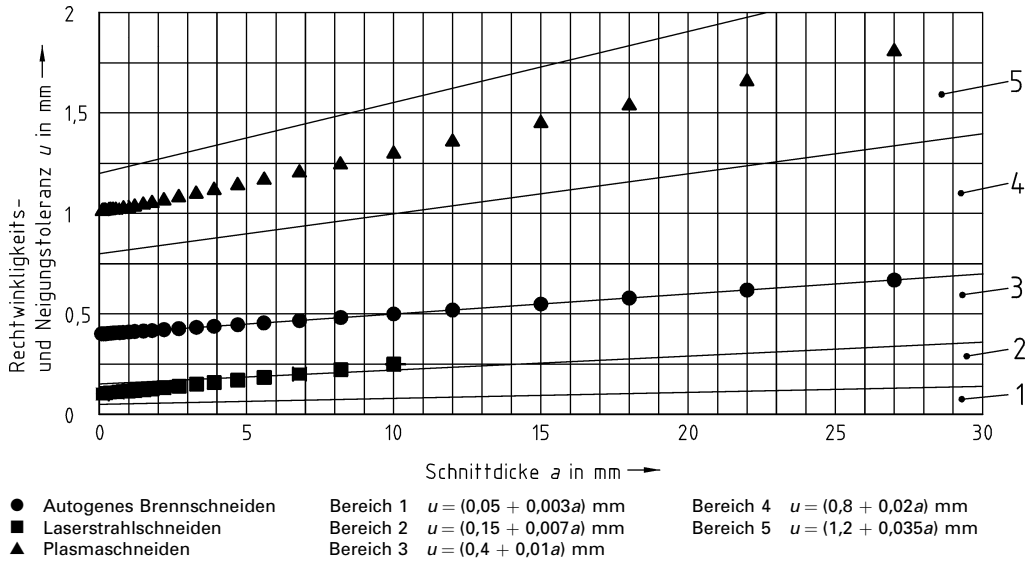


Bild 633.1 Typisch erreichbare Schnittqualitäten der Rechtwinkligkeits- oder Neigungstoleranz,  $u$  – Werkstückdicke bis 30 mm

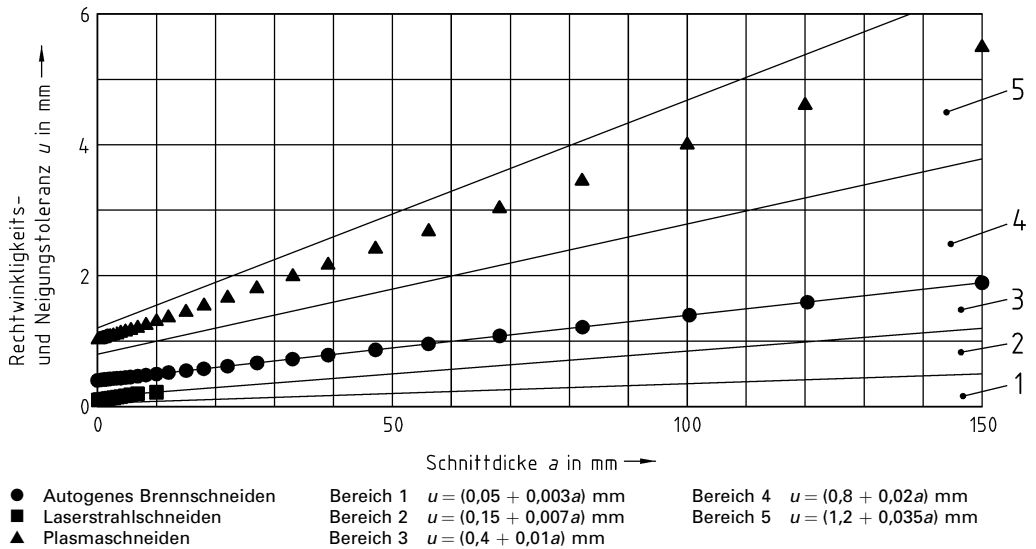
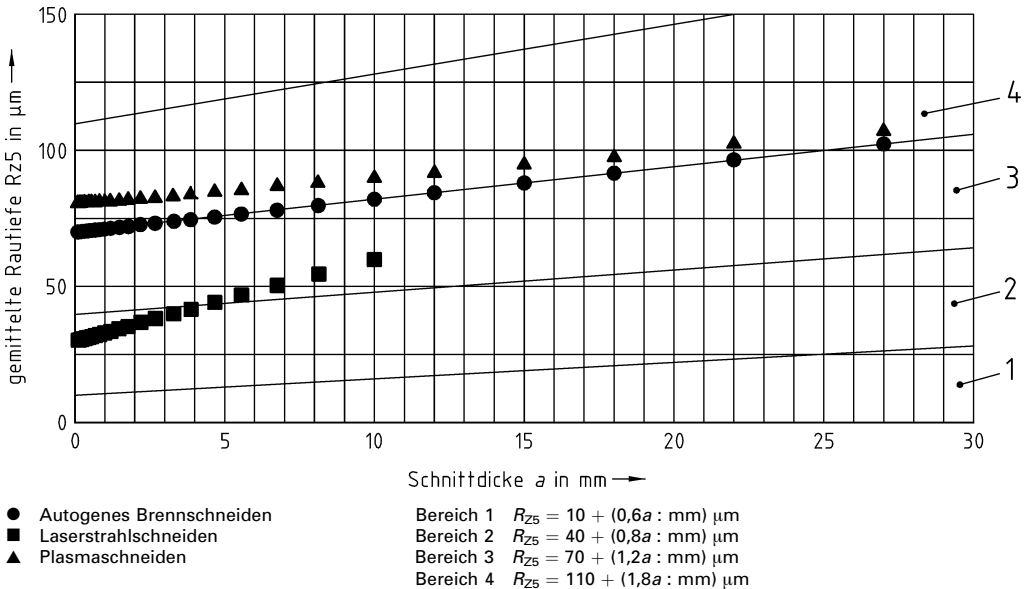
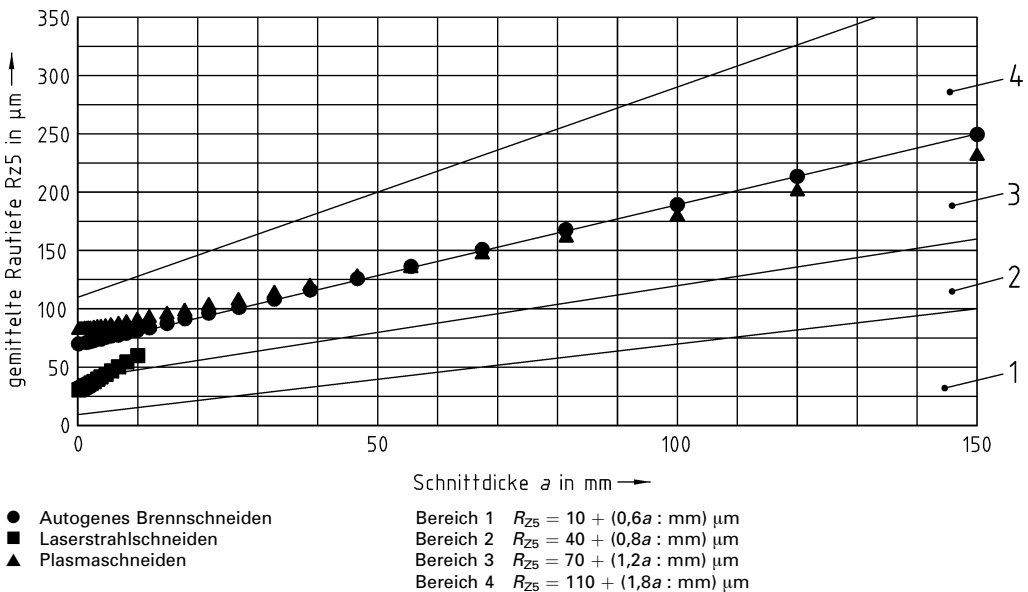


Bild 633.2 Typisch erreichbare Schnittqualitäten der Rechtwinkligkeits- oder Neigungstoleranz,  $u$  – Werkstückdicke bis 150 mm

Bild 634.1 Typisch erreichbare Schnittqualitäten der gemittelten Rauhtiefe,  $R_{Z5}$  – Werkstückdicke bis 30 mmBild 634.2 Typisch erreichbare Schnittqualitäten der gemittelten Rauhtiefe,  $R_{Z5}$  – Werkstückdicke bis 150 mm

Nach DIN EN ISO 9013 werden die Grenzabmaße für die Schnittflächenqualität (Rechtwinkligkeits- oder Neigungstoleranz) getrennt von den Grenzabmaßen für die Maßabweichungen des Werkstückes behandelt, um die unterschiedlichen Einflüsse auf das Werkstück zu verdeutlichen. Die Grenzabmaße für Maßabweichungen des Werkstückes (s. Tab. 635.1 und 635.2) gelten für Maße ohne Toleranzangaben, wenn auf Zeichnungen oder in sonstigen Unterlagen auf diese Norm verwiesen wird. Sie gelten für Autogen- und Plasmaschnitte nur an Werkstücken, deren Seitenverhältnis (Länge : Breite) höchstens 4 : 1 ist und für Schnittlängen (Umfang) von mindestens 350 mm.

Tabelle 635.1 Grenzabmaße für Nennmaße der Toleranzklasse 1 (aus DIN EN ISO 9013)

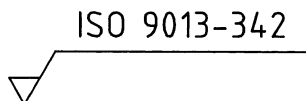
Werkstückdicke	Nennmaße (in mm)							
	> 0 < 3	≥ 3 < 10	≥ 10 < 35	≥ 35 < 125	≥ 125 < 315	≥ 315 < 1000	≥ 1000 < 2000	≥ 2000 < 4000
	Grenzabmaße (in mm)							
> 0 ≤ 1	±0,04	±0,1	±0,1	±0,2	±0,2	±0,3	±0,3	±0,3
> 1 ≤ 3,15	±0,1	±0,2	±0,2	±0,3	±0,3	±0,4	±0,4	±0,4
> 3,15 ≤ 6,3	±0,3	±0,3	±0,4	±0,4	±0,5	±0,5	±0,5	±0,6
> 6,3 ≤ 10	-	±0,5	±0,6	±0,6	±0,7	±0,7	±0,7	±0,8
> 10 ≤ 50	-	±0,6	±0,7	±0,7	±0,8	±1	±1,6	±2,5
> 50 ≤ 100	-	-	±1,3	±1,3	±1,4	±1,7	±2,2	±3,1
> 100 ≤ 150	-	-	±1,9	±2	±2,1	±2,3	±2,9	±3,8
> 150 ≤ 200	-	-	±2,6	±2,7	±2,7	±3	±3,6	±4,5
> 200 ≤ 250	-	-	-	-	-	±3,7	±4,2	±5,2
> 250 ≤ 300	-	-	-	-	-	±4,4	±4,9	±5,9

Tabelle 635.2 Grenzabmaße für Nennmaße der Toleranzklasse 2 (aus DIN EN ISO 9013)

Werkstückdicke	Nennmaße (in mm)							
	> 0 < 3	≥ 3 < 10	≥ 10 < 35	≥ 35 < 125	≥ 125 < 315	≥ 315 < 1000	≥ 1000 < 2000	≥ 2000 < 4000
	Grenzabmaße (in mm)							
> 0 ≤ 1	±0,1	±0,3	±0,4	±0,5	±0,7	±0,8	±0,9	±0,9
> 1 ≤ 3,15	±0,2	±0,4	±0,5	±0,7	±0,8	±0,9	±1	±1,1
> 3,15 ≤ 6,3	±0,5	±0,7	±0,8	±0,9	±1,1	±1,2	±1,3	±1,3
> 6,3 ≤ 10	-	±1	±1,1	±1,3	±1,4	±1,5	±1,6	±1,7
> 10 ≤ 50	-	±1,8	±1,8	±1,8	±1,9	±2,3	±3	±4,2
> 50 ≤ 100	-	-	±2,5	±2,5	±2,6	±3	±3,7	±4,9
> 100 ≤ 150	-	-	±3,2	±3,3	±3,4	±3,7	±4,4	±5,7
> 150 ≤ 200	-	-	±4	±4	±4,1	±4,5	±5,2	±6,4
> 200 ≤ 250	-	-	-	-	-	±5,2	±5,9	±7,2
> 250 ≤ 300	-	-	-	-	-	±6	±6,7	±7,9

Die Maßangaben in den Zeichnungen beziehen sich auf das geschnittene Werkstück. In technischen Unterlagen, Normen usw. sind Maßbuchstaben nach dieser Internationalen Norm zu verwenden.

**Bezeichnungsbeispiel** für eine geforderte Schnittqualität mit Kurzzeichen 34 (Bereich 3 für  $u$ , Bereich 4 für  $R_{Z5}$ ) und die Toleranzklasse 2 für die Grenzabmaße für die Nennmaße (s. Tab. 635.2) lautet:



## 13.3.2 Einteilung der Prozesse

### DIN 2310-6 Thermisches Schneiden – Teil 6: Einteilung, Prozesse (Jun 2003)

Diese Norm regelt die Zuordnung der Fertigungsverfahren zum thermischen Schneiden zu den nach DIN 8580 „Fertigungsverfahren – Begriffe, Einteilung“ eingeteilten Fertigungsverfahren der Gruppe 3.4 „Abtragen“.

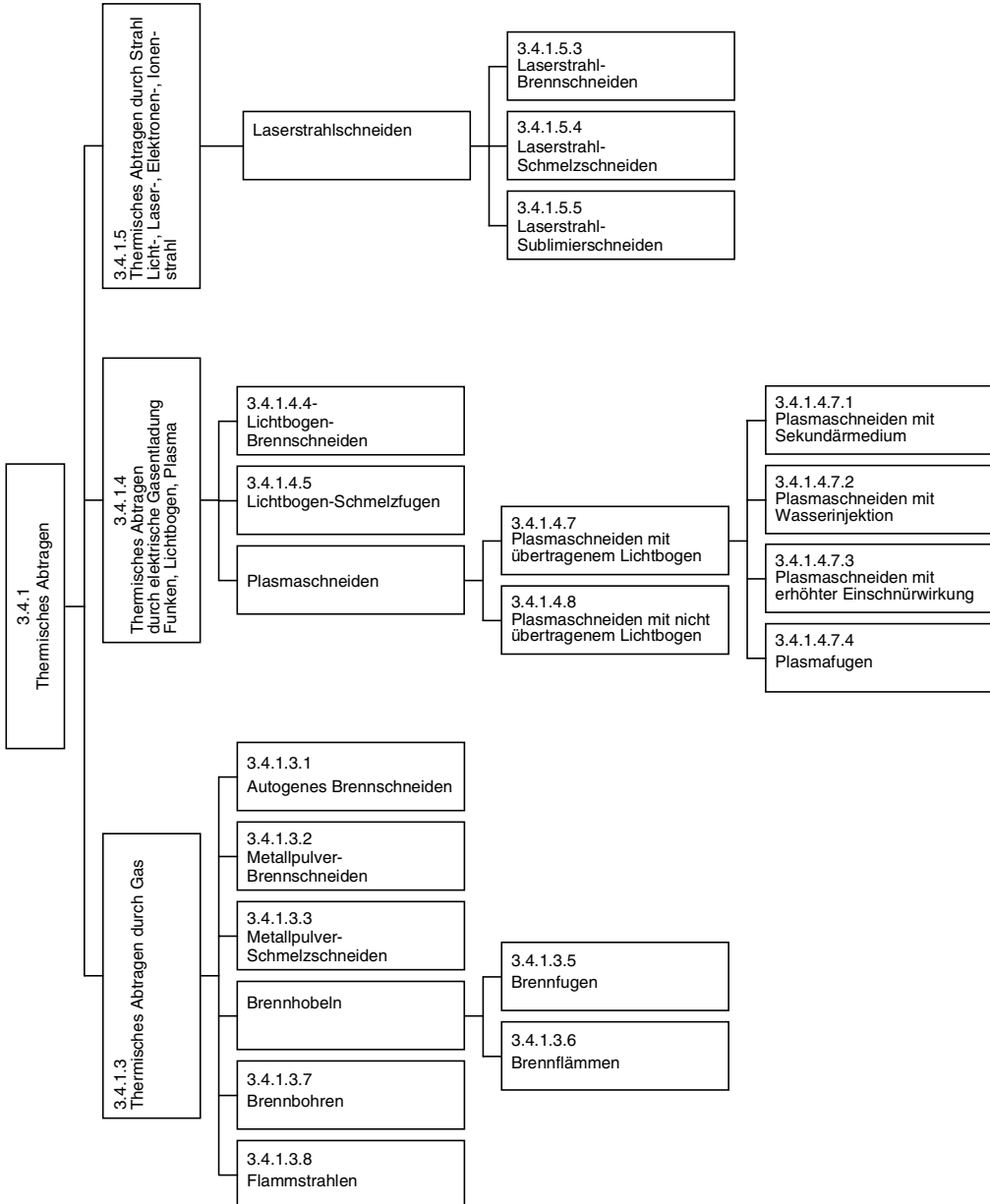


Bild 636.1 Graphische Einordnung der Prozesse zum thermischen Schneiden und Ordnungsnummern (Einteilung nach den verwendeten Energieträgern)

Die Verfahren sind nach folgenden Ordnungsgesichtspunkten eingeteilt:

- Art des von außen auf das Werkstück einwirkenden Energieträgers: (s. Bild 636.1);
- Physik des Schneidvorgangs: Brennschneiden, Schmelzschneiden, Sublimierschneiden;
- Grad der Mechanisierung: Handschneiden, teilmechanisches Schneiden, vollmechanisches Schneiden, automatisches Schneiden;
- Anordnung des Wasserbads: thermisches Schneiden über Wasser, thermisches Schneiden auf Wasser, thermisches Schneiden unter der Wasseroberfläche.

### 13.3.3 Brennschneidmaschinen

#### **DIN EN 28206 Abnahmeprüfungen für Brennschneidmaschinen – Nachführgenauigkeit – Funktionseigenschaften (Aug 1992)**

Die Abnahmeprüfung umfasst die Herstellungs- und Aufstellungsgenauigkeit der Laufbahn, die Herstellungsgenauigkeit der Brennschneidmaschinen und die Arbeitsgenauigkeit von automatisch gesteuerten Brennschneidmaschinen sowie von Besäummaschinen. Für die einzelnen Messungen sind die Messgeräte, die Messanleitung, die zulässige Abweichung und – wenn möglich – die Messdurchführung durch ein Bild angegeben. Damit werden für Hersteller und Anwender eindeutige Verhandlungsgrundlagen geschaffen, die wesentliche Erleichterung bringen können.

Die Abnahmeprüfung dient ausschließlich dem Nachweis der Genauigkeit und der Funktionseigenschaft der Brennschneidmaschinen. Die durch das Brennschneidverfahren verursachten Einflüsse, z. B. Heizflammeinstellung, Sauerstoffreinheit, Beschaffenheit der Blechoberfläche, mechanische und Wärmespannungen im Werkstück, konnten bei der festgelegten Abnahmeprüfung nicht berücksichtigt werden, da die Auswirkung dieser verfahrensabhängigen Einflüsse nicht bestimmbar sind und die Messungen dadurch nicht reproduzierbar wären. Prüfung und Kennzeichnung der Maschinen- und Handschneidbrenner für Brenngas/Sauerstoff nach DIN EN ISO 5172 „Gasschweißgeräte – Brenner für Schweißen, Wärmen und Schneiden – Anforderungen und Prüfungen“ (s. Norm).

Auf folgende weitere Normen zum Thema thermisches Schneiden wird verwiesen:

DIN EN ISO 7287	Bildzeichen für Einrichtungen zum thermischen Schneiden
DIN 8580	Fertigungsverfahren – Begriffe, Einteilung
DIN EN 12584	Unregelmäßigkeiten an Brennschnitten, Laserstrahlschnitten und Plasmaschnitten – Terminologie
DIN 32516	Thermisches Schneiden – Thermische Schneidbarkeit metallischer Bauteile – Allgemeine Grundlagen und Begriffe

## 13.4 Thermisches Spritzen

### 13.4.1 Begriffe, Einteilung der Prozesse

#### **DIN EN 657 Thermisches Spritzen – Begriffe, Einteilung (Jun 2005)**

Das thermische Spritzen umfasst Verfahren, bei denen Spritzzusätze innerhalb oder außerhalb der Spritzpistole zugeführt und bis zum plastischen oder geschmolzenen Zustand aufgeheizt und dann auf die vorbereitete Oberfläche geschleudert werden. Die Oberfläche wird dabei nicht aufgeschmolzen.

Um spezifische Eigenschaften der Schicht zu erreichen, kann ein thermisches oder mechanisches Nachbehandeln oder Versiegeln angewendet werden.

Die thermischen Spritzverfahren werden eingeteilt nach:

- Art des Spritzzusatzes (Draht-, Stab-, Schnur, Pulver- oder Schmelzbadspritzen);
- Art der Fertigung (manuelles, mechanisches oder automatisches Spritzen);
- Art des Energieträgers (s. Bild 638.1).

Weitere Begriffe und Benennungen sind geordnet bezogen auf allgemeine Begriffe, die Ausrüstung und Geräte zum thermischen Spritzen, auf verfahrensspezifische Begriffe des thermischen Spritzens, auf schichtspezifische Begriffe und auf Begriffe zu Eigenschaften thermisch gespritzter Schichten.



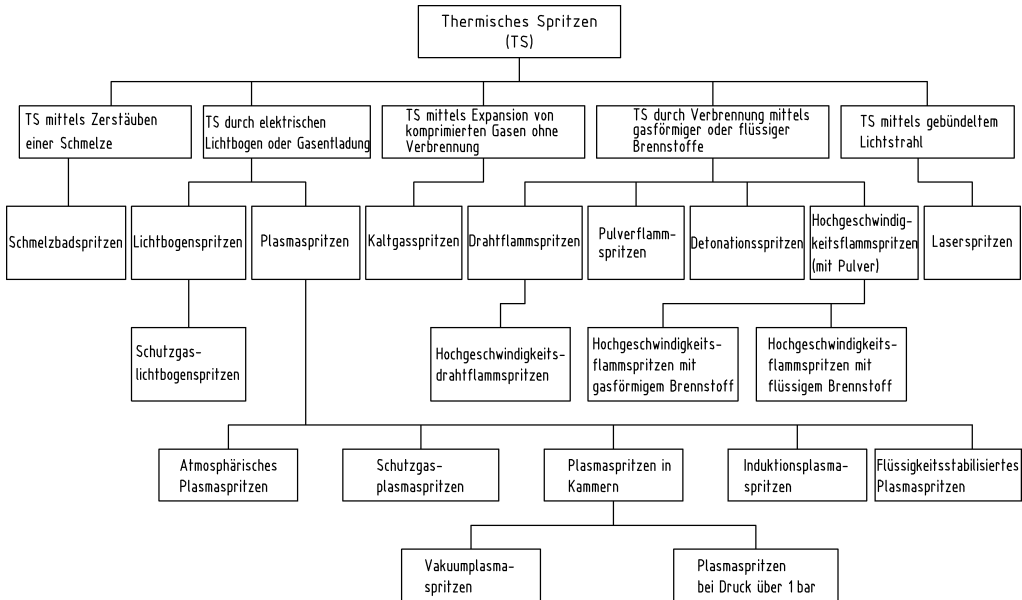


Bild 638.1 Graphische Einordnung der Prozesse zum thermischen Spritzen – Einteilung nach den verwendeten Energieträgern (aus DIN EN 657)

## 13.4.2 Zusätze

### DIN EN ISO 14919 Thermisches Spritzen – Drähte, Stäbe und Schnüre zum Flammspritzen und Lichtbogenspritzen – Einteilung – Technische Lieferbedingungen (Okt 2001)

Durch thermisches Spritzen werden Erzeugnisse aus metallischen oder nicht metallischen Grundwerkstoffen mit metallischen oder nicht metallischen Schichten überzogen, wobei deren Eigenschaften sich von denen des Grundwerkstoffes unterscheiden können. Zweck des Aufspritzen von artfremdem Werkstoff in dünnen Schichten: Beständigkeit gegen atmosphärische Einflüsse (Korrosionsschutz), höhere chemische Beständigkeit (gegen Säuren, Basen, Salze), höhere Härte, gute Verschleißfestigkeit, gute Laufeigenschaften, Kaltverfestigungsfähigkeit, dekorative Effekte und abschirmende Schichten. Artgleicher Werkstoff in dicken Schichten wird normalerweise zum Auftragen abgenutzter Stellen aufgespritzt.

DIN EN ISO 14919 teilt die Zusätze nach dem Herstellungsprozess und der daraus resultierenden Struktur (s. Tab. 638.2) und der chemischen Zusammensetzung (s. Tab. 639.1) ein.

Tabelle 638.2 Einteilung der Spritzzusätze nach dem Herstellungsprozess und der resultierenden Struktur (aus DIN EN ISO 14919)

Nummer	Bezeichnung	Herstellungsprozess	Struktur
1	Massivdraht/Stab	schmelzmetallurgische Herstellung und Umformung	homogene Zusammensetzung
2	Massivdraht/Stab	pulvermetallurgische Herstellung und Umformprozesse	homogene Zusammensetzung
3	Fülldraht (Röhrchendraht)	Auffüllen eines metallischen Rohres mit Pulver und anschließendes Komprimieren durch Umformprozesse	nahtlose Metallschale mit Pulverfüllung
4	Fülldraht (Falzdraht)	Umformen eines Metallbandes mit Pulverfüllung, Bänder und anschließendes Komprimieren durch Ziehen	Metallschale mit Pulverfüllung
5	Schnur	gleichzeitiges Extrudieren von Pulver, Binder und organischer Hülle	Kunststoffschale mit Pulverfüllung
6	Keramischer Stab	Extrudieren und Sintern von keramischen Werkstoffen	poröser Stab bestehend aus gebundenen Keramikpartikeln

Tabelle 639.1 Einteilung der Spritzzusätze nach ihrer chemischen Zusammensetzung (aus DIN EN ISO 14919)

Nummer	Werkstoffgruppe	Sorten/Kurzzeichen	Herstellungsprozess nach Tab. 638.2
1	Zinn und Zinnlegierungen	Sn99, SnSbCu84	1
2	Zink und Zinklegierungen	Zn99,99, Zn99, ZnAl15	1
3	Aluminium und Aluminiumlegierungen	Al99,98, Al99,5, AlMg5, AlZn5, AlSi5	1
4	Kupfer und Kupferlegierungen	Cu99, CuZn37, CuZn39, CuSn6, CuSn12, CuAl8, CuAl10	1
5	Eisen und Eisenlegierungen	10 Mn, 10 MnSi4, 80 MnSi, 150 Cr4, 110 Cr3 110 MnCrTi5 5, X 45 Cr13 a) mit Cu-Beschichtung b) ohne Cu-Beschichtung X 20 CrMo13 1 X 6 CrAl22 4 X 6 CrNi19 9 X 5 CrNiMo17 12 2 X 12CrNiMn18 8 6	1
		X 12 CrNi25 20 X 25 CrCuB26 3 3 X 25 MnAlSi7 5	3, 4
6	Nickel und Nickellegierungen	NiCu30, Ni99, NiCrFe15 20, NiCr20	1
		NiAl5	1, 3, 4, 5
		NiAl20, NiAlMo5 5, NiCrAl20 6, NiFeAlCr20 14 3	3, 4
		NiCrBSi	5
7	Molybdän	Mo	2
8	Oxidkeramiken	ZrO <sub>2</sub> /CaO95/5	6
		ZrO <sub>2</sub> /CaO70/30	5
		Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /TiO <sub>2</sub> 97/3	5, 6
		Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /TiO <sub>2</sub> 87/13, Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /TiO <sub>2</sub> 60/40	6
		Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /SiO <sub>2</sub> 70/30	5
		Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /MgO70/30	5, 6

Die Zusammensetzung der Nichteisen-Sorten kann aus dem Kurzzeichen abgeleitet werden und zwar:

- bei unlegierten Zusätzen ist der Massengehalt als Wert angegeben;
- bei legierten Zusätzen wird der Massengehalt des zulegierten Anteils als Wert angegeben.

#### Bezeichnungsbeispiel:

Die Bezeichnung eines drahtförmigen Spritzzusatzwerkstoffes aus einer Stahllegierung von 18 % Cr, 8 % Ni, 6 % Mn und 0,12 % C gemäß Tab. 639.1 (Werkstoffgruppe 5.10) und einem Durchmesser von 1,6 mm, der metallurgisch hergestellt und umgeformt wurde (s. Tab. 638.2, Nummer 1), lautet:

#### Thermischer Spritzwerkstoff EN ISO 14919-5.10-1.6-1

Tabelle 639.2 Abmessungen und Grenzabmaße (mm) (aus DIN EN ISO 14919)

Lieferart	Durchmesser	
	Nennmaß	Grenzabmaß
Draht	1,6; 1,62	+0; -0,05
	2,0; 2,3; 2,5	+0; -0,06
	3,0; 3,17; 3,48; 4,0; 4,76	+0; -0,07
Stab	4,8; 6,3; 7,9	+0,05; -0,2
Schnur	3,17; 4,75	±0,1

Die Geradheit von Stäben und die Eigenschaften der drahtförmigen Zusätze einschließlich Auf- und Abspulen müssen so eingehalten werden, dass sich die Zusätze fehlerfrei fördern lassen. Abmessungen und Grenzabmaße s. Tab. 639.2.

### DIN EN 1274 Thermisches Spritzen – Pulver – Zusammensetzung, technische Lieferbedingungen (Feb 2005)

Absicht dieser Norm ist, die wichtigsten Pulver für Spritzschichten auf der Basis ihrer Zusammensetzung, ihres Herstellverfahrens und ihrer Korngrößenverteilung zu kennzeichnen. Die Mehrzahl der auf dem Markt befindlichen Pulver ist dadurch erfasst und kann nach diesem Dokument charakterisiert und spezifiziert werden.

Die Pulver zum thermischen Spritzen werden nach ihrer chemischen Zusammensetzung in folgende Werkstoffgruppen unterteilt, s. Tab. 640.1.

Tabelle 640.1 Einteilung der Pulver nach der chemischen Zusammensetzung (aus DIN EN 1274)

Kenn-Nr.	Werkstoffgruppe	Anzahl der Pulver
1	Reine Metalle	12
2	Selbstfließende Legierungen	21
3	Nickel-Chrom-Eisen-Legierungen	11
4	MCrAlY-Legierungen	6
5	Nickel-Aluminium-Eisen-Legierungen und Verbundwerkstoffe	4
6	Hochlegierte Stähle	5
7	Kobalt-Chrom-Legierungen	7
8	Kupfer-Aluminium-Legierungen und Verbundwerkstoffe, Kupfer-Zinn- und Kupfer-Nickel-Legierungen	3
9	Aluminium-Legierungen	1
10	Nickel-Graphit-Verbundwerkstoffe	4
11	Karbide, Karbide mit Metall, Karbide mit Metalllegierungen und Verbundwerkstoffe	27
12	Oxide	17
–	Organische Werkstoffe <sup>1)</sup>	–

<sup>1)</sup> Die zurzeit am häufigsten beim Flammspritzen eingesetzten Werkstoffe sind ein Ethylen-Hydroxyethylen-Copolymer und Polyester in Mischung mit metallischen Legierungen oder Oxiden.

#### Bezeichnungsbeispiel:

Die Bezeichnung eines gesinterten Wolframkarbid-Kobalt-Legierungsspritzpulvers mit 12 % Co und etwa 5 % C (Kenn-Nr. 11.8), in der Korngröße 45/5 µm lautet:

**Spritzpulver EN 1274: 2004 – 11.8 – 45/5 gemessen mit Laserstrahlstreuung – gesintert**

### 13.4.3 Fertigung und Qualität

Die Zusammenhänge der Normung im Bereich Fertigung und Qualität sind in Bild 641.1 dargestellt.

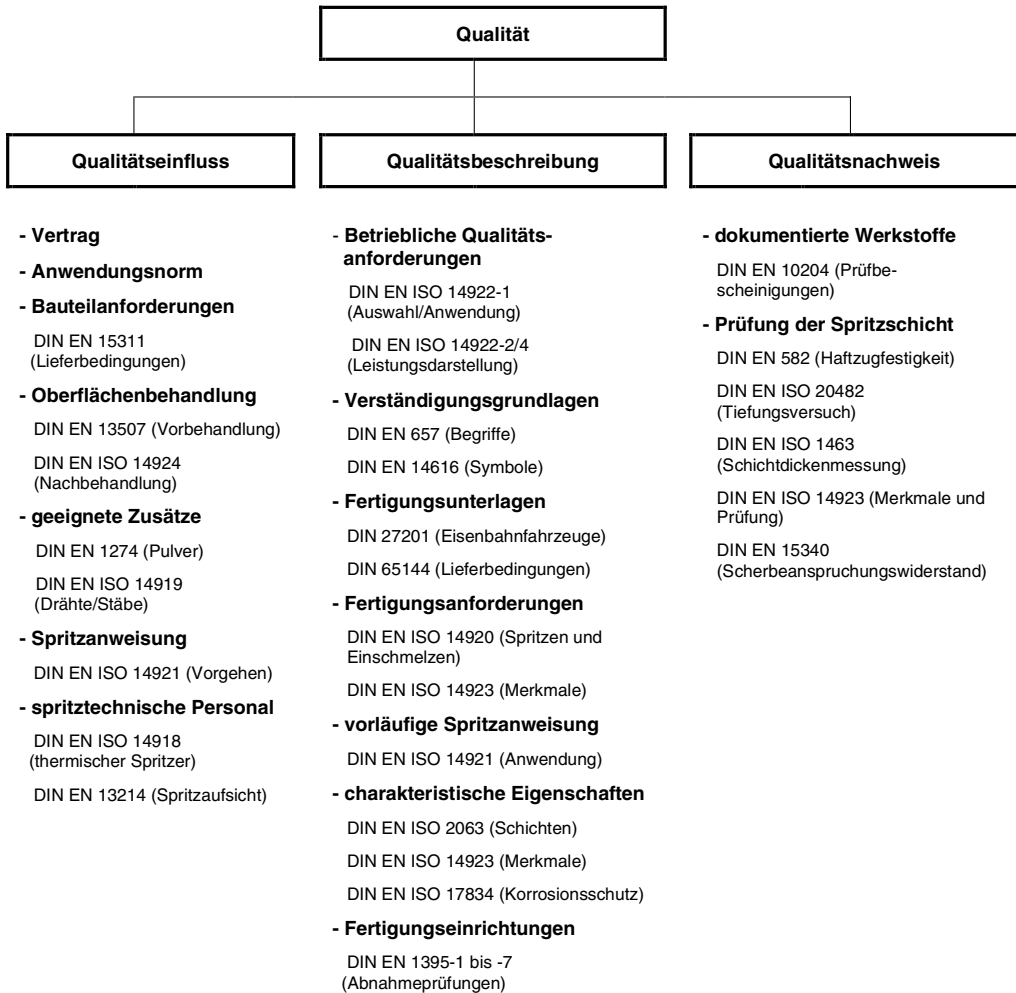


Bild 641.1 Qualitätsbestimmende Merkmale

# 14 Gewinde<sup>1) 2)</sup>

Bearbeitet von M. Kaufmann

Kennzeichnend für eine Schraubverbindung ist das Gewinde, das Schraube und Mutter miteinander verbindet. Gewinde ist vorstellbar als ein Profil, z. B. ein dreieckiges, das um einen Zylinder unter einem Winkel zu dessen Achse verläuft, wobei eine Seite des Profils auf dem Zylindermantel liegt.

In Schraube und Mutter treten Beanspruchungen auf, die nur vereinfachend als Zugkräfte angesehen werden, in Wirklichkeit aber vielfältiger Art sind. Übertragen werden die Beanspruchungen durch das Gewinde. Die reinen Zugspannungen verteilen sich etwa nach dem schematischen Bild 643.1 über den Kernquerschnitt. Die sichere Übertragung der Beanspruchungen, und damit die Sicherheit einer Schraubverbindung überhaupt, hängt davon ab, ob und wie Bolzen- und Muttergewinde zueinander passen. Einwandfreies Passen wird zu erwarten sein, wenn die Gewindeflanken nach dem Zusammenschrauben weitgehend gegenseitig zur Anlage kommen. Wegen der Austauschbarkeit, die besonders bei Befestigungsschrauben unerlässlich ist, muss Gewähr dafür gegeben sein, dass dies bei beliebiger Paarung von Bolzen und Muttern der Fall ist. Dazu ist nicht nur das theoretische Gewindeprofil nach Form und Maßen, sondern es sind auch die Grenzmaße festzulegen, die beim Herstellen des Gewindes nicht überschritten werden dürfen. Je nach dem Zweck, den eine Schraubverbindung zu erfüllen hat, sind folgende Gewindeprofile hauptsächlich in Anwendung:

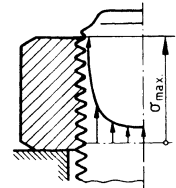


Bild 643.1  
Zugspannung im Kernquerschnitt einer Schraube, schematisch dargestellt

**Spitzgewinde** vorwiegend für Befestigungszwecke

**Trapezgewinde** zum Übertragen von Kräften in beiden Achsenrichtungen

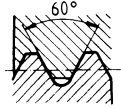
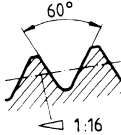
**Sägewinde** zum Übertragen von Kräften vorwiegend in einer Achsenrichtung

**Rundgewinde** zum Übertragen von Kräften und Bewegungen in beiden Achsenrichtungen, wenn der Gewindegrund zum Vermeiden von Kerbwirkungen eine große Rundung haben muss (z. B. Kupplungen für Eisenbahnfahrzeuge). Rundgewinde ist auch an Stellen geeignet, die stark verschmutzen. Es lässt sich gut in Blech drücken (z. B. Lampenfassungen, Verschlussdeckel für Gläser).

## DIN 202 Gewinde – Übersicht (Nov 1999)

Diese Norm enthält zur schnellen Information die allgemein oder für ein größeres Sondergebiet angewendeten Gewinde. So sind in dieser Norm neben den entsprechenden Gewinden nach DIN-Normen (s. Tab. 643.2) auch Gewinde nach ISO-Normen und ausländischen Normen wiedergegeben.

Tabelle 643.2 Gewinde nach DIN-Normen (Auszug)

Benennung	Profil (Skizze)	Kennbuchstaben	Kurzzeichen-Beispiel	Nenn-durch-messer oder Gewindegröße	nach Norm	Anwendung
Metrisches ISO-Gewinde		M	M 0,8	0,3 bis 0,9 mm	DIN 14-1 bis DIN 14-4	für Uhren und Feinwerktechnik
			M 30	1 bis 68 mm	DIN 13-1	allgemein (Regelgewinde)
			M 20 × 1	1 bis 1000 mm	DIN 13-2 bis DIN 13-11	allg., wenn Steigung des Regelgewindes zu groß
Metrisches kegeliges Außen-gewinde		M	DIN 158 – M 30 × 2 keg	6 bis 60 mm	DIN 158	für Verschluss-schrauben und Schmiernippel
			DIN 158 – M 30 × 2 keg kurz			

Fortsetzung s. nächste Seiten

<sup>1)</sup> S. auch [www.natg.din.de](http://www.natg.din.de)

<sup>2)</sup> Die wichtigsten DIN-Normen über Gewinde sind im DIN-Taschenbuch 45 vollinhaltlich enthalten. Beuth Verlag GmbH, Berlin, Wien, Zürich.

Tabelle 643.2, Fortsetzung

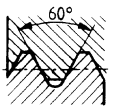
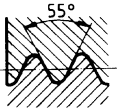
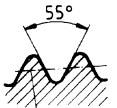

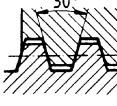
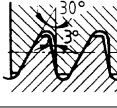


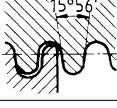
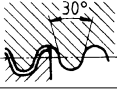


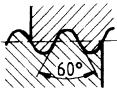

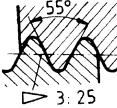
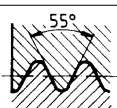
Benennung	Profil (Skizze)	Kennbuchstaben	Kurzzeichen-Beispiel	Nenndurchmesser oder Gewindegröße	nach Norm	Anwendung
Metrisches MJ-Gewinde		MJ	MJ 6 × 1 – 4h6h	1,6 bis 39 mm	DIN ISO 5855-1 und DIN ISO 5855-2	Luft- und Raumfahrt
			MJ 6 × 1 – 4H5H			
Rohrgewinde für nicht im Gewinde dichtende Verbindungen (zylindrisch)		G	G 1 1/2 A G 1 1/2 B	1/16 bis 6	DIN ISO 228-1	Außengewinde für Rohre und Rohrverbindungen
			G 1 1/2			Innengewinde für Rohre und Rohrverbindungen
Whitworth-Rohrgewinde, zylindrisch		R				
Whitworth-Rohrgewinde, zylindrisches Innengewinde			DIN 2999 – Rp 1/2	1/16 bis 6	DIN 2999-1	für Gewinderohre und Fittings
			DIN 3858 – R 1/8	1/8 bis 1 1/2	DIN 3858	für Rohrverschraubungen
Whitworth-Rohrgewinde, kegeliges Außengewinde				DIN 2999 – R 1/2	1/16 bis 6	DIN 2999-1
	DIN 3858 – R 1/8-1	1/8 bis 1 1/2		DIN 3858	für Rohrverschraubungen	
Metrisches ISO-Trapezgewinde (ein- und mehrgängig)		Tr	Tr 40 × 7 – LH	8 bis 300 mm	DIN 103-2	allgemein
Flaches Metrisches Trapezgewinde (ein- und mehrgängig)			DIN 380 – Tr 48 × 8		DIN 380-2	
Trapezgewinde ein- und zweigängig mit Spiel			DIN 263 – Tr 48 × 12	48 mm	DIN 263-1	für Schienenfahrzeuge
Metrisches Sägewinde (ein- und mehrgängig)		S	S 48 × 8	10 bis 640 mm	DIN 513-2	allgemein
Sägewinde 45°			DIN 2781 – S 630 × 20	100 bis 1250 mm	DIN 2781	für hydraulische Pressen

Tabelle 643.2, Fortsetzung

Benennung	Profil (Skizze)	Kennbuchstaben	Kurzzeichen-Beispiel	Nenn-durchmesser oder Gewindegröße	nach Norm	Anwendung
Rundgewinde		Rd	Rd 40 × 1/6	8 bis 200 mm	DIN 405-1	allgemein
			Rd 40 × 5	10 bis 300 mm	DIN 20400	für Rundgewinde mit gr. Tragtiefe
			DIN 15403 – Rd 80 × 10	50 bis 320 mm	DIN 15403	für Lasthaken
			DIN 7273 – Rd 70	20 bis 100 mm	DIN 7273-1	für Teile aus Blech und zugehörige Verschraubungen
			DIN 262 – Rd 59 × 7	34 bis 79 mm	DIN 262-1	für Schienenfahrzeuge
		DIN 264 – Rd 50 × 7	50 mm	DIN 264-1		
Elektro-gewinde		E	DIN 40400 – E 27	E 14, E 16, E 18, E 27, E 33	DIN 40400	f. D-Sicherungen; E 14 u. E 27 auch f. Lampensockel und -fassungen
		–	DIN 46689 – 28 × 2	28 und 40 mm	DIN 49689	Außengewinde für Lampenfassungen u. Innengewinde für Schirmträger-ringe
Blech-schrauben-gewinde		ST	DIN 7970 – ST 3,5	1,5 bis 9,5 mm	DIN 7970	für Blech-schrauben
Holzschrau-bengewinde		–	DIN 7998-4	1,6 bis 20 mm	DIN 7998	für Holzschrauben
Fahrrad-gewinde		FG	FG 9,5	2 bis 34,8 mm	DIN 79012	für Fahrräder
Ventilgewinde		Vg	DIN 7756 – Vg 12	5 bis 12 mm	DIN 7756	Ventile für Fahr-zeugbereifungen
Whitworth-Gewinde (kegelig)		W	DIN 477 – W 28,8 × 1/14 keg	19,8 mm 28,8 mm 31,3 mm	DIN 477-1	in Gasflaschen-ventilen
Whitworth-Gewinde (zylindrisch)			DIN 477 – W 21,8 × 1/14	21,8 mm 24,32 mm 1		

## 14.1 Grundbegriffe

Gewindeform und Gewindemaße werden an einem durch die Schraubenachse gelegten ebenen Schnitt (Axialschnitt) dargestellt (s. Bild 648.1). Die in breiten Linien gezeichneten Gewindeflanken nehmen die Beanspruchungen zwischen Bolzen und Mutter auf.

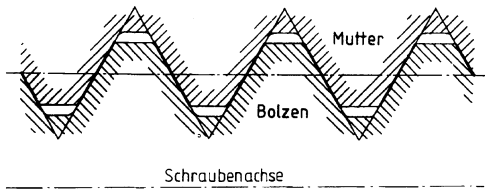


Bild 646.1 Axialschnitt eines Gewindepaares mit symmetrischem Profil

**DIN 2244 Gewinde – Begriffe und Bestimmungsgrößen für zylindrische Gewinde (Mai 2002)**

In dieser Norm sind die Benennungen und deren Definitionen sowie zugehörige Symbole für zylindrische Gewinde mit Profilen, die von Dreiecken (Ausgangsdreieck des Gewindeprofils, von dem die Maße des Gewindeprofils abgeleitet werden) abgeleitet sind, festgelegt. Die zum Verständnis wichtigsten Benennungen mit ihren Definitionen sind nachstehend angegeben.

**Schraubenlinie (Gewindelinie).** Linie, die auf der Mantelfläche eines Außen- oder Innenzylinders entsteht, wenn ein Punkt auf der Mantelfläche sich so um die Zylinderachse bewegt, dass das Verhältnis von Axialbewegung und Winkelbewegung konstant, aber größer 0 und kleiner  $\pi/2$  ist (s. Bild 646.2).

**Schraubenfläche.** Oberfläche, die durch Drehung einer Kurve (erzeugendes Gewindeprofil im Axialschnitt) um eine Achse erzeugt wird, wobei sich jeder Punkt der Kurve auf einer Schraubenlinie bewegt (s. Bild 646.2).

**Gewinde.** Geometrischer Körper, der durch zueinander geneigte, aufeinander folgende Schraubenflächen, deren Schraubenlinien eine gemeinsame Achse haben, erzeugt wird. Die Berührungslinien der Schraubenflächen sind im Allgemeinen abgeflacht oder gerundet

**Gewindeflanke.** Gerader Teil des Gewindeprofils, der den auf das Grundprofil verkürzten Seiten des Ausgangsdreiecks entspricht, die nicht parallel zu dessen Grundlinie sind (s. Bild 648.3).

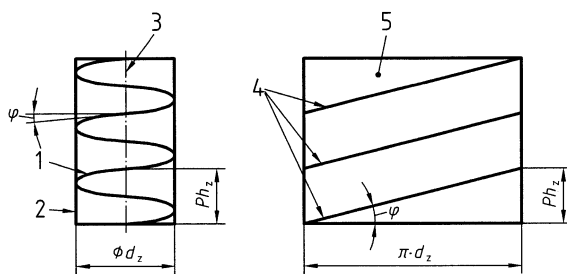
**Gewindespitze.** Gerader oder kreisbogenförmiger Teil des Gewindeprofils, der benachbarte Flanken eines Gewindezahns verbindet (s. Bild 646.3).

**Gewindegrund.** Gerader oder kreisbogenförmiger Teil des Gewindeprofils, der benachbarte Flanken einer Gewindelücke verbindet (s. Bild 646.3).

**Gewindeprofil.** Linie, die im Axialschnitt ein Außen- oder Innengewinde begrenzt (s. Bild 647.1).

**Gewindegang.** Über die axiale Länge des Gewindes schraubenlinienförmig verlaufende Gewindelücke oder verlaufender Gewindezahn.

**Eingängiges Gewinde.** Gewinde, das von einem Gewindegang (über die axiale Länge des Gewindes schraubenlinienförmig verlaufende Gewindelücke oder verlaufender Gewindezahn) gebildet wird (s. Bild 647.2).



- 1 Schraubenlinie
- 2 Zylinder
- 3 Achse der Schraubenlinie
- 4 abgewinkelte Schraubenlinie
- 5 abgewinkelte Zylindermantelfläche
- $\varphi$  Steigungswinkel der Schraubenlinie
- $d_z$  Durchmesser des Zylinders
- $\pi \cdot d_z$  Umfang des Zylinders
- $Ph_z$  Steigung der Schraubenlinie

Bild 646.2 Schraubenlinie

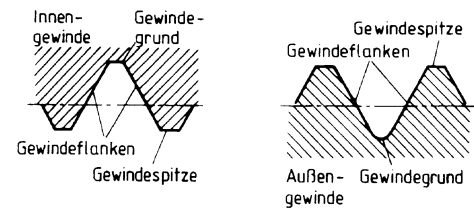


Bild 646.3 Gewindeflanke, Gewindespitze, Gewindegrund

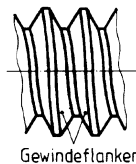


Bild 646.4 Gewindeflanke





Bild 647.1 Gewindeprofil

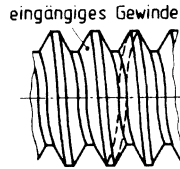


Bild 647.2 Eingängiges Rechtsgewinde

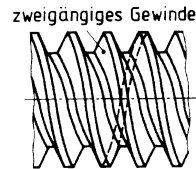


Bild 647.3 Mehrgängiges Rechtsgewinde

**Mehrgängiges Gewinde.** Gewinde, das von zwei oder mehreren Gewindegängen (Anzahl  $n$ ) gebildet wird (s. Bild 647.3).

**Rechtsgewinde.** Gewinde, bei dem sich ein auf der Schraubenfläche angenommener Punkt bei Drehung des Gewindes im Uhrzeigersinn, in Achsrichtung betrachtet, von der Ausgangsposition entfernt (s. Bild 647.2).

**Linksgewinde.** Gewinde, bei dem sich ein auf der Schraubenfläche angenommener Punkt bei Drehung des Gewindes entgegen dem Uhrzeigersinn, in Achsrichtung betrachtet, von der Ausgangsposition entfernt (s. Bild 647.4).

**Flankenwinkel (neu: Gewindeprofilwinkel).** Von zwei angrenzenden Flanken eines Gewindeprofils eingeschlossener Winkel (s. Bild 647.5).

**Teilflankenwinkel (neu: Gewindeflankenwinkel).** Von einer Gewindeflanke und einer Senkrechten zur Achse des Flankendurchmessers im Axialschnitt (Profilmittellinie) gebildeter Winkel (s. Bild 647.5).

**Flankendurchmesserlinie.** Linie im Axialschnitt eines Gewindes parallel zur Achse des Flankendurchmessers, die an einer Gewindelücke und an einem benachbarten Gewindezahn desselben Gewindeganges gleich lange Abschnitte ergibt (s. Bild 647.6).

**Teilung.** Abstand auf der Flankendurchmesserlinie zwischen zwei benachbarten, gleichgerichteten Gewindeflanken (s. Bild 647.6).

**Steigung.** Abstand auf der Flankendurchmesserlinie zwischen zwei benachbarten, gleichgerichteten Gewindeflanken desselben Gewindeganges (s. Bild 647.6).

**Gewinde-Nennendurchmesser.** Durchmesser, der die Größe des Gewindes kennzeichnet und zur Bezeichnung des Gewindes verwendet wird.

**Außendurchmesser des Außengewindes/Außendurchmesser des Innengewindes.** Durchmesser eines geometrisch-idealen Hüllzylinders, der die Spitzen eines Außengewindes spielfrei berührt, oder Durchmesser eines geometrisch-idealen Pflanzzylinders, der die Gründe des Innengewindes tangiert (s. Bild 647.7).

**Kerndurchmesser des Außengewindes/Kerndurchmesser des Innengewindes.** Durchmesser eines geometrisch-idealen Hüllzylinders, der die Gründe eines Außengewindes tangiert oder Durchmesser

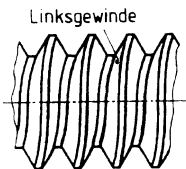


Bild 647.4 Linksgewinde

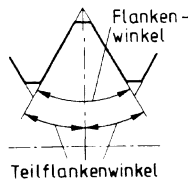


Bild 647.5 Flankenwinkel, Teilflankenwinkel

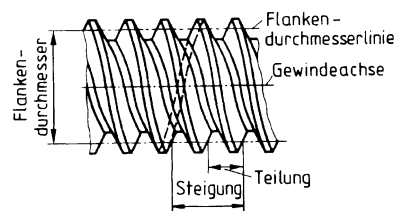


Bild 647.6 Teilung, Steigung, Flankendurchmesser, Flankendurchmesserlinie

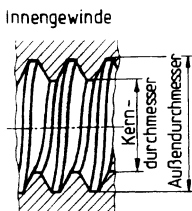


Bild 647.7 Außen- und Kerndurchmesser am Innen- und Außengewinde

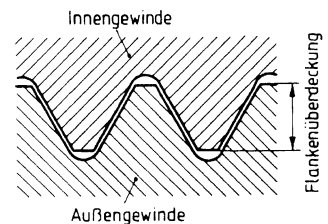
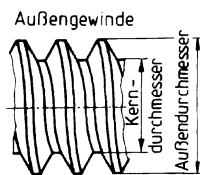


Bild 647.8 Flankenüberdeckung

eines geometrisch-idealen Pflerchzylinders, der die Spitzen eines Innengewindes spielfrei berührt (s. Bild 647.7).

**Flankenüberdeckung.** Projektion der Berührungslänge der geraden Flanken der Profile eines miteinander gepaarten Außen- und Innengewindes auf eine Normale zur Achse des Flankendurchmessers (s. Bild 647.8).

**Flankendurchmesser des Außengewindes/Flankendurchmesser des Innengewindes.** Durchmesser eines geometrisch-idealen Kreiszylinders, dessen Mantellinien das Gewinde so schneiden, dass die durch eine Gewindelücke und einen benachbarten Gewindegang desselben Gewindeganges gebildeten Abschnitte der Mantellinie gleich lang sind. Die Achse des Kreiszylinders ist koaxial zur Achse des Flankendurchmessers (s. Bild 647.6).

**Außengewinde (Bolzgewinde).** Gewinde, das auf der Mantelfläche eines Außenzylinders erzeugt wird.

**Innengewinde (Muttergewinde).** Gewinde, das auf der Mantelfläche eines Innenzylinders erzeugt wird.

**Einschraublänge.** Achsparallele Länge, über die sich die vollständig ausgebildeten Gewindegänge eines Außengewindes und eines Innengewindes, die miteinander verschraubt sind, berühren.

**Länge der Gewindeverbindung.** Achsparallele Länge, über die ein Außen- und Innengewinde im Eingriff ist.

## 14.2 Spitzgewinde

Das Metrische ISO-Gewinde, das vorwiegend für mechanische Verbindungselemente (Schrauben, Muttern) angewendet wird, ist in der Normenreihe DIN 13 vollständig festgelegt. Diese basiert auf den entsprechenden ISO-Normen, geht jedoch hinsichtlich der Anzahl der Durchmesser/Steigungs-kombinationen über die ISO-Normen hinaus.

DIN 13-1 enthält Nennmaße für das Regelgewinde von M 1 bis M 68.

Die Nennmaße für Feingewinde von 0,2 bis 8 mm Steigung sind in DIN 13-2 bis DIN 13-11 enthalten.

Das Grundprofil ist in DIN ISO 68-1 festgelegt, auf dem die Nennprofile nach DIN 13-19 aufgebaut sind.

Metrische ISO-Gewinde mit Nenndurchmesser unter 1 mm sind in DIN 14-1 bis DIN 14-4 festgelegt.

### DIN 13-19 Metrisches ISO-Gewinde allgemeiner Anwendung – Teil 19: Nennprofile (Nov 1999)

Diese Norm gilt für Metrisches ISO-Gewinde allgemeiner Anwendung mit einem Grundprofil nach DIN ISO 68-1. Sie legt die Nennprofile (Fertigungsprofile) des Außengewindes und des Innengewindes

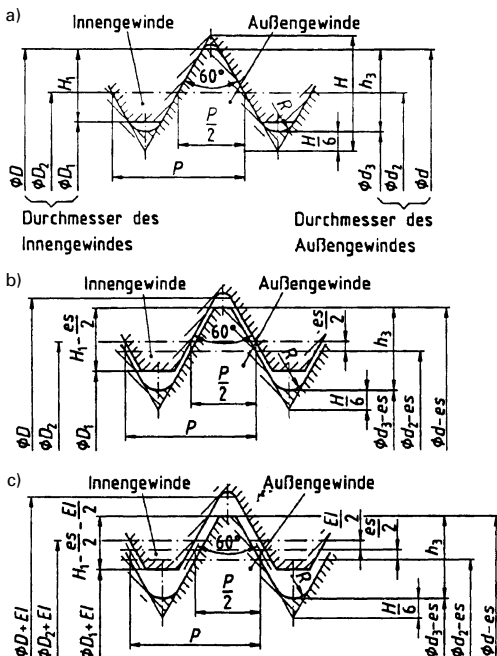


Bild 648.1 Metrisches ISO-Gewinde, Gewindeprofile nach DIN 13-19

- a) Profile bei Gewindepaarung ohne Flankenspiel (Nullprofil)
- b) Profile bei Gewindepaarung mit Flankenspiel durch Grundabmaß im Außengewinde
- c) Profile bei Gewindepaarung mit Flankenspiel durch Grundabmaße im Außen- und im Innengewinde

für Gewindepaarungen mit und ohne Flankenspiel fest, nach denen die Maße der Gewindewerkzeuge festgelegt werden.

Für die Anwendung dieser Norm gelten die Begriffe nach DIN 2244.

Die Form des Gewindegrundes am Außendurchmesser des Innengewindes ist freigestellt, jedoch muss die Flanke bis zum Durchmesser  $D$  bzw.  $D + EI$  gerade sein.

Die Nennmaße für Metrisches ISO-Gewinde allgemeiner Anwendung nach Normen der Reihe DIN 13 sind auf das Profil ohne Flankenspiel nach Bild 648.1a) bezogen. Für Profile mit Flankenspiel s. Grundabmaße  $es$  und  $EI$  nach DIN ISO 965-1.

### DIN 13-1 Metrisches ISO-Gewinde allgemeiner Anwendung – Teil 1: Nennmaße für Regelgewinde – Gewinde-Nenndurchmesser von 1 mm bis 68 mm (Nov 1999)

Den in dieser Norm enthaltenen Regelgewinde liegen die in DIN ISO 261 – Metrisches ISO-Gewinde allgemeine Anwendung – Übersicht – festgelegten Gewindegrößen mit grober Steigung zu Grunde.

**Bezeichnungsbeispiel** eines Metrischen Regelgewindes von  $d = 12$  mm: **M 12**

Die jeweilige Toleranzklasse bzw. das jeweilige Toleranzfeld nach DIN ISO 965-1 bis DIN ISO 965-3 (s. nachstehend) ist hinzuzufügen. Für Gewinde ohne Toleranzangabe gilt Toleranzklasse  $m$  bzw.  $6g$  beim Bolzengewinde und  $6H$  beim Muttergewinde.

**Metrische Feingewinde.** Für alle Metrischen Feingewinde gilt das Grundprofil nach DIN ISO 68-1 und somit auch die Normen DIN ISO 965-1 bis DIN ISO 965-3. Die Nennmaße der Metrischen ISO-Feingewinde stehen in den nach Steigungen angeordneten Normen DIN 13-2 bis DIN 13-11. Die Folgeteile 2 bis 10 enthalten die bisher gebräuchlichen Durchmesser. DIN 13-2 bis DIN 13-5 enthalten ferner die Gewinde für die Feinwerktechnik, die in ISO-Normen nicht festgelegt sind.

Die Nenndurchmesser des Metrischen ISO-Feingewindes sind sinngemäß wie die des Regelgewindes in DIN 13-1 nach Reihen geordnet.

Der Einfachheit halber werden hier für die Metrischen ISO-Feingewinde nur die Nenndurchmesser  $d = D$  angegeben. Die Maße  $h_3$ ,  $H_1$  und  $R$  sind für die Steigung  $P = 0,2$  und  $P = 8$  mm nachstehend unter DIN 13-2 und DIN 13-11 aufgeführt, für die Steigungen  $P = 0,25$  bis  $6$  mm stehen sie in Tab. 650.1, und zwar bei der betreffenden Steigung.

Da insbesondere bei Feingewinden mit Steigungen  $P \leq 3$  mm das Herstellen und Prüfen erheblich schwieriger wird, wenn die Gewindedurchmesser gewisse Maße überschreiten, wird empfohlen, die Durchmesserbereiche wie folgt zu begrenzen: für  $P = 0,5$  mm auf  $d \leq 22$  mm,  $0,75$  auf  $\leq 33$ ,  $1$  auf  $\leq 80$ ,  $1,5$  auf  $\leq 150$ ,  $2$  auf  $\leq 200$  und  $3$  auf  $\leq 300$ .

Ist bei  $d \geq 150$  bis  $300$  die Steigung  $P = 6$  mm zu klein, so sollte  $P = 8$  mm angewendet werden.

### DIN 13-2 Metrisches ISO-Gewinde allgemeiner Anwendung – Teil 2: Nennmaße für Feingewinde mit Steigungen 0,2 mm, 0,25 mm und 0,35 mm – Gewinde-Nenndurchmesser von 1 bis 50 mm (Nov 1999)

Für diese Steigungen gilt vorzugsweise die Toleranzklasse fein (f) nach DIN ISO 965-2.

$P = 0,2$  mit  $h_3 = 0,123$   $H_1 = 0,108$   $R = 0,029$

$d = D$  Reihe 1: 1 1,2 1,6 2 bis 10 2: 1,1 1,4 1,8 2,2 3,5 4,5 3: 5,5 bis 9,5

$P = 0,25$  mit  $h_3 = 0,153$   $H_1 = 0,135$   $R = 0,036$

$d = D$  Reihe 1: 1,6 2 2,5 bis 10 2: 1,4 1,8 2,2 3,5 4,5 3: 5,5 bis 9,5

$P = 0,35$  mit  $h_3 = 0,215$   $H_1 = 0,189$   $R = 0,051$

$d = D$  Reihe 1: 2 2,5 3 4 bis 48 2: 2,2 3,5 4,5 14 bis 45 3: 5,5 bis 50 einschl. 15,5 29 31 37

Die in der Wiedergabe von DIN 13-2 bis DIN 13-10 in Steilschrift gedruckten Gewinde sind in DIN ISO 261 enthalten. Kursivschrift kennzeichnet die nicht darin enthaltenen Gewinde. Diese Gewinde bilden in den Normen die Reihe 4, die in DIN 13-3 bis DIN 13-5 für die Feinwerktechnik gilt und in DIN 13-6 bis DIN 13-10 die nicht in DIN ISO 261 enthaltenen Gewinde veranschaulicht. Zwecks Vereinfachung wurden nur Beispiele für die Reihe 4 wiedergegeben, und zwar bei DIN 13-3 und DIN 13-6.

**Bezeichnungsbeispiel** eines Metrischen Feingewindes von  $d = 12$  mm und  $P = 1,25$ : **M 12  $\times$  1,25**

### DIN 13-3 Metrisches ISO-Gewinde – Feingewinde mit Steigung 0,5 mm und Nenndurchmesser von 3,5 bis 90 mm (Nov 1999)

$d = D$  Reihe 1: 4 5 6 bis 48 2: 3,5 4,5 14 bis 45 3: 5,5 6,5 bis 50

4: 15,5 16,5 bis 28,5, dann 29 29,5 weiter mit 0,5 und ganzen Zahlen die Reihen 1 bis 3 ergänzend bis 49,5 dann 51 52 53 bis 65 68 70 72 75 bis 90

Tabelle 650.1 Metrisches ISO-Gewinde; Regelgewinde<sup>1)</sup>, Nennmaße DIN 13-1

Gewinde-Nenn- durchmesser $d = D$ Reihe <sup>2)</sup>		Steigung	Flanken- durch- messer $d_2 = D_2$	Kerndurchmesser		Gewindetiefe		Rundung <sup>3)</sup>	Spannungs- querschnitt $A_s$ <sup>4)</sup>
1	2	$P$	$d_2 = D_2$	$d_3$	$D_1$	$h_3$	$H_1$	$R$	in mm <sup>2</sup>
1		0,25	0,838	0,693	0,729	0,153	0,135	0,036	0,456
	1,1	0,25	0,938	0,793	0,829	0,153	0,135	0,036	0,587
1,2		0,25	1,038	0,893	0,929	0,153	0,135	0,036	0,730
	1,4	0,3	1,205	1,032	1,075	0,184	0,162	0,043	0,980
		0,35	1,373	1,170	1,221	0,215	0,189	0,051	1,27
1,6		0,35	1,573	1,371	1,421	0,215	0,189	0,051	1,70
	2,2	0,4	1,740	1,509	1,567	0,245	0,217	0,058	2,07
		0,45	1,908	1,648	1,713	0,276	0,244	0,065	2,48
2,5		0,45	2,208	1,948	2,013	0,276	0,244	0,065	3,39
	3,5	0,5	2,675	2,387	2,459	0,307	0,271	0,072	5,03
		0,6	3,110	2,764	2,850	0,368	0,325	0,087	6,78
4		0,7	3,545	3,141	3,242	0,429	0,379	0,101	8,78
	4,5	0,75	4,013	3,580	3,688	0,460	0,406	0,108	11,3
5		0,8	4,480	4,019	4,134	0,491	0,433	0,115	14,2
6		1	5,350	4,773	4,917	0,613	0,541	0,144	20,1
8		1,25	7,188	6,466	6,647	0,767	0,677	0,180	36,6
10		1,5	9,026	8,160	8,376	0,920	0,812	0,217	58,0
12		1,75	10,863	9,853	10,106	1,074	0,947	0,253	84,3
	14	2	12,701	11,546	11,835	1,227	1,083	0,289	115
16		2	14,701	13,546	13,835	1,227	1,083	0,289	157
	18	2,5	16,376	14,933	15,294	1,534	1,353	0,361	192
20		2,5	18,376	16,933	17,294	1,534	1,353	0,361	245
	22	2,5	20,376	18,933	19,294	1,534	1,353	0,361	303
24		3	22,051	20,319	20,752	1,840	1,624	0,433	353
	27	3	25,051	23,319	23,752	1,840	1,624	0,433	459
30		3,5	27,727	25,706	26,211	2,147	1,894	0,505	561
	33	3,5	30,727	28,706	29,211	2,147	1,894	0,505	694
36		4	33,402	31,093	31,670	2,454	2,165	0,577	817
	39	4	36,402	34,093	34,670	2,454	2,165	0,577	976
42		4,5	39,077	36,479	37,129	2,760	2,436	0,650	1120
	45	4,5	42,077	39,479	40,129	2,760	2,436	0,650	1300
48		5	44,752	41,866	42,587	3,067	2,706	0,722	1470
	52	5	48,752	45,866	46,587	3,067	2,706	0,722	1760
56		5,5	52,428	49,252	50,046	3,374	2,977	0,794	2030
	60	5,5	56,428	53,252	54,046	3,374	2,977	0,794	2360
64		6	60,103	56,639	57,505	3,681	3,248	0,866	2680
	68	6	64,103	60,639	61,505	3,681	3,248	0,866	3060

<sup>1)</sup> Regelgewinde genannt, weil es in der Regel allgemein anwendbar ist; Gewinde-Nenndurchmesser ( $D$ ) und Steigung ( $P$ ) haben eine bestimmte Zuordnung.

<sup>2)</sup> Die nicht üblichen Gewindedurchmesser 7; 9 und 11 mm sind nicht wiedergegeben.

<sup>3)</sup> Errechnete Werte für kreisförmige Rundung  $R = H/6$

<sup>4)</sup> Der Spannungsquerschnitt ist nicht in DIN 13-1, sondern in DIN 13-28 enthalten. Es gilt als grundlegender Faktor für das Errechnen der Prüflast einer Schraube nach DIN EN ISO 898-1 (s. Abschnitt 12.1).  $A_s = \frac{\pi}{4} \left( \frac{d_2 + d_3}{2} \right)^2$ ; hierin sind  $d_2$  und  $d_3$  Nennmaße.

#### DIN 13-4 Metrisches ISO-Gewinde – Feingewinde mit Steigung 0,75 mm und Nenndurchmesser von 5 bis 110 mm (Nov 1999)

$d = D$  Reihe 1: 5 6 8 10 12 bis 80 2: 14 bis 76

3: 5,5 6,5 7 7,5 8,5 9 9,5 10,5 11 11,5 bis 28 32 bis 78

Reihe 4 gilt nur für Gewinde der Feinwerktechnik und wird hier nicht wiedergegeben.

#### DIN 13-5 Metrisches ISO-Gewinde – Feingewinde mit Steigung 1 mm und 1,25 mm und Nenndurchmesser von 7,5 bis 200 mm (Nov 1999)

$P = 1$  mm

$d = D$  Reihe 1: 8 bis 30 36 bis 80 2: 14 18 22 27 33 bis 76

3: 7,5 8,5 9 9,5 10,5 11 11,5 bis 14,5 15 17 19 21 23 25 26 28 32 bis 78

$P = 1,25 \text{ mm}$

$d = D$  Reihe 1: 10 12 Reihe 2: 14 nur für Zündkerzen

Reihe 4 gilt nur für Gewinde der Feinwerktechnik und wird hier nicht wiedergegeben.

**DIN 13-6 Metrisches ISO-Gewinde – Feingewinde mit Steigung 1,5 mm und Nenndurchmesser von 12 bis 300 mm (Nov 1999)**

$d = D$  Reihe 1: 12 bis 80 2: 14 bis 76

3: 15 17 25 bis 32 35 bis 75 M 35 × 1,5 nur für Wälzlager-Stellmuttern

4: 13 19 21 23 29 31 34 37 78 82 85 90 92 95 98 100 usw. bis 300

**DIN 13-7 Metrisches ISO-Gewinde – Feingewinde mit Steigung 2 mm und Nenndurchmesser von 17 bis 300 mm (Nov 1999)**

$d = D$  Reihe 1: 20 bis 140 160 bis 280 2: 18 bis 150 170 bis 300

3: 17 19 21 23 25 26 28 32 34 35 38 40 50 bis 82 88 bis 132 135

138 142 145 148 bis 298

**DIN 13-8 Metrisches ISO-Gewinde – Feingewinde mit Steigung 3 mm und Nenndurchmesser von 28 bis 300 mm (Nov 1999)**

$d = D$  Reihe 1: 30 bis 250

2: 33 bis 300 M 30 × 3 und M 33 × 3 sind lt. ISO 261 möglichst zu vermeiden

3: 40 bis 75 135 145 155 165 175 185 195 205 215 225 230 235 245

Die Durchmesser der Reihe 4 sind in DIN ISO 261 nicht enthalten und werden hier nicht wiedergegeben.

**DIN 13-9 Metrisches ISO-Gewinde – Feingewinde mit Steigung 4 mm und Nenndurchmesser von 40 bis 300 mm (Nov 1999)**

$d = D$  Reihe 1: 42 bis 280 2: 45 bis 300

3: 55 bis 75 135 145 155 165 175 185 195 205 240 260 300

Die Durchmesser der Reihe 4 sind in DIN ISO 261 nicht enthalten und werden hier nicht wiedergegeben.

**DIN 13-10 Metrisches ISO-Gewinde – Feingewinde mit Steigung 6 mm und Nenndurchmesser von 70 bis 500 mm (Nov 1999)**

$d = D$  Reihe 1: 72 bis 280 2: 85 bis 300

3: 70 135 145 usw. von 10 zu 10 bis 225 dann 230 235 245 255 265 270  
275 285 290 295

Die Durchmesser der Reihe 4 sind in DIN ISO 261 nicht enthalten und werden hier nicht wiedergegeben.

**DIN 13-11 Metrisches ISO-Gewinde – Feingewinde mit Steigung 8 mm und Nenndurchmesser von 130 bis 1000 mm (Nov 1999)**

DIN 13-11 enthält Gewinde der Nenndurchmesser 130 bis 1000 mm in 3 Reihen, die hier wegen ihrer seltenen Anwendung nicht wiedergegeben werden.

(Alle Titel sind verkürzt wiedergegeben.)

Tabelle 651.1 Metrisches ISO-Feingewinde DIN 13-2 bis DIN 13-11, Subtrahenten zum Errechnen der Flanken- und Kerndurchmesser

Steigung $P$	Flanken- durchmesser $d_2 = D_2$	Kerndurchmesser		Steigung $P$	Flanken- durchmesser $d_2 = D_2$	Kerndurchmesser	
		$d_3$	$D_1$			$d_3$	$D_1$
0,2	$d^1) - 0,130$	$d^1) - 0,245$	$d^1) - 0,217$	1,5	$d^1) - 0,974$	$d^1) - 1,840$	$d^1) - 1,624$
0,25	- 0,162	- 0,307	- 0,271	2	- 1,299	- 2,454	- 2,165
0,35	- 0,272	- 0,429	- 0,379	3	- 1,949	- 3,681	- 3,248
0,5	- 0,325	- 0,613	- 0,541	4	- 2,598	- 4,907	- 4,330
0,75	- 0,487	- 0,920	- 0,812	6	- 3,897	- 7,361	- 6,495
1	- 0,650	- 1,227	- 1,083	8	- 5,196	- 9,815	- 8,660
1,25	- 0,812	- 1,534	- 1,353				

<sup>1)</sup> Gewinde-Nenndurchmesser ( $d = D$ ).

**DIN ISO 261 Metrisches ISO-Gewinde allgemeiner Anwendung – Übersicht (ISO 261:1998) (Nov 1999)**

Diese Norm ersetzt DIN 13-12 und DIN 13-12 Bbl. Sie enthält die international üblichen Durchmesser/Steigungskombinationen für Regel- und Feingewinde mit einem Grundprofil nach DIN ISO 68-1, die hier vollständig wiedergegeben sind (s. Tab. 652.1).

Tabelle 652.1 Nenndurchmesser/Steigungskombinationen

Nenndurchmesser <i>D, d</i>			Regel- gewinde	Steigung <i>P</i> Feingewinde									
Reihe 1 1. Wahl	Reihe 2 2. Wahl	Reihe 3 3. Wahl		3	2	1,5	1,25	1	0,75	0,5	0,35	0,25	0,2
1			0,25										0,2
1,2	1,1		0,25										0,2
	1,4		0,25 0,3										0,2 0,2
1,6			0,35										0,2
2	1,8		0,35 0,4									0,25	0,2
2,5	2,2		0,45									0,25	
3			0,45 0,5									0,35 0,35	
4	3,5		0,6									0,35	
	4,5		0,7 0,75							0,5 0,5			
5			0,8							0,5 0,5			
6		5,5	1						0,75				
8	7		1						0,75				
		9	1,25 1,25					1 1	0,75 0,75				
10			1,5				1,25	1	0,75				
12		11	1,5 1,75			1,5	1,25	1 1	0,75 0,75				
16	14		2			1,5	1,25 <sup>1)</sup>	1 1 1					
		15	2			1,5 1,5 1,5							
20	18		2,5		2	1,5		1 1 1					
		17	2,5		2	1,5							
24	22		2,5		2	1,5		1 1 1					
		25	3		2	1,5							
24			3		2	1,5		1 1 1					
	27		3		2	1,5		1 1					
		26	3		2	1,5							
30		28	3		2	1,5		1 1					
		32	3,5	(3)	2	1,5		1					
	33		3,5	(3)	2	1,5							
36		35 <sup>2)</sup>	4	3	2	1,5							
		38	4	3	2	1,5							
	39		4	3	2	1,5							

Nenndurchmesser <i>D, d</i>			Regel- gewinde	Steigung <i>P</i> Feingewinde					
Reihe 1 1. Wahl	Reihe 2 2. Wahl	Reihe 3 3. Wahl		8	6	4	3	2	1,5
		40					3	2	1,5
42			4,5			4	3	2	1,5
	45		4,5			4	3	2	1,5
48			5			4	3	2	1,5
		50					3	2	1,5
	52		5			4	3	2	1,5
56			5,5			4	3	2	1,5
		55				4	3	2	1,5
		58				4	3	2	1,5
	60		5,5			4	3	2	1,5
		62				4	3	2	1,5
64			6			4	3	2	1,5

Fortsetzung und Fußnoten s. nächste Seite

Tabelle 652.1, Fortsetzung

Nenn Durchmesser $D, d$			Regel- gewinde	Steigung $P$ Feingewinde					
Reihe 1 1. Wahl	Reihe 2 2. Wahl	Reihe 3 3. Wahl		8	6	4	3	2	1,5
	68	65 70	6			4 4 4	3 3 3	2 2 2	1,5 1,5 1,5
72		75			6 6	4 4 4	3 3 3	2 2 2	1,5 1,5 1,5
80		78 82			6	4	3	2 2 2	1,5
90	85 95				6 6 6	4 4 4	3 3 3	2 2 2	
100					6	4	3	2	
110	105				6 6 6	4 4 4	3 3 3	2 2 2	
125	115 120				6 6 6	4 4 4	3 3 3	2 2 2	
140	130	135		8 8	6 6 6	4 4 4	3 3 3	2 2 2	
	150	145 155		8	6 6 6	4 4 4	3 3 3	2 2	
160		165		8 8	6 6 6	4 4 4	3 3 3		
180		175 185		8	6 6 6	4 4 4	3 3 3		
200	190	195		8 8	6 6 6	4 4 4	3 3 3		
	210	205 215		8	6 6 6	4 4 4	3 3 3		
220		225 230		8 8	6 6 6	4 4 4	3 3 3		
	240	235 245		8	6 6 6	4 4 4	3 3 3		
250		255		8 8	6 6 6	4 4 4	3		
		265 270 275		8	6 6 6	4 4 4			
280		285 290		8 8	6 6 6	4 4 4			
	300	295		8	6 6	4 4			

1) Nur für Zündkerzen von Motoren.

2) Nur für Stellmutter an Wälzlagern.

Die Durchmesser der Reihe 1 sollen möglichst denen der Reihe 2 und diese wieder der Reihe 3 vorgezogen werden. Die Steigung ist entsprechend dem Anwendungsfall zu wählen.

**DIN ISO 262 Metrisches ISO-Gewinde allgemeiner Anwendung – Auswahlreihen für Schrauben, Bolzen und Muttern (ISO 262:1998) (Nov 1999)**

Diese Norm ersetzt DIN 13-13 und legt die zu bevorzugenden Gewinde für Schrauben, Bolzen und Muttern im Durchmesserbereich von 1 bis 64 mm fest. Die Gewinde dieser Norm sind eine Auswahl aus DIN ISO 261.

**Regelgewinde, Nenndurchmesser**

Reihe 1: 1 1,2 1,6 2 2,5 3 4 5 6 8 10 12 16 20 24 30 36 42 48 56 64

Reihe 2: 1,4 1,8 3,5 7 14 18 22 27 33 39 45 52 60

**Feingewinde, Nenndurchmesser × Steigung**

Reihe 1: 8 × 1 10 × 1 10 × 1,25 12 × 1,25 16 × 1,5 20 × 1,5 20 × 2 24 × 2 30 × 2 36 × 3

Reihe 2: 14 × 1,5 18 × 1,5 18 × 2 22 × 1,5 22 × 2 27 × 2 33 × 2 39 × 3 45 × 3 52 × 3  
60 × 4

**DIN ISO 965-1 Metrisches ISO-Gewinde allgemeiner Anwendung – Toleranzen – Teil 1: Prinzipien und Grundlagen (ISO 965-1:1998) (Nov 1999)**

**DIN ISO 965-2 – Teil 2: Grenzmaße für Außen- und Innengewinde allgemeiner Anwendung – Toleranzklasse mittel (ISO 965-2:1998) (Nov 1999)**

**DIN ISO 965-3 – Teil 3: Grenzabmaße für Konstruktionsgewinde (ISO 965-3:1998) (Nov 1999)**

DIN ISO 965-1 und DIN ISO 965-2 ersetzen DIN 13-14 und DIN 13-15; DIN ISO 965-3 ersetzt DIN 13-27. Diese drei Normen stellen das vollständige Gewinde-Toleranzsystem für das Metrische ISO-Gewinde dar.

Tab. 654.1 bis 656.3 sind Auszüge aus DIN ISO 965-1 und geben die am häufigsten angewendeten Durchmesser, Steigungen, Toleranzgrade, Toleranzfeldlagen und Einschraublängen der Einschraubgruppe „normal“ N wieder.

Tabelle 654.1 Grenzabmaße für Innen- und Außengewinde

Steigung $P$ mm	Grenzabmaße bei Toleranzfeldlage					
	Innengewinde $D_2, D_1$		Außengewinde $d, d_2$			
	G $EI$ $\mu\text{m}$	H $EI$ $\mu\text{m}$	e $es$ $\mu\text{m}$	f $es$ $\mu\text{m}$	g $es$ $\mu\text{m}$	h $es$ $\mu\text{m}$
0,2	+18	0	–	–	–18	0
0,25	+18	0	–	–	–18	0
0,3	+18	0	–	–	–18	0
0,35	+19	0	–	–34	–19	0
0,4	+19	0	–	–34	–19	0
0,45	+20	0	–	–35	–20	0
0,5	+20	0	–50	–36	–20	0
0,6	+21	0	–53	–36	–21	0
0,7	+22	0	–56	–38	–22	0
0,75	+22	0	–56	–38	–22	0
0,8	+24	0	–60	–38	–24	0
1	+26	0	–60	–40	–26	0
1,25	+28	0	–63	–42	–28	0
1,5	+32	0	–67	–45	–32	0
1,75	+34	0	–71	–48	–34	0
2	+38	0	–71	–52	–38	0
2,5	+42	0	–80	–58	–42	0
3	+48	0	–85	–63	–48	0
3,5	+53	0	–90	–70	–53	0
4	+60	0	–95	–75	–60	0



Tabelle 655.1 Einschraublängen (Auswahl)  
Maße in Millimeter

Außendurchmesser $d = D$		Steigung $P$	Einschraublängen der Einschraub- gruppen N	
über	bis		über	bis
2,8	5,6	0,35	1	3
		0,5	1,5	4,5
		0,6	1,7	5
		0,7	2	6
		0,75	2,2	6,7
		0,8	2,5	7,5
5,6	11,2	0,75	2,4	7,1
		1	3	9
		1,25	4	12
		1,5	5	15
11,2	22,4	1	3,8	11
		1,25	4,5	13
		1,5	5,6	16
		1,75	6	18
		2	8	24
		2,5	10	30
22,4	45	1	4	12
		1,5	6,3	19
		2	8,5	25
		3	12	36
		3,5	15	45
		4	18	53
		4,5	21	63

Einschraublängen der Einschraubgruppen S (short) und L (long) s. Norm

Es sind Toleranzen festgelegt, die durch Toleranzgrade und Toleranzfeldlagen definiert sind.

Das System enthält:

- eine Reihe von Toleranzgraden für folgende Gewindedurchmesser:  
 $D_1$  Kerndurchmesser des Innengewindes  
 4 5 6 7 8  
 $d$  Außengewinde des Außengewindes  
 4 6 8  
 $D_2$  Flankendurchmesser des Innengewindes  
 4 5 6 7 8  
 $d_2$  Flankendurchmesser des Außengewindes  
 4 5 6 7 8 9
- folgende Toleranzfeldlagen (s. Tab. 654.1):  
 G und H für Innengewinde;  
 e, f, g und h für Außengewinde  
 Diese Toleranzfeldlagen berücksichtigen die heute gebräuchlichen Beschichtungsdicken und ermöglichen ein leichteres Verschrauben.
- Eine Auswahl empfohlener Kombinationen von Toleranzgraden und Toleranzfeldlagen (Toleranzklassen) für die üblichen Toleranzklassen „fein“, „mittel“, „grob“ für die Einschraubgruppen „kurz“, „normal“ und „lang“.

Tabelle 655.2 Toleranzen für den Flankendurchmesser des Innengewindes ( $T_{D2}$ ) und des Außengewindes ( $T_{d2}$ ) (Auswahl)

Außendurchmesser $d$		Steigung $P$	$T_{d2}$ für Toleranzgrade			$T_{D2}$ für Toleranzgrade		
über mm	bis mm		5 $\mu\text{m}$	6 $\mu\text{m}$	7 $\mu\text{m}$	5 $\mu\text{m}$	6 $\mu\text{m}$	7 $\mu\text{m}$
2,8	5,6	0,35	53	67	85	71	90	–
		0,5	60	75	95	80	100	125
		0,6	67	85	106	90	112	140
		0,7	71	90	112	95	118	150
		0,75	71	90	112	95	118	150
		0,8	75	95	118	100	125	160
		0,8	75	95	118	100	125	160
5,6	11,2	0,75	80	100	125	106	132	170
		1	90	112	140	118	150	190
		1,25	95	118	150	125	160	200
		1,5	106	132	170	140	180	224
11,2	22,4	1	95	118	150	125	160	200
		1,25	106	132	170	140	180	224
		1,5	112	140	180	150	190	236
		1,75	118	150	190	160	200	250
		2	125	160	200	170	212	265
		2,5	132	170	212	180	224	280
22,4	45	1	100	125	160	132	170	212
		1,5	118	150	190	160	200	250
		2	132	170	212	180	224	280
		3	160	200	250	212	265	335
		3,5	170	212	265	224	280	355
		4	180	224	280	236	300	375
		4,5	190	236	300	250	315	400

Tabelle 656.1 Toleranzen für den Kerndurchmesser des Innengewindes ( $T_{D1}$ ) und Toleranzen für den Außendurchmesser des Außengewindes ( $T_d$ ) (Auswahl)

Steigung	$T_{D1}$ für Toleranzgrade			$T_d$ für Toleranzgrade	
	5 $\mu\text{m}$	6 $\mu\text{m}$	7 $\mu\text{m}$	4 $\mu\text{m}$	6 $\mu\text{m}$
P					
mm					
0,35	80	100	–	53	85
0,4	90	112	–	60	95
0,45	100	125	–	63	100
0,5	112	140	180	67	106
0,6	125	160	200	80	125
0,7	140	180	224	90	140
0,75	150	190	236	90	140
0,8	160	200	250	95	150
1	190	236	300	112	180
1,25	212	265	335	132	212
1,5	236	300	375	150	236
1,75	265	335	425	170	265
2	300	375	475	180	280
2,5	355	450	560	212	335
3	400	500	630	236	375
3,5	450	560	710	265	425
4	475	600	750	300	475

Gewinde-Toleranzsystem legt keine Toleranzen für Flankenwinkel und Steigung fest, da diese indirekt durch die Flankendurchmessertoleranzen erfasst werden.

Um die Anzahl der Werkzeuge und Lehren zu begrenzen, sollten vorzugsweise die Toleranzklassen aus den Tab. 656.2 und 656.3 gewählt werden. Jede Toleranzklasse für Innengewinde kann mit jeder beliebigen Toleranzklasse für Außengewinde kombiniert werden. Um eine ausreichende Flankenüberdeckung sicherzustellen, sollten die fertigen Teile so zusammengestellt werden, dass sie die Passung H/g, H/h oder G/h bilden.

Tabelle 656.3 Empfohlene Toleranzklassen für Außengewinde

Toleranzklasse	Toleranzfeldlage e			Toleranzfeldlage f			Toleranzfeldlage g			Toleranzfeldlage h		
	S	N	L	S	N	L	S	N	L	S	N	L
fein	–	–	–	–	–	–	–	(4g)	(5g4g)	(3h4h)	4h	(5h4h)
<b>mittel</b>	–	<b>6e</b>	(7e6e)	–	<b>6f</b>	–	(5g6g)	<b>6g</b>	(7g6g)	5h6h)	6h	(7h6h)
<b>grob</b>	–	8e	(9e8e)	–	–	–	–	8g	(9g8g)	–	–	–

Bei beschichteten Gewinden gelten die Toleranzen für Teile vor dem Beschichten. Nach dem Beschichten darf das Istprofil des Gewindes die Maximum-Material-Grenze für die Toleranzfeldlagen H und h an keiner Stelle überschreiten.

Berechnungsformeln und Tabellen für Grundabmaße und Toleranzen für Flanken- und Kerndurchmesser sowie Gewindebezeichnungen mit Toleranzangaben (s. Normen).

**DIN EN 10226-1 Rohrgewinde für im Gewinde dichtende Verbindungen – Teil 1: Kegelige Außengewinde und zylindrische Innengewinde – Maße, Toleranzen und Bezeichnung (Okt 2004)**

**DIN EN 10226-2 – Teil 2: Kegelige Außengewinde und kegelige Innengewinde – Maße, Toleranzen und Bezeichnung (Nov 2005)**

**DIN EN 10226-3 – Teil 3: Prüfung mit Grenzlehren (Mai 2005)**

Die Norm – mit redaktionellen Änderungen – basiert auf ISO 7-1. Die Maße der Rohrgewinde nach dieser Norm sind mit denen in ISO 7-1 identisch. Rohrgewinde nach dieser Norm sind mit den Rohrgewinden nach ISO 7-1 voll austauschbar. Sie werden überwiegend für Fittinge und Gewinderohre verwendet. Rohrgewinde für Rohrverschraubungen und Verschlusschrauben sind in DIN 3858 genormt.

Tabelle 656.2 Empfohlene Toleranzklassen für Innengewinde

Toleranzklasse	Toleranzfeldlage G			Toleranzfeldlage H		
	S	N	L	S	N	L
fein	–	–	–	4H	5H	6H
mittel	(5G)	<b>6G</b>	(7G)	<b>5H</b>	<b>6H</b>	<b>7H</b>
grob	–	(7G)	(8G)	–	7H	8H

Die Kombination aus Genauigkeitsgrad und Toleranzlage ergibt das Kurzzeichen für die ISO-Gewinde-Toleranzklasse. Im Gegensatz zum ISO-Toleranzsystem für Rund- und Flachpassungen wird beim ISO-Gewinde-Toleranzsystem die Kennzahl für den Genauigkeitsgrad vor den Kennbuchstaben für die Toleranzlage geschrieben, z. B. 4 e 6 G. Dadurch werden Missverständnisse vermieden.

Das Gewinde-Toleranzsystem sichert die Austauschbarkeit von Bolzen und Müttern unter Wahrung des Passcharakters, die Güte und Festigkeit der Schraubenverbindung und die wirtschaftliche Fertigung von Gewindeteilen. Das

DIN EN 10226-1 (Ersatz für DIN 2999-1) enthält nur das kegelige Außengewinde R und das zylindrische Innengewinde Rp. Das kegelige Innengewinde Rc ist in DIN EN 10226-2 enthalten. Dieses Gewinde wird in Kontinental-Europa kaum angewendet.

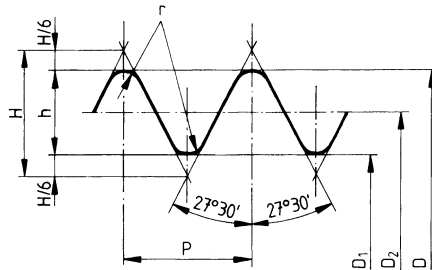
Die Kompatibilität mit Rc-Innengewinde ist mit dieser Norm gegeben, d. h. diese Norm schafft die Voraussetzungen zur Vermeidung von Handelshemmnissen. DIN EN 10226-3 legt Anforderungen an die Lehre von Rohrgewinden nach Teil 1 und Teil 2 fest.

Aufgrund der Unterschiede in der Verbindungstechnologie von kegelig/zylindrischen und kegelig/kegeligen Systemen ist der Austausch von Teilen mit zylindrischen und kegeligen Innengewinden gegeneinander innerhalb ein und desselben Rohrleitungssystem zu vermeiden.

**Bezeichnungsbeispiele:**

für ein kegeliges Whitworth-Rohr Außengewinde:

**Rohrgewinde EN 10226-R**

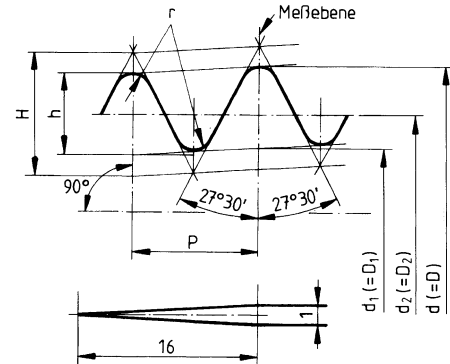


$H = 0,960491 P$   
 $h = 0,640327 P$   
 $r = 0,137329 P$

Bild 657.1 Profil des zylindrischen Rohrgewindes

für ein zylindrisches Whitworth-Rohrinnengewinde:

**Rohrgewinde EN 10226-Rp**



$H = 0,960237 P$   
 $h = 0,640327 P$   
 $r = 0,137278 P$

Bild 657.2 Profil des kegelligen Rohraußengewindes

Tabelle 657.3 Whitworth-Rohrgewinde, zylindrisches Innen- und kegeliges Außengewinde DIN EN 10226-1

Gewindegröße = Rohr-Nennweite	Rohr-Nennweite nach DIN 2440	Abstand der Messebene vom Gewindeanfang		Gewindemaße				nutzbare Gewindelänge	mittlerer Einschraubbereich mit Werkzeug <i>b</i>		Grenzabmaße für Durchmesser des Innengewindes
		Nennmaß <i>a</i>	Grenzabmaße ±	Außen-Ø	Flanken-Ø	Kern-Ø	Gangzahl auf 25,4 mm		≈	Gewindgänge	
in Zoll	in mm			$d = D$	$d_2 = D_2$	$d_1 = D_1$	<i>z</i>	$l_1$			±
R 1/16	3	4,0	0,9	7,723	7,142	6,561	28	6,5	2,5	2 3/4	0,071
R 1/8	6	4,0	0,9	9,728	9,147	8,566	28	6,5	2,5	2 3/4	0,071
R 1/4	8	6,0	1,3	13,157	12,301	11,445	19	9,7	3,7	2 3/4	0,104
R 3/8	10	6,4	1,3	16,662	15,806	14,950	19	10,1	3,7	2 3/4	0,104
R 1/2	15	8,2	1,8	20,955	19,793	18,631	14	13,2	5,0	2 3/4	0,142
R 3/4	20	9,5	1,8	26,441	25,279	24,117	14	14,5	5,0	2 3/4	0,142
R 1	25	10,4	2,3	33,249	31,770	30,291	11	16,8	6,4	2 3/4	0,180
R 1 1/4	32	12,7	2,3	41,910	40,431	38,952	11	19,1	6,4	2 3/4	0,180
R 1 1/2	40	12,7	2,3	47,803	46,324	44,845	11	19,1	6,4	2 3/4	0,180
R 2	50	15,9	2,3	59,614	58,135	56,656	11	23,4	7,5	3 1/4	0,180
R 2 1/2	65	17,5	3,5	75,184	73,705	72,226	11	26,7	9,2	4	0,216
R 3	80	20,6	3,5	87,884	86,405	84,926	11	29,8	9,2	4	0,216
R 4	100	25,4	3,5	113,030	111,551	110,072	11	35,8	10,4	4 1/2	0,216
R 5	125	28,6	3,5	138,430	136,951	135,472	11	40,1	11,5	5	0,216
R 6	150	28,6	3,5	163,830	162,351	160,872	11	40,1	11,5	5	0,216

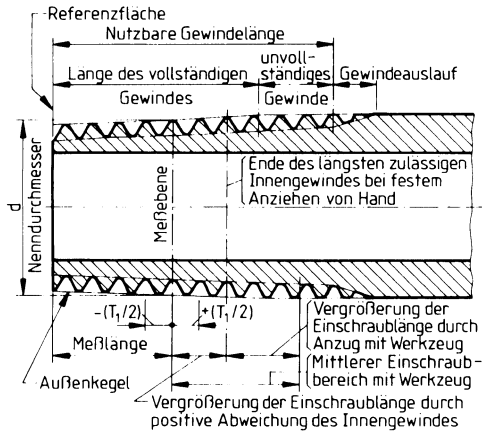
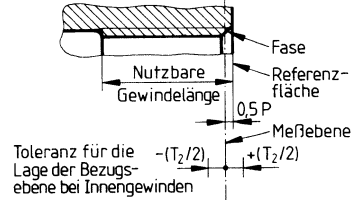


Bild 658.1 Benennungen für Teile mit einem kegeligen Außengewinde

Zylindrisches Innengewinde



Kegeliges Außengewinde

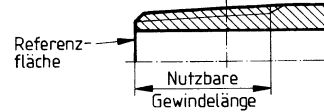


Bild 658.2 Darstellung von Rohrrinnen- und Rohraußengewinden; Lage der Bezugsebene, Referenzflächen, Nutzbare Gewindelänge

**DIN EN ISO 228-1 Rohrgewinde für nicht im Gewinde dichtende Verdichtungen – Teil 1: Maße, Toleranzen und Bezeichnungen (ISO 228-1:2000) (Mai 2003)**

Diese Norm gilt nur für nichtselbstdichtende Gewindeverbindungen zwischen Gewinderohren und deren Verbindungsteilen. Das Gewinde nimmt lediglich axiale Kräfte auf; zum Dichten müssen zusätzliche Mittel angewendet werden.

Tabelle 658.3 Whitworth-Rohrgewinde, zylindrisches Innen- und zylindrisches Außengewinde (Gewindegrößen > G 3 bis G 6 s. Norm)

Kurzzeichen <sup>1)</sup>	Gewindemaße					
	Außen-Ø $d = D$	Flanken-Ø $d_2 = D_2$	Kern-Ø $d_1 = D_1$	Steigung $P$	Gangzahl auf 25,4 $z$	Gewindetiefe $H_1$
G 1/16 G 1/8	7,723 9,728	7,142 9,147	6,561 8,566	0,907 0,907	28 28	0,581 0,581
G 1/4 G 3/8	13,157 16,662	12,301 15,806	11,445 14,950	1,337	19	0,856
G 1/2 (G 9/8)	20,955 22,911	19,793 21,749	18,631 20,587	1,814	14	1,162
G 3/4 (G 7/8)	26,441 30,201	25,279 29,039	24,117 27,877			
G 1 (G 1 1/8)	33,249 37,897	31,770 36,418	30,291 34,939	2,309	11	1,479
G 1 1/4 (G 1 3/8)	41,910 44,323	40,431 42,844	38,952 41,365			
G 1 1/2 (G 1 3/4)	47,803 53,746	46,324 52,267	44,845 50,788			
G 2	59,614	58,135	56,656			
(G 2 1/4)	65,710	64,231	62,752			
G 2 1/2 (G 2 3/4)	75,184 81,534	73,705 80,055	72,226 78,576			
G 3	87,884	86,405	84,926			

<sup>1)</sup> Das Kurzzeichen der Gewindegröße entspricht den Nennwerten der Gewinderöhre, z. B. nach DIN 2440. Für eingeklammerte Gewinde sind entsprechende Gewinderöhre genormt. Grenzabmaße der Toleranzklassen A und B für Flanken-, Kern- und Außendurchmesser s. Norm.

**Bezeichnungsbeispiel**

Innengewinde	Außengewinde	
ISO 228/1 – G 1 1/2	Klasse A	Klasse B
	ISO 228/1 – G 1 1/2 A	ISO 228/1 – G 1 1/2 B

Da es für Innengewinde nur eine Toleranzklasse gibt, braucht in der Bezeichnung für das Innengewinde keine Klasse angegeben werden.

$$H = 0,960\ 491\ P \quad h = 0,640\ 327\ P \quad r = 0,137\ 329\ P$$

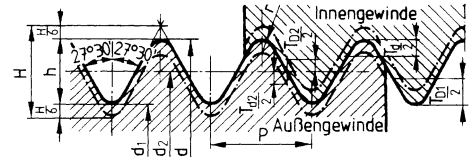


Bild 659.1 Whitworth-Rohrgewinde (theoretisches Profil)

**Achtung! Verwechslungsgefahr!**

Durch die Aufnahme von Gewinde-Kurzzeichen auch in die Internationalen Normen ISO 7-1 und ISO 228-1 entstand eine Verwechslungsgefahr, weil das Gewinde-Kurzzeichen eines Gewindes nach ISO 7-1 identisch ist mit der früher üblichen Gewindebezeichnung nach DIN 259-1, s. Tab. 659.2

Tabelle 659.2 Gewinde-Kurzzeichen (Beispiele)

nach ISO 7-1		nach DIN 2999-1		nach ISO 228-1		nach DIN 259-1	
Innengewinde	Außen-gewinde	Innen-gewinde	Außen-gewinde	Innen-gewinde	Außen-gewinde	Innen-gewinde	Außen-gewinde
Rp 1 1/2	Rc 1 1/2	<b>R 1 1/2</b>	DIN 2999 – Rp 1 1/2	DIN 2999 – R 1 1/2	G 1 1/2	G 1 1/2 A	<b>R 1 1/2</b>

Die Gewinde-Kurzzeichen der zu verwechselnden Gewinde sind fett gesetzt.

Die Verwechslungsgefahr des kegeligen Außengewindes nach ISO 7-1 mit dem zylindrischen Außengewinde nach der inzwischen zurückgezogenen Norm DIN 259-1 birgt Sicherheitsrisiken überall dort, wo Rohrgewinde-Verbindungen eingesetzt werden.

Das zylindrische Rohrgewinde nach dieser Norm erfordert ein zusätzliches Dichtelement (Dichtring) an der Stirn- oder Mantelfläche der zu verschraubenden Teile. Beim kegeligen Rohrgewinde nach ISO 7-1 (DIN 2999-1) wird jedoch ein Dichtmittel im Gewinde (Hanf oder PTFE-Band) verwendet. Wird nun aufgrund der Identität der Gewinde-Kurzzeichen des kegeligen Außengewindes nach ISO 7-1 und des zylindrischen Außen- und Innengewindes nach DIN 259-1 irrtümlicherweise ein Bauteil mit kegeligem Außengewinde verwendet, kann dies zur Undichtheit dieser Gewinde-Verbindung führen.

## 14.3 Trapezgewinde

**DIN 103-1 Metrisches ISO-Trapezgewinde – Gewindeprofile**

**DIN 103-2 – Gewindereihen**

**DIN 103-3 – Abmaße und Toleranzen für Trapezgewinde allgemeiner Anwendung**

**DIN 103-4 – Nennmaße (alle Apr 1977)**

Diese Normen über Metrisches ISO-Trapezgewinde stimmen in ihren wesentlichen Festlegungen überein mit den Internationalen Normen ISO 2901 bis ISO 2904 Metrisches ISO-Trapezgewinde; Profile; Gewindereihen, Toleranzen, Nennmaße.

$$D_1 = d - 2H_1 = d - P \quad a_c = \text{Spiel}$$

$$H_1 = 0,5P \quad R_1 = \text{max. } 0,5a_c$$

$$H_4 = H_1 + a_c = 0,5P + a_c \quad R_2 = \text{max. } a_c$$

$$h_3 = H_1 + a_c = 0,5P + a_c$$

$$z = 0,25P = H_1/2$$

$$D_4 = d + 2a_c$$

$$d_3 = d - 2h_3$$

$$d_2 = D_2 = d - 2z = d - 0,5P$$

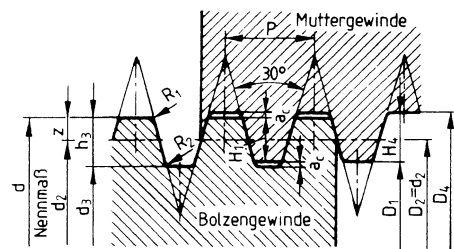


Bild 659.3 Metrisches ISO-Trapezgewinde DIN 103

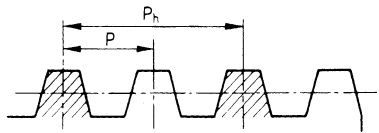
Tabelle 660.1 Maße für die Gewindeprofile

<i>P</i>	1,5	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12
<i>a<sub>c</sub></i>	0,15	0,25	0,25	0,25	0,25	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
<i>h<sub>3</sub> = H<sub>4</sub></i>	0,9	1,25	1,75	2,25	2,75	3,5	4	4,5	5	5,5	6,5
<i>H<sub>1</sub></i>	0,75	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	6
<i>R<sub>1</sub> max.</i>	0,075	0,125	0,125	0,125	0,125	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
<i>R<sub>2</sub> max.</i>	0,15	0,25	0,25	0,25	0,25	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
<i>P</i>	14	16	18	20	22	24	28	32	36	40	44
<i>a<sub>c</sub></i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>h<sub>3</sub> = H<sub>4</sub></i>	8	9	10	11	12	13	15	17	19	21	23
<i>H<sub>1</sub></i>	7	8	9	10	11	12	14	16	18	20	22
<i>R<sub>1</sub> max.</i>	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
<i>R<sub>2</sub> max.</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

DIN 103-3 ist hinsichtlich Aufbau und Systematik eng an das Toleranzsystem des Metrischen ISO-Gewindes nach DIN 13-14 und DIN 13-15 angelehnt, jedoch sind wegen des grundlegend anderen Anwendungsbereiches der Trapezgewinde andere Toleranzlagen festgelegt. Bolzengewinde: c oder e für Flankendurchmessertoleranz und h für die Toleranz des Außen- und Kerndurchmessers.

Muttergewinde: Das Grundabmaß für Außen-, Flanken- und Kerndurchmesser ist stets 0, d. h. es ist nur die Toleranzlage H genormt.

Die errechneten Grenzmaße für alle in DIN 103 festgelegten Gewinde sind in den Normen DIN 103-5 bis DIN 103-8 enthalten (s. Normen).



*P<sub>h</sub>* Steigung (Axialverschiebung bei einer Umdrehung)  
*P* Teilung (axialer Abstand zweier benachbarter gleichgerichteter Flanken)

Bild 660.2 Mehrgängige Gewinde (dargestellt ist das Profil eines zweigängigen Bolzengewindes)

In DIN 103 sind die Gewinde-Neundurchmesser in 3 Reihen eingeteilt, von denen die Reihe 1 zu bevorzugen ist. Jedem Neundurchmesser sind 3 Steigungen zugeordnet, von denen die mittlere zu bevorzugen ist.

In der Tab. 662.3 werden nur die Nennmaße der zu bevorzugenden Gewinde wiedergegeben.

**Bezeichnung**

Eingängige Gewinde: Kurzzeichen Tr, Gewindedurchmesser *d* und Steigung *P* in mm, z. B.

**DIN 103-Tr 40 × 7.**

Tabelle 660.3 Nennmaße für Trapezgewinde DIN 103

Nenn-durch-messer <i>d</i>	Steig-ung <i>P</i>	Flanken-durch-messer <i>d<sub>2</sub> = D<sub>2</sub></i>	Außen-durch-messer <i>D<sub>4</sub></i>	Kern-durchmesser		Nenn-durch-messer <i>d</i>	Steig-ung <i>P</i>	Flanken-durch-messer <i>d<sub>2</sub> = D<sub>2</sub></i>	Außen-durch-messer <i>D<sub>4</sub></i>	Kern-durchmesser	
				<i>d<sub>3</sub></i>	<i>D<sub>1</sub></i>					<i>d<sub>3</sub></i>	<i>D<sub>1</sub></i>
8	1,5	7,250	8,300	6,200	6,500	80	10	75,000	81,000	69,000	70,000
10	2	9,000	10,500	7,500	8,000	90	12	84,000	91,000	77,000	78,000
12	3	10,500	12,500	8,500	9,000	100	12	94,000	101,000	87,000	88,000
16	4	14,000	16,500	11,500	12,000	120	14	113,000	122,000	104,000	106,000
20	4	18,000	20,500	15,500	16,000	140	14	133,000	142,000	124,000	126,000
24	5	21,500	24,500	18,500	19,000	160	16	152,000	162,000	142,000	144,000
28	5	25,500	28,500	22,500	23,000	180	18	171,000	182,000	160,000	162,000
32	6	29,000	33,000	25,000	26,000	200	18	191,000	202,000	180,000	182,000
36	6	33,000	37,000	29,000	30,000	220	20	210,000	222,000	198,000	200,000
40	7	36,500	41,000	32,000	33,000	240	22	229,000	242,000	216,000	218,000
44	7	40,500	45,000	36,000	37,000	260	22	249,000	262,000	236,000	238,000
48	8	44,000	49,000	39,000	40,000	280	24	268,000	282,000	254,000	256,000
52	8	48,000	53,000	43,000	44,000	300	24	288,000	302,000	274,000	276,000
60	9	55,500	61,000	50,000	51,000						
70	10	65,000	71,000	59,000	60,000						

**Bezeichnung**

Mehrgängige Gewinde: Kurzzeichen  $Tr$ , Gewindedurchmesser  $d$  und Steigung  $P_h$  des mehrgängigen Gewindes in mm, der Buchstabe  $P$  (Teilung) und die Teilung in mm folgen, z. B. **DIN 103-Tr 40 × 14 P 7**.

Mehrgängige ( $n$ -gängige) Gewinde haben das gleiche Profil wie eingängige Gewinde mit Steigung  $P_h =$  Teilung  $P$ . Für die Teilung  $P$  der mehrgängigen Gewinde dürfen nur die für die Steigung  $P$  (gleich Teilung  $P$ ) der eingängigen Gewinde zugelassenen Werte gewählt werden. Das Vielfache der Teilung  $P$  der mehrgängigen Gewinde braucht jedoch nicht einem für eingängige Gewinde zugelassenen Steigungswert zu entsprechen.

## 14.4 Sägewinde

**DIN 513-1 Metrisches Sägewinde – Gewindeprofile**

**DIN 513-2 Metrisches Sägewinde – Gewindereihen**

**DIN 513-3 Metrisches Sägewinde – Abmaße und Toleranzen (alle Apr 1985)**

Eine Flanke bildet mit der Senkrechten den Winkel von  $30^\circ$ , die andere weicht um  $3^\circ$  von der Senkrechten ab (s. Bild 661.1). Die große Rundung im Grunde des Bolzensgewinde lässt hohe Beanspruchungen der Spindeln zu.

Gegenüber Trapezgewinde gleicher Steigung ist die Flankenüberdeckung  $H_1$  1,5-mal so groß.

Bolzen-Außendurchmesser und Mutter-Kerndurchmesser haben dasselbe Nennmaß. Die für beide Durchmesser festgelegten Toleranzen  $h$  9 bzw.  $H$  10 nach DIN ISO 286-2 ermöglichen eine Übergangspassung im gepaarten Zustand von Bolzen und Mutter. Dadurch wird die für dieses Gewinde notwendige Zentrierwirkung erreicht, weil in Achsrichtung ein Spiel  $a$  vorgesehen ist. Dieses Axialspiel wird nach folgender Formel errechnet:  $a = 0,1P$

Die Durchmesser-Steigungskombinationen nach DIN 513-2 stimmen bis 300 mm Gewindedurchmesser mit denen nach DIN 103-2 überein. Wegen der z. T. anderen Anwendungsgebiete geht DIN 513 jedoch bis 640 mm Gewindedurchmesser.

Das Toleranzsystem nach DIN 513-3 wurde sehr eng an das für das Metrische ISO-Trapezgewinde nach DIN 103-3 angelehnt. Dadurch ist für das Sägewinde auch die Anwendung der Grenzmaße nach DIN 103-5 bis DIN 103-8 möglich.

**Bezeichnung:** Kurzzeichen  $S$ , Gewindedurchmesser und Steigung, z. B. **DIN 513-S 40 × 7**.

Bei mehrgängigen Sägewinden wird die Bezeichnung in derselben Weise wie für das Trapezgewinde aufgebaut.

$$\begin{aligned}
 H_1 &= 0,75P \\
 h_3 &= H_1 - a_c = 0,86777P \\
 a &= 0,1\sqrt{P} \text{ (Axialspiel)} \\
 a_c &= 0,11777P \\
 w &= 0,26384P \\
 e &= 0,26384P - 0,1\sqrt{P} = w - a \\
 R &= 0,12427P \\
 D_1 &= d - 2H_1 = d - 1,5 \cdot P \\
 d_3 &= d - 2h_3 \\
 d_2 &= D_2 = d - 0,75P
 \end{aligned}$$

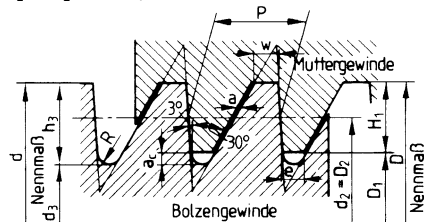


Bild 661.1 Sägewinde DIN 513

Tabelle 661.2 Sägewinde, theoretische Werte

$P$	$h_3$	$H_1$	$w$	$a_c$	$R$
2	1,736	1,5	0,528	0,236	0,249
3	2,603	2,25	0,792	0,353	0,373
4	3,471	3	1,055	0,471	0,497
5	4,339	3,75	1,319	0,589	0,621
6	5,207	4,5	1,583	0,707	0,746
7	6,074	5,25	1,847	0,824	0,870
8	6,942	6	2,111	0,942	0,994
9	7,810	6,75	2,375	1,060	1,118
10	8,678	7,5	2,638	1,178	1,243
12	10,413	9	3,166	1,413	1,491
14	12,149	10,5	3,694	1,649	1,740
16	13,884	12	4,221	1,884	1,988
18	15,620	13,5	4,749	2,120	2,237
20	17,355	15	5,277	2,355	2,485
22	19,091	16,5	5,804	2,591	2,734
24	20,826	18	6,332	2,826	2,982

Weitere Steigungen: 28 32 36 40 44

## 14.5 Rundgewinde

Wird ein trapezförmiges Gewindeprofil am Kopf und Fuß durch einbeschriebene Kreise gerundet, so entsteht das Profil des Rundgewindes. Die Tragtiefe ist gleich der Entfernung der Tangierungspunkte einer Flanke mit dem Kopf- und Fußkreis.

### DIN 405-1 Rundgewinde allgemeiner Anwendung – Teil 1: Gewindeprofile, Nennmaße (Nov 1997)

Das Rundgewinde nach dieser Norm hat unterschiedliche Nennprofile für Außen- und Innengewinde. Beim Außengewinde sind die Rundungsradien an den Gewindespitzen und im Gewindegrund gleich, beim Innengewinde verschieden. Von den Nennprofilen sind die Maße von Außen-, Flanken- und Kern Durchmesser abgeleitet.

Tab. 662.1 zeigt, dass die Tragtiefe = Flankenüberdeckung  $H_5$  gering ist. Dennoch kann dieses Gewinde sehr große Kräfte aufnehmen. Durch die runde Profilform ist Kerbwirkung kaum möglich. Fuß- und Kopfspiel lassen Paarung des Rundgewindes auch bei starker Verschmutzung zu. DIN 405 enthält auch Profile mit Flankenspiel durch entsprechende Untermaße am Bolzensgewinde. Die Maße der Mutter werden dabei nicht verändert.

Tabelle 662.1 Maße für Nennprofile (auf 3 Dezimalstellen gerundet)

$d$	$z$	$P$	$h_3 = H_4$	$H_5$	$R_1$	$R_2$	$R_3$
8 bis 12	10	2,540	1,270	0,212	0,606	0,650	0,561
14 bis 38	8	3,175	1,588	0,265	0,757	0,813	0,702
40 bis 100	6	4,233	2,117	0,353	1,010	1,084	0,936
105 bis 200	4	6,350	3,175	0,530	1,515	1,625	1,404

$z$  bedeutet Anzahl der Teilungen auf 25,4 mm

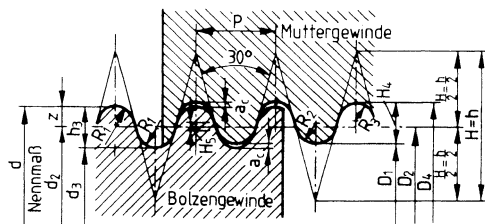


Bild 662.2 Rundgewinde DIN 405 Nennprofil

$$\begin{aligned}
 H &= 1,866P \\
 H_4 &= h_3 = \text{Gewindetiefe} = 0,5 \cdot P \\
 H_5 &= \text{Flankenüberdeckung} = 0,08350 \cdot P \\
 z &= 0,25P = \frac{h_3}{2} \\
 D_4 &= d + 2a_c = d + 0,1P \\
 D_1 &= D_4 - 2H_4 = D_4 - P = d - 0,9P \\
 d_3 &= d - 2h_3 = d - P \\
 d_2 &= D_2 = d - 2z = d - 0,5P \\
 a_c &= \text{Spiel} = 0,05P \\
 R_1 &= 0,23851P \\
 R_2 &= 0,25597P \\
 R_3 &= 0,22105P
 \end{aligned}$$

Nenn Durchmesser der zu bevorzugenden Reihe 1: 8 9 10 11 12 bis 32 in 2-mm-Stufung, 36 40 48 52 55 bis 100 in 5-mm-Stufung, 110 bis 200 in 10-mm-Stufung.

Nenn Durchmesser der Reihe 2 s. Norm.

**Bezeichnung:** Kurzzeichen Rd, Gewindedurchmesser  $d$  und Steigung  $1/z$ , z. B. **DIN 405-Rd 30 × 1/8**

Toleranzsystem für Rundgewinde s. DIN 405-2. Es entspricht im Aufbau dem Gewinde-Toleranzsystem für das Metrische ISO-Gewinde nach DIN ISO 965-1 bis DIN ISO 965-3.

DIN 405-3 enthält das Lehrensystm für Rundgewinde.



# 15 Maßtoleranzen und Passungen<sup>1)</sup>

Bearbeitet von M. Kaufmann

Damit Bauteile zweckentsprechend zusammenwirken, müssen sie zueinander passen. Eine Welle, die in einer Bohrung laufen oder gleiten soll, muss kleiner sein als die Bohrung. Wird verlangt, dass ein Rad fest auf einer Welle sitzt, so ist eine Pressung zwischen Welle und Nabe nötig.

Seitdem technische Erzeugnisse in großen Serien oder in Massen oder arbeitsteilig hergestellt werden, müssen sie austauschbar sein. Die in hohen Stückzahlen hergestellten Teile werden meistens wahllos gepaart. Als Vorbereitung dazu werden

- die Passungen im Voraus festgelegt,
- die Maße der Teile so bestimmt, dass sich die gewünschten Passungen ergeben,
- Vorkehrungen getroffen, dass die gefertigten Teile maßgerecht sind.

In Deutschland gab es schon vor 1914 mehrere Passsysteme, die von Firmen für eigene Zwecke entwickelt worden waren. Aus diesen wurde nach dem Ersten Weltkrieg das einheitliche System der DIN-Passungen geschaffen. Die vom ISA-Komitee 3, Passungen, im Jahre 1928 eingeleitete Vereinheitlichung der Passsysteme verschiedener Nationen hatte das internationale System der ISA-Passungen zum Ergebnis. Die ISA-Passungen haben die DIN-Passungen abgelöst. Seit 1964 heißen sie ISO-Passungen und sind in den Normen ISO 286-1 und ISO 286-2 über das ISO-System für Grenzmaße und Passungen festgelegt, die unverändert als DIN-ISO-Normen ins Deutsche Normenwerk übernommen worden sind. Zuständig für die internationale Normung ist das Technische Komitee ISO/TC 213 Geometrische Produktionsspezifikation und -prüfung (GPS), für die Bereiche: Begriffe, Form- und Lagetoleranzen, Maßtoleranzen und Passungen, Allgmeintoleranzen für Maße, Form und Lage, Oberflächenbeschaffenheit, Oberflächenangaben, Messgeräte und Messverfahren, Lehren, Bezugssysteme (s. hierzu auch DIN-Taschenbücher 11: Messgeräte, Messverfahren; 303: Grundnormen, Beuth Verlag GmbH, Berlin, Wien, Zürich).

## 15.1 Begriffe zum Toleranz- und Passsystem

**DIN ISO 286-1 ISO-System für Grenzmaße und Passungen – Grundlagen für Toleranzen, Abmaße und Passungen – Identisch mit ISO 286-1:1988 (Nov 1990)**

**DIN ISO 286-2 – Tabellen der Grundtoleranzgrade und Grenzabmaße für Bohrungen und Wellen – Identisch mit ISO 286-2:1988 (Nov 1990)**

Bis zur Herausgabe dieser beiden DIN-ISO-Normen war das ISO-System für Grenzabmaße und Passungen in Deutschland in folgende DIN-Normen aufgeteilt:

DIN 7150-1, DIN 7151, DIN 7152, DIN 7160, DIN 7161 und DIN 7182-1 (teilweise).

Der Ersatz dieser DIN-Normen durch die DIN-ISO-Normen soll die Verständigung beim internationalen Austausch von technischen Dokumenten erleichtern.

Die Berechnungsgrundlagen und Tabellenwerte sind nicht geändert worden, sodass sich die Umstellung nicht auf die nach den bisherigen DIN-Normen erstellten Zeichnungen auswirkt. Erstmals wird jedoch der Tolerierungsgrundsatz nach ISO 8015 erläutert, nach dem einzelne Formelemente (Zylinder oder parallele ebene Flächen), die für eine Passung vorgesehen sind, in der Zeichnung hinter der Maß- und Toleranzeintragung mit dem Kurzzeichen  $\ominus$  zu kennzeichnen sind (Näheres s. Abschn. 15.4).

Weiterhin sind gegenüber der früheren Begriffsnorm DIN 7182-1 einige Benennungen und Definitionen geändert worden (z. B. Toleranzklasse, Toleranzfeld). Für die früher üblichen Benennungen **Qualität** wurde „**Toleranzgrad**“, für die **Toleranzeinheit** wurde „**Toleranzfaktor**“ gewählt, um nicht mit einschlägigen Normen des Qualitätsmanagements im Widerspruch zu sein (s. Abschn. 21.1).

### Begriffe aus DIN ISO 286-1

**Maß:** Eine Zahl, die in einer bestimmten Längeneinheit den Wert eines Längenmaßes ausdrückt.

**Nennmaß:** Das Maß, von dem die Grenzmaße mit Hilfe der oberen und unteren Abmaße abgeleitet werden (s. Bilder 664.1 und 664.2).

**Istmaß:** Als Ergebnis von Messungen festgestelltes Maß.

<sup>1)</sup> S. auch [www.natg.din.de](http://www.natg.din.de)

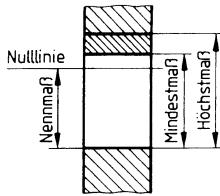


Bild 664.1 Nennmaß, Höchstmaß, Mindestmaß

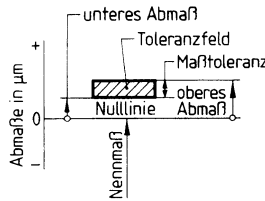


Bild 664.2 Übliche Darstellung eines Toleranzfeldes

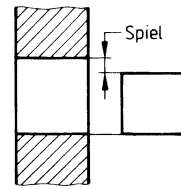


Bild 664.3 Spiel

**Grenzmaß:** Die beiden extremen zugelassenen Maße eines Formelementes, zwischen denen das Istmaß liegen soll einschließlich der Grenzmaße selbst.

**Höchstmaß:** Größtes zugelassenes Maß eines Formelementes (s. Bild 664.1).

**Mindestmaß:** Kleinstes zugelassenes Maß eines Formelementes (s. Bild 664.1).

**Nulllinie:** In einer grafischen Darstellung von Grenzmaßen und Passungen die gerade Linie, die das Nennmaß darstellt, auf das sich die Abmaße und Toleranzen beziehen (s. Bild 664.1).

**Abmaß:** Algebraische Differenz zwischen einem Maß (Istmaß, Grenzmaß usw.) und dem zugehörigen Nennmaß.

**Grenzabmaße:** Oberes und unteres Abmaß.

**oberes Abmaß:** Algebraische Differenz zwischen dem Höchstmaß und dem zugehörigen Nennmaß (s. Bild 664.2).

**unteres Abmaß:** Algebraische Differenz zwischen dem Mindestmaß und dem zugehörigen Nennmaß (s. Bild 664.2).

**Grundabmaß:** Im ISO-System für Grenzabmaße und Passungen das Abmaß, das die Lage des Toleranzfeldes in Bezug zur Nulllinie festlegt.

**Maßtoleranz:** Die Differenz zwischen dem Höchstmaß und dem Mindestmaß, also auch die Differenz zwischen dem oberen Abmaß und dem unteren Abmaß.

**Grundtoleranz (IT):** In diesem System für Grenzmaße und Passungen jede zum System gehörige Toleranz.

**Grundtoleranzgrade:** In diesem System für Grenzmaße und Passungen eine Gruppe von Toleranzen (z. B. IT 7), die dem gleichen Genauigkeitsniveau für alle Nennmaße zugeordnet werden.

**Toleranzfeld:** In einer grafischen Darstellung von Toleranzen das Feld zwischen zwei Linien, die das Höchstmaß und das Mindestmaß darstellen. Das Toleranzfeld wird festgelegt durch die Größe der Toleranz und deren Lage zur Nulllinie (s. Bild 664.2).

**Toleranzklasse:** Die Benennung für eine Kombination eines Grundabmaßes mit einem Toleranzgrad z. B. h9, D13 usw.

**Toleranzfaktor (i, l):** Im ISO-System für Grenzmaße und Passungen ein Faktor, der eine Funktion des Nennmaßes ist und als Basis für die Festlegungen der Grundtoleranz des Systems dient.

Toleranzfaktor *i* gilt für Nennmaße bis 500 mm;

Toleranzfaktor *l* gilt für Nennmaße über 500 mm.

**Spiel:** Die positive Differenz zwischen dem Maß der Bohrung und dem Maß der Welle vor dem Fügen, wenn der Durchmesser der Welle kleiner ist als der Durchmesser der Bohrung (s. Bild 664.3).

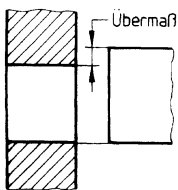


Bild 664.4 Übermaß

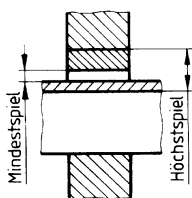


Bild 664.5 Spielpassung

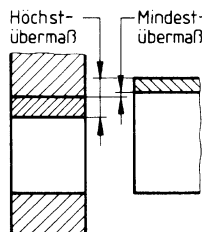


Bild 664.6 Übermaßpassung

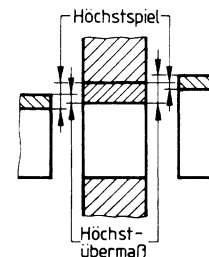


Bild 664.7 Übergangspassung

**Übermaß:** Die negative Differenz zwischen dem Maß der Bohrung und dem Maß der Welle vor dem Fügen, wenn der Durchmesser der Welle größer ist als der Durchmesser der Bohrung (s. Bild 664.4).

**Passung:** Die Beziehung, die sich aus der Differenz zwischen den Maßen zweier zu fügender Formelemente (Bohrung und Welle) ergibt. Die zwei zu einer Passung gehörenden Passteile haben dasselbe Nennmaß.

**Spielpassung:** Eine Passung, bei der beim Fügen von Bohrung und Welle immer ein Spiel entsteht, d. h., das Mindestmaß der Bohrung ist größer oder im Grenzfall gleich dem Höchstmaß der Welle (s. Bild 664.5).

**Übermaßpassung:** Eine Passung, bei der beim Fügen von Bohrung und Welle überall ein Übermaß entsteht, d. h. das Höchstmaß der Bohrung ist kleiner oder im Grenzfall gleich dem Mindestmaß der Welle (s. Bild 664.6).

**Übergangspassung:** Eine Passung, bei der beim Fügen von Bohrung und Welle entweder ein Spiel oder ein Übermaß entsteht, abhängig von den Istmaßen von Bohrung und Welle, d. h. die Toleranzfelder von Bohrung und Welle überdecken sich vollständig oder teilweise (s. Bild 664.7).

**Passtoleranz:** Die arithmetische Summe der Toleranzen der beiden Formelemente, die zu einer Passung gehören. Die Passtoleranz ist ein absoluter Wert ohne Vorzeichen.

**Passungssystem Einheitsbohrung:** Ein Passungssystem, in dem die geforderten Spiele oder Übermaße dadurch erreicht werden, dass den Spielen mit verschiedenen Toleranzklassen Bohrungen mit einer einzigen Toleranzklasse zugeordnet sind. Im Passungssystem Einheitsbohrung ist das Mindestmaß der Bohrung gleich dem Nennmaß, d. h., das untere Abmaß der Bohrung ist Null (s. Bild 665.1).

**Passungssystem Einheitswelle:** Ein Passungssystem, in dem die geforderten Spiele oder Übermaße dadurch erreicht werden, dass den Bohrungen mit verschiedenen Toleranzklassen Wellen mit einer einzigen Toleranzklasse zugeordnet sind. Im Passungssystem Einheitswelle ist das Höchstmaß der Welle gleich dem Nennmaß, d. h., das obere Abmaß der Welle ist Null (s. Bild 665.2).

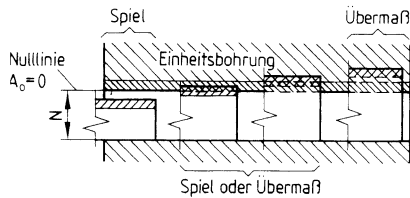


Bild 665.1 Passungssystem Einheitsbohrung

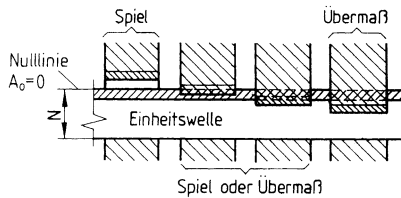


Bild 665.2 Passungssystem Einheitswelle

## 15.2 ISO-System für Grenzmaße und Passungen

Das ISO-System für Grenzmaße und Passungen bezieht sich auf Maße an Teilen für Rund- und Flachpassungen, z. B. Durchmesser, Längen, Breiten oder Höhen.

Entsprechend der Norm ISO 1, Bezugstemperatur für industrielle Längenmesstechnik, gilt als Bezugstemperatur für Längenmaße und infolgedessen für die im ISO-System definierten Maße 20 °C.

### ISO-Grundtoleranzen IT für Längenmaße von 1 bis 500 mm Nennmaß nach DIN ISO 286-1

Die ISO-Grundtoleranzen IT sind als Maßtoleranzen für Längenmaße wie Durchmesser, Längen, Breiten u. dgl. anzuwenden (s. auch Bild 666.1).

Tabelle 665.3 ISO-Grundtoleranzen IT

IT	Nennmaßbereiche in mm Toleranzen in µm												
	bis 3	>3 bis 6	>6 bis 10	>10 bis 18	>18 bis 30	>30 bis 50	>50 bis 80	>80 bis 120	>120 bis 180	>180 bis 250	>250 bis 315	>315 bis 400	>400 bis 500
01	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6	0,6	0,8	1	1,2	2	2,5	3	4 <sup>1)</sup>
0	0,5	0,6	0,6	0,8	1	1	1,2	1,5	2	3	4	5	6 <sup>1)</sup>
1	0,8	1	1	1,2	1,5	1,5	2	2,5	3,5	4,5	6	7	8
2	1,2	1,5	1,5	2	2,5	2,5	3	4	5	7	8	9	10
3	2	2,5	2,5	3	4	4	5	6	8	10	12	13	15
4	3	4	4	5	6	7	8	10	12	14	16	18	20

Fortsetzung und Fußnote s. nächste Seite

Tabelle 665.3, Fortsetzung

IT	Nennmaßbereiche in mm Toleranzen in $\mu\text{m}$												
	bis 3	> 3 bis 6	> 6 bis 10	> 10 bis 18	> 18 bis 30	> 30 bis 50	> 50 bis 80	> 80 bis 120	> 120 bis 180	> 180 bis 250	> 250 bis 315	> 315 bis 400	> 400 bis 500
5	4	5	6	8	9	11	13	15	18	20	23	25	27
6	6	8	9	11	13	16	19	22	25	29	32	36	40
7	10	12	15	18	21	25	30	35	40	46	52	57	63
8	14	18	22	27	33	39	46	54	63	72	81	89	97
9	25	30	36	43	52	62	74	87	100	115	130	140	155
10	40	48	58	70	84	100	120	140	160	185	210	230	250
11	60	75	90	110	130	160	190	220	250	290	320	360	400
12	100	120	150	180	210	250	300	350	400	460	520	570	630
13	140	180	220	270	330	390	460	540	630	720	810	890	970
14	250	300	360	430	520	620	740	870	1000	1150	1300	1400	1550
15	400	480	580	700	840	1000	1200	1400	1600	1850	2100	2300	2500
16	600	750	900	1100	1300	1600	1900	2200	2500	2900	3200	3600	4000
17	–	–	1500	1800	2100	2500	3000	3500	4000	4600	5200	5700	6300
18	–	–	–	2700	3300	3900	4600	5400	6300	7200	8100	8900	9700

1) In DIN ISO 286-1 nur noch im Anhang enthalten.

Die einer Toleranzreihe zugeordnete Zahl ist das Kennzeichen für den Toleranzgrad; mit steigender Zahl wird dieser größer.

Für Nennmaße bis 500 mm sind die Werte der Grade  $\geq 5$  als Vielfaches des Toleranzfaktors  $i$  festgelegt. Toleranzfaktor  $i = 0,45 \cdot \sqrt[3]{D} + 0,001 \cdot D$ ;  $i$  in  $\mu\text{m}$ ,  $D$  in mm =  $\sqrt{D_1 \cdot D_2}$  = geometrisches Mittel aus den Grenzwerten ( $D_1$  und  $D_2$ ) des jeweiligen Nennmaßbereiches.

Die Formel wurde empirisch aus früheren nationalen Normen ermittelt, wobei berücksichtigt wurde, dass unter gleichen Herstellbedingungen die Beziehung zwischen der fertigungsbedingten Abweichung vom Nennmaß und dem Nennmaß selbst etwa eine parabolische Funktion ist.

Das Glied  $0,001 \cdot D$  berücksichtigt die mit wachsendem Nennmaß linear zunehmende Unsicherheit beim Messen. Die Faktoren 0,45 und 0,001 sind Erfahrungswerte.

Faktoren des Vielfachen von  $i$  für IT 5 bis IT 8:

IT 5: 7 IT 6: 10 IT 7: 16 IT 8: 25 IT 9: 40 IT 10: 64 IT 11: 100 IT 12: 160  
IT 13: 250 IT 14: 400 IT 15: 640 IT 16: 1000 IT 17: 1600 IT 18: 2500

Die Faktoren für  $\geq$  IT 6 sind, mit Ausnahme von 64 und 640, Normzahlen der Reihe R 5.

Ab IT 6 ist also die Toleranz des um 5 Stufen größeren Toleranzgrades jeweils 10 mal größer. Eine Ausnahme ist nur die Toleranz von  $8 \mu\text{m}$  statt  $7,5 \mu\text{m}$  für IT 6 im Nennmessbereich  $> 3$  bis  $6$  mm.

Als Beispiel sind je drei IT-Grade und die in ( ) beigefügten 10fachen Toleranzen (in  $\mu\text{m}$ ) nach Tab. 665.3 gegenübergestellt.

IT 6 (13) IT 11 (130) IT 16 (1300) IT 7 (21) IT 12 (210) IT 17 (2100)

Für IT 01 bis IT 1 sind die Werte (in  $\mu\text{m}$ ) nach folgenden Formeln errechnet:

IT 01:  $0,3 + 0,008 D$  IT 0:  $0,5 + 0,012 D$  IT 1:  $0,8 + 0,020 D$

$D$  in mm = geometrisches Mittel aus den Grenzwerten des Nennmaßbereiches

Die Werte für IT 2 bis IT 4 liegen (etwa geometrisch gestuft) zwischen den Werten für IT 1 und IT 5.



Bild 666.1 Vorzugsweise Anwendung der ISO-Grundtoleranzgrade (in der Norm nicht enthalten)

Die geeigneten Toleranzen für jeden Fabrikationszweig – vom Lehren- bzw. Feinwerksbau bis zur grob- oder spanlosen Formung – können den ISO-Grundtoleranzreihen entnommen werden (s. Bild 666.1).

Um das Errechnen der Grundtoleranz und Grundabmaße zu vereinfachen, sind Nennmaßbereiche festgelegt (s. Tab. 667.1). Die Ergebnisse wurden aus dem geometrischen Mittel  $D$  der Grenzmaße eines jeden Bereichs errechnet.

Tabelle 667.1 Nennmaßbereiche (in mm) des ISO-Systems für Grenzabmaße und Passungen (Bereiche >250 bis 3150 s. Norm)

Hauptbereiche	bis 3	>3 bis 6	>6 bis 10	> 10 bis 18		> 18 bis 30		> 30 bis 50		
Zwischenbereiche <sup>1)</sup>	keine			10 bis 14	> 14 bis 18	> 18 bis 24	> 24 bis 30	> 30 bis 40	> 40 bis 50	
Hauptbereiche	> 50 bis 80		> 80 bis 120		> 120 bis 180			> 180 bis 250		
Zwischenbereiche <sup>1)</sup>	>50 bis 65	>65 bis 80	>80 bis 100	>100 bis 120	>120 bis 140	>140 bis 160	>160 bis 180	>180 bis 200	>200 bis 225	>225 bis 250

<sup>1)</sup> Die Zwischenbereiche werden in einigen Fällen für die Grundabmaße (Toleranzfeldlage) a bis c und r bis zc bzw. A bis C und R bis ZC angewandt. Bei Passungen dieser Toleranzfeldlage ist es zweckmäßig, die Differenz der Ergebnisse aus dem geometrischen Mittelwert und einem Grenzwert des Bereichs so klein wie möglich zu halten.

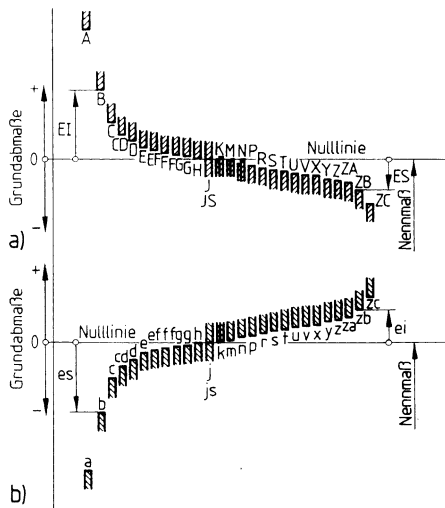


Bild 667.2 Schematische Darstellung der Lage von Grundabmaßen

Die gestufte Lage der Grundabmaße zur Nulllinie wird durch Buchstaben bezeichnet. Für Innenmaße (Bohrungen) werden Groß- und Außenmaße (Wellen) Kleinbuchstaben wie folgt benutzt:

**Innenmaße** A B C CD D E EF F FG H J JS K M N P R S T U V X Y Z ZA ZB ZC

**Außenmaße** a b c cd d e ef f fg h j js k m n p r s t u v x y z za zb zc

Die Buchstaben kennzeichnen den Abstand der Grundabmaße von der Nulllinie, also beispielsweise bei den Wellen a bis h die oberen Abmaße und bei den Wellen k bis zc die unteren Abmaße. Veranschaulicht wird die Lage der Grundabmaße zur Nulllinie durch Bild 667.2.

Durch Paarung entstehen je nach Wahl der Grundabmaße: Spielpassungen, Übergangspassungen, Übermaßpassungen.

Das **Kurzzeichen einer Toleranzklasse** besteht aus dem Buchstaben für das Grundabmaß, z. B. H, und dem Toleranzgrad, z. B. 7 (s. vorstehend).

So lässt z. B. H 7 erkennen, dass es sich um ein an der Nulllinie beginnendes und einseitig nach Plus liegendes Toleranzfeld des Toleranzgrades für ein Innenmaß (Bohrung) handelt. Das Feld d 10 liegt im Abstand d von der Nulllinie nach Minus, hat den Toleranzgrad 10 und gilt für ein Außenmaß (Welle). Die Kurzzeichen dienen zur Angabe der Toleranzfelder in Zeichnungen u. dgl. sowie zur Kennzeichnung der Lehren; sie werden hinter das Nennmaß gesetzt. Eine Passung wird durch Angabe der beiden Kurzzeichen gekennzeichnet; an erster Stelle steht das zum Innenmaß (zur Bohrung) gehörende Kurzzeichen.

**Beispiele** 50 H 7/f 6 oder 50  $\frac{H 7}{f 6}$  50 F 7/h 6 oder 50  $\frac{F 7}{h 6}$

Formeln zum Errechnen der Grundabmaße für Außenmaße (Wellen), aus denen sich unmittelbar auch die Grundabmaße für Innenmaße (Bohrungen) ergeben, s. Norm. Die errechneten Werte sind gerundet (Rundungsregeln s. Norm) und in DIN ISO 286-1 festgelegt. Sie werden nachstehend auszugswise wiedergegeben.

**Ermittlung der Grenzabmaße aus Grundabmaß und Grundtoleranz IT**

Das Grundabmaß und das durch Addieren bzw. Subtrahieren der zugehörigen Grundtoleranz IT (s. Tab. 665.3) errechnete zweite Abmaß sind die Grenzabmaße.

In DIN ISO 286-2 sind für alle Bereiche der Technik errechnete Grenzabmaße zusammengestellt. Die folgenden Tab. 668.1 bis 668.2 sind Auszüge aus der Norm. In ISO 286-1 sind für Abmaße folgende Kurzzeichen festgelegt:

oberes Abmaß für Außenmaße: *es*  
unteres Abmaß für Außenmaße: *ei*

oberes Abmaß für Innenmaße: *ES*  
unteres Abmaß für Innenmaße: *EI*

Tabelle 668.1 Grundabmaße der Toleranzlagen a bis js für Außenmaße (Wellen) gleich obere Abmaße  $A_o$ ; für Nennmaße > 250 bis 3150 s. Norm

Lage <sup>1)</sup>	a	b	c	d	e	f	g	h	js
Toleranzgrad	alle Grade								
bis 3	-270	-140	-60	-20	-14	-6	-2	0	
> 3 bis 6	-270	-140	-70	-30	-20	-10	-4	0	
> 6 bis 10	-280	-150	-80	-40	-25	-13	-5	0	
> 10 bis 18	-290	-150	-95	-50	-32	-16	-6	0	
> 18 bis 30	-300	-160	-110	-65	-40	-20	-7	0	
> 30 bis 40	-310	-170	-120	-80	-50	-25	-9	0	
> 40 bis 50	-320	-180	-130	-100	-60	-30	-10	0	
> 50 bis 65	-340	-190	-140	-120	-72	-36	-12	0	
> 65 bis 80	-360	-200	-150	-145	-85	-43	-14	0	
> 80 bis 100	-380	-220	-170	-170	-100	-50	-15	0	
> 100 bis 120	-410	-240	-180	-170	-100	-50	-15	0	
> 120 bis 140	-460	-260	-200	-170	-100	-50	-15	0	
> 140 bis 160	-520	-280	-210	-170	-100	-50	-15	0	
> 160 bis 180	-500	-310	-230	-170	-100	-50	-15	0	
> 180 bis 200	-660	-340	-240	-170	-100	-50	-15	0	
> 200 bis 225	-740	-380	-260	-170	-100	-50	-15	0	
> 225 bis 250	-820	-420	-280	-170	-100	-50	-15	0	

<sup>1)</sup> Außerdem gibt es folgende Toleranzlagen für alle Grade:

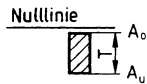
Nennmaßbereich		Toleranzlage und $A_o$		
nur für diese Nennmaße	bis 3 > 3 bis 6 > 6 bis 10	cd -34 -46 -56	ef -10 -14 -18	fg -4 -6 -8

Diese Kurzzeichen mussten in die DIN-ISO-Normen übernommen werden. Da sie jedoch in der deutschen Sprache nicht sinnfällig sind, wurden hier die geläufigen Kurzzeichen  $A_o$  für oberes Abmaß und  $A_u$  für unteres Abmaß vorläufig beibehalten.

Einheiten: mm für Nennmaße,  $\mu\text{m}$  für Abmaße

**Berechnungsbeispiele** zu Tab. 668.1

Toleranzlage a bis h unterhalb der Nulllinie.



$A_u = A_o -$  Grundtoleranz z. B. für Passmaß 25 d 15:

$A_o$  aus Tabelle = -65  $\mu\text{m}$

Grundtoleranz IT 15 = 840  $\mu\text{m}$

$A_u = -65 \mu\text{m} - 840 \mu\text{m} = -905 \mu\text{m}$

also 25 d 15 =  $25_{-0,905}^{0,065}$

Toleranzlage js symmetrisch zur Nulllinie.



z. B. für Passmaß 25 js 8:  
Grundtoleranz IT 8 = 33  $\mu\text{m}$   
 $A_o + 16,5 \mu\text{m}$   $A_u = -16,5 \mu\text{m}$   
also 25 js 8 =  $25 \pm 0,0165$

Tabelle 668.2 Grundabmaße der Toleranzlagen j bis p für Außenmaße (Wellen) gleich untere Abmaße  $A_u$ ; für Nennmaße > 250 bis 3150 s. Norm

Lage	j <sup>1)</sup>		k <sup>1)</sup>	m	n	p
Toleranzgrad	5 und 6	7	4 bis 7	alle Grade		
bis 3	-2	-4	0	+2	+4	+6
> 3 bis 6	-2	-4	+1	+4	+8	+12
> 6 bis 10	-2	-5	+1	+6	+10	+15
> 10 bis 18	-3	-6	+1	+7	+12	+18
> 18 bis 30	-4	-8	+2	+8	+15	+22
> 30 bis 50	-5	-10	+2	+9	+17	+26
> 50 bis 80	-7	-12	+2	+11	+20	+32
> 80 bis 120	-9	-15	+3	+13	+23	+37
> 120 bis 180	-11	-18	+3	+15	+27	+43
> 180 bis 250	-13	-21	+4	+17	+31	+50

<sup>1)</sup> Ergänzung:

Nennmaßbereich	Toleranzklasse und $A_u$
nur bis 3	j 8: $A_u = -6$
alle Nennmaße	k 3 sowie k 8 bis k 11: $A_u = 0$

Berechnungsbeispiele  
s. nächste Seite

**Berechnungsbeispiele** zu Tab. 668.2 (gelten sinngemäß zu Tab. 669.1)

Toleranzlage j annähernd symmetrisch zur Nulllinie

Toleranzlage k bis zc oberhalb der Nulllinie

$A_o = A_u + \text{Grundtoleranz}$

z. B. für Passmaß 25 j 6:

$A_u$  aus Tabelle =  $-4 \mu\text{m}$

Grundtoleranz IT 6 =  $13 \mu\text{m}$

$A_o = -4 \mu\text{m} + 13 \mu\text{m} = +9 \mu\text{m}$  also 25 j 6 =  $25^{+0,009}_{-0,004}$



z. B. für Passmaß 25 p 6:

$A_u$  aus Tabelle =  $+22 \mu\text{m}$

Grundtoleranz IT 6 =  $13 \mu\text{m}$

$A_o = +22 \mu\text{m} + 13 \mu\text{m} = +35 \mu\text{m}$  also 25 p 6 =  $25^{0,035}_{0,022}$



Tabelle 669.1 Grundabmaße der Toleranzlagen r bis zc für Außenmaße (Wellen) gleich untere Abmaße  $A_u$ ; für Nennmaße > 250 bis 3150 s. Norm

Lage	r	s	t	u	v	x	y	z	za	zb	zc
	alle Grade										
bis 3	+10	+14	-	+18	-	+20	-	+26	+32	+40	+60
> 3 bis 6	+15	+19	-	+23	-	+28	-	+35	+42	+50	+80
> 6 bis 10	+19	+23	-	+28	-	+34	-	+42	+52	+67	+97
> 10 bis 14	+23	+28	-	+33	-	+40	-	+50	+64	+90	+130
> 14 bis 18					+39	+45	-	+60	+77	+108	+150
> 18 bis 24	+28	+35	-	+41	+47	+54	+63	+73	+98	+136	+188
> 24 bis 30			+41	+48	+55	+64	+75	+88	+118	+160	+218
> 30 bis 40	+34	+43	+48	+60	+68	+80	+94	+112	+148	+200	+274
> 40 bis 50			+54	+70	+81	+97	+114	+136	+180	+242	+325
> 50 bis 65	+41	+53	+66	+87	+102	+122	+144	+172	+226	+300	+405
> 65 bis 80	+43	+59	+75	+102	+120	+146	+174	+210	+274	+360	+480
> 80 bis 100	+51	+71	+91	+124	+146	+178	+214	+258	+335	+445	+585
> 100 bis 120	+54	+79	+104	+144	+172	+210	+254	+310	+400	+525	+690
> 120 bis 140	+63	+92	+122	+170	+202	+248	+300	+365	+470	+620	+800
> 140 bis 160	+65	+100	+134	+190	+228	+280	+340	+415	+535	+700	+900
> 160 bis 180	+68	+108	+146	+210	+252	+310	+380	+465	+600	+780	+1000
> 180 bis 200	+77	+122	+166	+236	+284	+350	+425	+520	+670	+880	+1150
> 200 bis 225	+80	+130	+180	+258	+310	+385	+470	+575	+740	+960	+1250
> 225 bis 250	+84	+140	+196	+284	+340	+425	+520	+640	+820	+1050	+1350

Tabelle 669.2 Grundabmaße der Toleranzlagen A bis JS für Innenmaße (Bohrungen) gleich untere Abmaße  $A_u$ ; für Nennmaße > 250 bis 3150 s. Norm, Fußnote s. nächste Seite

Lage <sup>1)</sup>	A	B	C	D	E	F	G	K	JS
Toleranzgrad	alle Grade								
bis 3	+270	+140	+60	+20	+14	+6	+2	0	
> 3 bis 6	+270	+140	+70	+30	+20	+10	+4	0	
> 6 bis 10	+280	+150	+80	+40	+25	+13	+5	0	
> 10 bis 18	+290	+150	+95	+50	+32	+16	+6	0	
> 18 bis 30	+300	+160	+110	+65	+40	+20	+7	0	
> 30 bis 40	+310	+170	+120	+80	+50	+25	+9	0	
> 40 bis 50	+320	+180	+130						
> 50 bis 65	+340	+190	+140	+100	+60	+30	+10	0	
> 65 bis 80	+360	+200	+150						
> 80 bis 100	+380	+220	+170	+120	+72	+36	+12	0	
> 100 bis 120	+410	+240	+180						
> 120 bis 140	+460	+260	+200	+145	+85	+43	+14	0	
> 140 bis 160	+520	+280	+210						
> 160 bis 180	+580	+310	+230						
> 180 bis 200	+660	+340	+240	+170	+100	+50	+15	0	
> 200 bis 225	+740	+380	+260						
> 225 bis 250	+820	+420	+280						

±1/2 IT des jeweiligen Toleranzgrades

Fußnote zu Tab. 669.2

1) Außerdem gibt es folgende Toleranzlagen für alle Toleranzgrade:

Nennmaßbereich		Toleranzlage und $A_u$		
nur für diese Nennmaße	bis 3 > 3 bis 6 > 6 bis 10	<b>CD</b> +34 +46 +56	<b>EF</b> +10 +14 +18	<b>FG</b> +4 +6 +8

**Berechnungsbeispiele** zu Tab. 669.2

Toleranzlage A bis H oberhalb der



Nulllinie

Nulllinie

$A_o = A_u +$  Grundtoleranz z. B. für Passmaß 200 C 10:

$A_u$  aus Tabelle = +240  $\mu\text{m}$

Grundtoleranz IT 10 = 185  $\mu\text{m}$

$A_o = +240 \mu\text{m} + 185 \mu\text{m} = +425 \mu\text{m}$

also 200 C 10 =  $200^{+0,425}_{+0,240}$

Toleranzlage JS  
symmetrisch zu  
beiden Seiten der Nulllinie



z. B. für Passmaß 200 JS 9:  
Grundtoleranz IT 9 = 115  $\mu\text{m}$   
oberes Abmaß  $A_o = +57,5 \mu\text{m}$   
unteres Abmaß  $A_u = -57,5 \mu\text{m}$   
also 200 JS 9 =  $200 \pm 0,0575$

Tabelle 670.1 Grundabmaße der Toleranzen J bis N für Innenmaße (Bohrungen) gleich obere Abmaße  $A_o$ ; und  $\Delta$ -Werte; für Nennmaße >250 bis 3150 s. Norm

Lage	J			K <sup>1)</sup> bis 8	M		N <sup>1)</sup> bis 8	$\Delta$ -Wert <sup>2)</sup>						
	6	7	8		bis 8	ab 9		3	4	5	6	7	8	
Nennmaßbereich in mm	bis 3	+ 2	+ 4	+ 6	0	- 2	- 2	- 4	$\Delta = 0$					
	> 3 bis 6	+ 5	+ 6	+10	-1 + $\Delta$	- 4 + $\Delta$	- 4	- 8 + $\Delta$	1	1,5	1	3	4	6
	> 6 bis 10	+ 5	+ 8	+12	-1 + $\Delta$	- 6 + $\Delta$	- 6	-10 + $\Delta$	1	1,5	2	3	6	7
	> 10 bis 18	+ 6	+10	+15	-1 + $\Delta$	- 7 + $\Delta$	- 7	-12 + $\Delta$	1	2	3	3	7	9
	> 18 bis 30	+ 8	+12	+20	-2 + $\Delta$	- 8 + $\Delta$	- 8	-15 + $\Delta$	1,5	2	3	4	8	12
	> 30 bis 50	+10	+14	+24	-2 + $\Delta$	- 9 + $\Delta$	- 9	-17 + $\Delta$	1,5	3	4	5	9	14
	> 50 bis 80	+13	+18	+28	-2 + $\Delta$	-11 + $\Delta$	-11	-20 + $\Delta$	2	3	5	6	11	16
	> 80 bis 120	+16	+22	+34	-3 + $\Delta$	-13 + $\Delta$	-13	-23 + $\Delta$	2	4	5	7	13	19
	> 120 bis 180	+18	+26	+41	-3 + $\Delta$	-15 + $\Delta$	-15	-27 + $\Delta$	3	4	6	7	15	23
	> 180 bis 250	+22	+30	+47	-4 + $\Delta$	-17 + $\Delta$	-17	-31 + $\Delta$	3	4	6	9	17	26

1) Ergänzung:

Toleranzlage K, Toleranzgrade 9 und 10, die nur für Nenndurchmesser bis 3 vorgesehen sind:  $A_o = 0$

Toleranzlage N, Toleranzgrade 9 10 11, Nenndurchmesser 1 bis 3:  $A_o = -4$  und >3 bis 500:  $A_o = 0$

2) Die Bedeutung der  $\Delta$ -Werte ist in DIN ISO 286-1, Anhang A. 4, erläutert.

Tabelle 670.2 Grundabmaße der Toleranzlagen P und ZC für Innenmaße (Bohrungen) gleich obere Abmaße  $A_o$ ; für Nennmaße > 250 bis 3150 s. Norm

Lage <sup>1)</sup>	P	R	S	T	U	V	X	Y	Z	ZA	ZB	ZC
Toleranzgrad	ab Toleranzgrad IT 8											
bis 3	- 6	-10	- 14	-	- 18	-	- 20	-	- 26	- 32	- 40	- 60
> 3 bis 6	-12	-15	- 19	-	- 23	-	- 28	-	- 35	- 42	- 50	- 80
> 6 bis 10	-15	-19	- 23	-	- 28	-	- 34	-	- 42	- 52	- 67	- 97
> 10 bis 14	-18	-23	- 28	-	- 33	-	- 40	-	- 50	- 64	- 90	- 130
> 14 bis 18						- 39	- 45	-	- 60	- 77	- 108	- 150
> 18 bis 24	-22	-28	- 35	-	- 41	- 47	- 54	- 63	- 73	- 98	- 136	- 188
> 24 bis 30				- 41	- 48	- 55	- 64	- 75	- 88	-118	- 160	- 218
> 30 bis 40	-26	-34	- 43	- 48	- 60	- 68	- 80	- 94	-112	-148	- 200	- 274
> 40 bis 50				- 54	- 70	- 81	- 97	-114	-136	-180	- 242	- 325
> 50 bis 65	-32	- 41	- 53	- 66	- 87	-102	-122	-144	-172	-226	- 300	- 405
> 65 bis 80		- 43	- 59	- 75	-102	-120	-146	-174	-210	-274	- 360	- 480
> 80 bis 100	-37	- 51	- 71	- 91	-124	-146	-178	-214	-258	-335	- 445	- 585
> 100 bis 120		- 54	- 79	-104	-144	-172	-210	-254	-310	-400	- 525	- 690

Fortsetzung und Fußnote s. nächste Seite



Tabelle 670.2, Fortsetzung

Lage <sup>1)</sup>	P	R	S	T	U	V	X	Y	Z	ZA	ZB	ZC
Toleranzgrad	ab Toleranzgrad IT 8											
> 120 bis 140	-43	-63	-92	-122	-170	-202	-248	-300	-365	-470	-620	-800
> 140 bis 160		-65	-100	-134	-190	-228	-280	-340	-415	-535	-700	-900
> 160 bis 180		-68	-108	-146	-210	-252	-310	-380	-465	-600	-780	-1000
> 180 bis 200	-50	-77	-122	-166	-236	-284	-350	-425	-520	-670	-880	-1150
> 200 bis 225		-80	-130	-180	-258	-310	-385	-470	-575	-740	-960	-1250
> 225 bis 250		-84	-140	-196	-284	-340	-425	-520	-640	-820	-1050	-1350

<sup>1)</sup> Für Toleranzlagen P bis ZC in Toleranzgraden  $\leq IT 7$ :  $A_o = A_o$  der Toleranzgrade ab IT 8 +  $\Delta$  (Tab. 670.1)

**Berechnungsbeispiele** zu Tab. 670.2 (gelten sinngemäß zu Tab. 670.1)

Toleranzlage K, M, N über IT 8 und P bis ZC über IT 7 unterhalb der Nulllinie

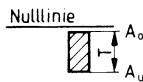
$A_u = A_o - \text{Grundtoleranz}$   
z. B. für Passmaß 20 P 7:

$A_o$  aus Tabelle =  $-22 + \Delta = -22 + 8 = -14 \mu\text{m}$

Grundtoleranz IT 7 =  $21 \mu\text{m}$

$A_u = -14 \mu\text{m} - 21 \mu\text{m} = -35 \mu\text{m}$

also 20 P 7 =  $20_{-0,035}^{-0,014}$



Toleranzlage K, M, N bis IT 8 und P bis ZC bis IT 7 vorwiegend unterhalb der Nulllinie

z. B. für Passmaß 125 T 10:

$A_o$  aus Tabelle =  $-122$

Grundtoleranz IT 10 =  $160 \mu\text{m}$

$A_u = -122 \mu\text{m} - 160 \mu\text{m} = -282 \mu\text{m}$

also 125 T 10 =  $125_{-0,282}^{-0,122}$

DIN ISO 286-2 enthält ein umfangreiches Tabellenwerk errechneter Grenzabmaße, das hier nicht wiedergegeben werden kann. Stattdessen sei auf das für die Anwendung im allgemeinen Maschinenbau gekürzte Ringbuch mit Daumenregister hingewiesen: „ISO-Toleranztabellen für Nennmaße von 1 bis 500 mm nach DIN ISO 286“, Beuth-Verlag GmbH, Berlin, Wien, Zürich.

#### DIN 7154-1 ISO-Passungen für Einheitsbohrung – Toleranzfelder – Abmaße in $\mu\text{m}$

DIN 7154-2 – Passtoleranzen – Spiele und Übermaße in  $\mu\text{m}$  (hier nicht behandelt, s. Norm)

#### DIN 7155-1 ISO-Passungen für Einheitswelle – Toleranzfelder – Abmaße in $\mu\text{m}$

DIN 7155-2 – Passtoleranzen – Spiele und Übermaße in  $\mu\text{m}$  (hier nicht behandelt, s. Norm)  
(alle Aug 1966)

Diese DIN-Normen und auch DIN 7157 wurden nicht ersetzt durch DIN ISO 286-1 und DIN ISO 286-2 und auch nicht überarbeitet, um sie an die geänderten Benennungen (z. B. Toleranzfeld, Toleranzklasse) anzupassen, da keine Missverständnisse zu befürchten sind.

Die ISO-Toleranzfelder (Toleranzklassen) mit den in DIN 7160 (Wellen) und DIN 7161 (Bohrungen) (beide ersetzt durch DIN ISO 286-2) festgelegten Abmaßen ermöglichen theoretisch eine Vielzahl von Passungen. Für den praktischen Gebrauch hat sich eine bestimmte Zahl von Passungen in den Systemen der Einheitsbohrung und der Einheitswelle als ausreichend erwiesen. Diese in beiden Systemen gleichartigen Passungen sind in DIN 7154 und DIN 7155 zusammengestellt. Für viele Zwecke genügt die enge Auswahl nach DIN 7157.

Da enge Toleranzen bei Außenmaßen (Wellen) leichter einzuhalten sind als bei Innenmaßen (Bohrungen), werden die Passungen in den Toleranzgraden  $\leq IT 7$  so gewählt, dass – von einigen Ausnahmen abgesehen – die Welle einen Toleranzgrad feiner ist als die Bohrung.

**Erläuterungen** zu Tab. 672.1 und 672.2. Angegeben sind lediglich die Kurzzeichen der Toleranzfelder. Fettdruck kennzeichnet die für DIN 7157 getroffene Auswahl. Kursiv gedruckte Toleranzfelder gelten nicht für alle Nennmaße von 1 bis 500 mm, sondern nur in den nachstehend genannten Bereichen.

Für ISO-Passungen weichen folgende Einschränkungen der für das Anwenden geltenden Nennmaßbereiche von den in DIN 7160 und DIN 7161 getroffenen Festlegungen ab (Toleranzfeld nach Einheitsbohrung und Entsprechendes nach Einheitswelle; eingeschränkter Nennmaßbereich in Klammern):

*u 5 U 6 (1 bis 24)    u 6 U 7 (1 bis 140)    u 8 u 9 sowie U 8 U 9 (> 24 bis 500)    u 10 U 10 (> 40 bis 500)*  
*t 5 T 6 (> 24 bis 65)    t 6 T 7 (> 24 bis 200)    s 5 S 6 (1 bis 100)    X 7 (1 bis 65)*

Alle übrigen Einschränkungen stimmen mit den vorstehend unter DIN 7160 und DIN 7161 angegebenen überein.

Die Abmaße können soweit sie in nachstehender Wiedergabe von DIN 7157 (für 1 bis 120 mm) nicht enthalten sind, für 1 bis 250 mm nach vorstehender Norm DIN 7152 berechnet werden; im Übrigen s. Normen DIN 7154, DIN 7155 sowie DIN ISO 286-1 und DIN ISO 286-2.

Tabelle 672.1 Einheitsbohrungen und zugeordnete Wellen (DIN 7154); vorstehende Erläuterungen beachten

H 6	u 5	t 5	s 5	r 5	p 5	n 5	m 5	k 5	k 6	j 5	j 6	h 5	g 5
H 7	za 6	z 6	x 6	u 6	t 6	s 6	r 6	p 6	n 6	m 6	k 6	j 6	h 6
H 8	g 6	f 6	f 7	z 8	x 8	u 8	t 8	s 8	h 8	h 9	f 7	f 8	e 8
	zc 8	zb 8	za 8										
	d 9	c 9	b 9										
H 9	zc 9	zb 9	za 9	z 9	x 9	u 9	t 9	h 8	h 9	h 11	f 8	e 9	d 10
	c 10	c 11	b 10										
H 10	zc 10	zb 10	za 10	z 10	x 10	u 10							
H 11	zc 11	zb 11	za 11	z 11	x 11	h 9	h 11	d 9	d 11	c 11	b 11	b 12	a 11
H 12	h 12	d 12	b 12	a 12									
H 13	h 13	d 13	b 13	a 13									

Tabelle 672.2 Einheitswellen und zugeordnete Bohrungen (DIN 7155); vorstehende Erläuterungen beachten

h 5	U 6	T 6	S 6	R 6	P 6	N 6	M 6	K 6	J 6	H 6	G 6						
h 6	ZA 7	Z 7	X 7	U 7	T 7	S 7	R 7	P 7	N 7	M 7	K 7	J 7	H 7	G 7	F 7	F 8	
h 8	ZC 8	ZB 8	ZA 8	Z 8	X 8	U 8	T 8	S 8	H 8	H 9	F 7	F 8	E 8	D 9	C 9	B 9	
h 9	ZC 9	ZB 9	ZA 9	Z 9	X 9	U 9	T 9	H 8	H 9	H 11	F 8	E 9	D 10	C 10	C 11	B 10	
h 10	ZC 10	ZB 10	ZA 10	Z 10	X 10	U 10											
h 11	ZC 11	ZB 11	ZA 11	Z 11	X 11	H 9	H 11	D 9	D 10	D 11	C 11	B 11	B 12	A 11			
h 12	H 12	D 12	B 12	A 12													
h 13	H 13	D 13	B 13	A 13													

Für die Wahl der Toleranzlage einer Spielpassung im System Einheitsbohrung bzw. Einheitswelle kann Folgendes als Anhalt dienen:

g bzw. G erfordern gut fluchtende Lager

f e d bzw. F E D sind geeignet, wenn nicht mit wesentlicher Erwärmung der Teile zu rechnen ist

c b a bzw. C B A für schnelllaufende Wellen und wenn wesentliche Erwärmung auftritt

h j bzw. H J für Wellen, die nicht ständig laufen oder keine vollen Umdrehungen machen

### DIN 7157 Passungsauswahl – Toleranzfelder, Abmaße, Passtoleranzen (Jan 1966)

DIN 7157 entspricht nicht mehr in allen Festlegungen dem heutigen Stand der Technik, wird aber nach wie vor zur Orientierung angewendet. Eine Überarbeitung steht z. Z. nicht zur Diskussion.

Die Auswahl (Tab. 673.1) beruht auf praktischen Erfahrungen. Meistens wird Reihe 1 ausreichen; als Ergänzung steht nötigenfalls Reihe 2 bereit. Man soll die Toleranzfelder nicht beliebig paaren, sondern die folgenden Paarungen bzw. Passungen anwenden.

In erster Linie aus Reihe 1: H 8/x 8 bzw. u 8 H 7/r 6 H 7/h 6 H 8/h 9 H 7/f 7 F 8/h 6 H 8/f 7 F 8/h 9 E 9/h 9 D 10/h 9 C 11/h 9

dann aus Reihe 1 und 2: H 7/s 6 H 7/k 6 H 7/j 6 H 11/h 9 G 7/h 6 H 7/g 6 H 8/e 8 H 8/d 9 D 10/h 11 C 11/h 11

und dann aus Reihe 2: H 11/h 11 H 11/d 9 H 11/c 11 A 11/h 11 H 11/a 11

Diese wenigen Passungen reichen aus, um bei vielen Erzeugnissen des Maschinen- und Apparatebaues den verschiedenartigen funktionellen Anforderungen an Teile im gepaarten Zustand gerecht zu werden.

Im Wesentlichen gehören die Übermaß- und Übergangspassungen zum System der Einheitsbohrung, die Spielpassungen (zwecks Verwendung gezogener Halbzeuge) zum System der Einheitswelle. Für abgesetzte Wellen in Getrieben usw. können g 6 f 7 e 8 d 9 c 11 und a 11 mit H-Bohrungen (Einheitsbohrung) zu Spielpassungen gepaart werden. Bei den 3 Übermaßpassungen H 8/x 8 bzw. u 8 H 7/r 6 und H 7/s 6 erübrigt sich im Allgemeinen eine Berechnung nach DIN 7190 (s. Norm). Großes Spiel ergeben h 11/H 11 und A 11/a 11. H 11 ist mit üblichen Spiralbohrern ohne Nacharbeit zu erreichen. Gleiche Passtoleranzen haben: G 7/h 6 und H 7/g 6, C 11/h 11 und H 11/c 11, A 11/h 11 und H 11/a 11.

Tabelle 673.1 Passungsauswahl DIN 7157, Ausschnitt ohne Passtoleranzen (Abmaße in µm); Nennmaße > 120 bis 500 s. Norm

µm	Toleranzfelder dargestellt für Nennmaß 60		Innenmaße (Bohrungen)																					
	Außenmaß (Wellen)		r6	n6	k6	j6	h6	h9	h11	g6	f7	e8	d9	c11	a11	H7	H8	H11	G7	F8	E9	D10	C11	A11
+400	+34	+20	+16	+10	+6	+4	0	0	0	-2	-6	-14	-20	-60	-270	+10	+14	+60	+12	+21	+39	+60	+120	+33
+300	+20	+14	+10	+4	0	-2	-6	-25	-60	-8	-16	-28	-45	-120	-330	0	0	0	+2	+7	+14	+20	+60	+270
+200																								
+100																								
0																								
-100																								
-200																								
-300																								
-400																								
Kurzzeichen Reihe 1	x8 <sup>1)</sup>																							
	u8																							
Reihe 2	s6																							
	r6	+20	+16	+10	+6	+4	0	0	0	-2	-6	-14	-20	-60	-270	+10	+14	+60	+12	+21	+39	+60	+120	+33
1 bis 3	+34	+20	+16	+10	+6	+4	0	0	0	-2	-6	-14	-20	-60	-270	+10	+14	+60	+12	+21	+39	+60	+120	+33
	+20	+14	+10	+4	0	-2	-6	-25	-60	-8	-16	-28	-45	-120	-330	0	0	0	+2	+7	+14	+20	+60	+270
> 3 bis 6	+46	+27	+23	+16	+9	+6	0	0	0	-4	-10	-20	-30	-70	-270	+12	+18	+75	+16	+28	+50	+78	+145	+345
	+28	+19	+15	+8	+1	-2	-8	-30	-75	-12	-22	-38	-60	-145	-345	0	0	0	+4	+10	+20	+30	+70	+270
> 6 bis 10	+56	+32	+28	+19	+10	+7	0	0	0	-5	-13	-25	-40	-80	-280	+15	+22	+90	+20	+35	+61	+98	+170	+370
	+34	+23	+19	+10	+1	-2	-9	-36	-90	-14	-28	-47	-76	-170	-370	0	0	0	+5	+13	+25	+40	+80	+280
> 10 bis 14	+67	+40	+39	+23	+12	+8	0	0	0	-6	-16	-32	-50	-95	-290	+18	+27	+110	+24	+43	+75	+120	+205	+400
	+72	+28	+23	+12	+1	-3	-11	-43	-110	-17	-34	-59	-93	-205	-400	0	0	0	+6	+16	+32	+50	+95	+290
> 14 bis 18	+45																							
> 18 bis 24	+87	+48	+41	+28	+15	+9	0	0	0	-7	-20	-40	-65	-110	-300	+21	+33	+130	+28	+53	+92	+149	+240	+430
	+54	+35	+28	+15	+2	-4	-13	-52	-130	-20	-41	-73	-117	-240	-430	0	0	0	+7	+20	+40	+65	+110	+300
> 24 bis 30	+81	+48	+41	+28	+15	+9	0	0	0	-7	-20	-40	-65	-110	-300	+21	+33	+130	+28	+53	+92	+149	+240	+430
	+48	+35	+28	+15	+2	-4	-13	-52	-130	-20	-41	-73	-117	-240	-430	0	0	0	+7	+20	+40	+65	+110	+300
> 30 bis 40	+60	+59	+50	+33	+18	+11	0	0	0	-9	-25	-50	-80	-280	-470	+25	+39	+160	+34	+64	+112	+180	+210	+310
	+109	+43	+34	+17	+2	-5	-16	-62	-160	-25	-50	-89	-142	-330	-320	0	0	0	+9	+25	+50	+80	+290	+480
> 40 bis 50	+70	+133	+72	+60	+39	+21	+12	0	0	-10	-30	-60	-100	-330	-530	+30	+46	+190	+40	+76	+134	+220	+330	+530
	+87	+53	+41	+20	+12	+7	-19	-74	-190	-29	-60	-106	-174	-340	-550	0	0	0	+10	+30	+60	+100	+150	+360
> 50 bis 65	+148	+78	+62	+43	+23	+13	0	0	0	-12	-36	-72	-120	-390	-600	+35	+54	+220	+47	+90	+159	+260	+390	+600
	+102	+59	+43	+23	+13	+9	-22	-87	-220	-34	-71	-126	-207	-400	-630	0	0	0	+12	+36	+72	+120	+180	+410
> 65 bis 80	+178	+93	+73	+51	+23	+13	0	0	0	-12	-36	-72	-120	-390	-600	+35	+54	+220	+47	+90	+159	+260	+390	+600
	+124	+71	+51	+23	+13	+9	-22	-87	-220	-34	-71	-126	-207	-400	-630	0	0	0	+12	+36	+72	+120	+180	+410
> 80 bis 100	+198	+101	+76	+54	+23	+13	0	0	0	-12	-36	-72	-120	-390	-600	+35	+54	+220	+47	+90	+159	+260	+390	+600
	+144	+79	+54	+23	+13	+9	-22	-87	-220	-34	-71	-126	-207	-400	-630	0	0	0	+12	+36	+72	+120	+180	+410

1) Toleranzfeld x 8 für Nennmaße ≤ 24 mm, u 8 für Nennmaße > 24 mm

### 15.3 Form- und Lagetolerierung

**DIN EN ISO 1101 Geometrische Produktspezifikation (GPS) – Geometrische Tolerierung – Tolerierung von Form, Richtung, Ort und Lauf (ISO 1101:2004) (Feb 2006)**

**DIN ISO 5459 Technische Zeichnungen – Form- und Lagetolerierung – Bezüge und Bezugssysteme für geometrische Toleranzen (Jan 1982)**

DIN EN ISO 1101 und DIN ISO 5459 stimmen vollinhaltlich mit den Internationalen Normen ISO 1101 und ISO 5459 überein. ISO 5459 wird zurzeit überarbeitet.

DIN EN ISO 1101 enthält Begriffe, Symbole und Eintragungsarten für Form- und Lagetoleranzen an einzelnen Werkstücken, die sinngemäß auch für Baugruppen gelten. Zweck der Toleranzfestlegung unter Anwendung der in dieser Norm festgelegten Symbolik ist die Sicherstellung einwandfreier Bedingungen für die Funktion und Austauschbarkeit von Werkstücken und Baugruppen.

Die in Zeichnungen festgelegten Form- und Lagetoleranzen bedingen nicht die Anwendung eines bestimmten Fertigungs-, Mess- oder Prüfverfahrens. Sie sollen vielmehr zunächst dem Arbeitsvorbereiter und Fertigungsplaner die Möglichkeit geben, die zur Einhaltung dieser Toleranz geeigneten und verfügbaren Fertigungsverfahren und Maschinen optimal auszuwählen, um den anschließenden Prüfaufwand so gering wie möglich zu halten.

Ein Werkstück setzt sich aus einzelnen geometrischen Formelementen zusammen (Beispiele s. Bild 674.1). Die einzelnen Formelemente haben Formabweichungen und Lageabweichungen zueinander.

**Entstehung der Form- und Lageabweichungen.** Die absolute genaue Fertigung eines Werkstückes ist in der Praxis nicht möglich. Außer Abweichungen von den Nennmaßen treten auch Form- und Lageabweichungen auf (s. Bild 674.2).

Diese Abweichungen können z. B. entstehen durch:

- Eigenspannung
- Einspannung
- Werkzeughalterung
- Zerspankraft
- Schnittgeschwindigkeit
- Maschinenschwingungen

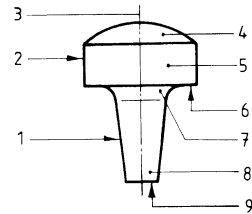
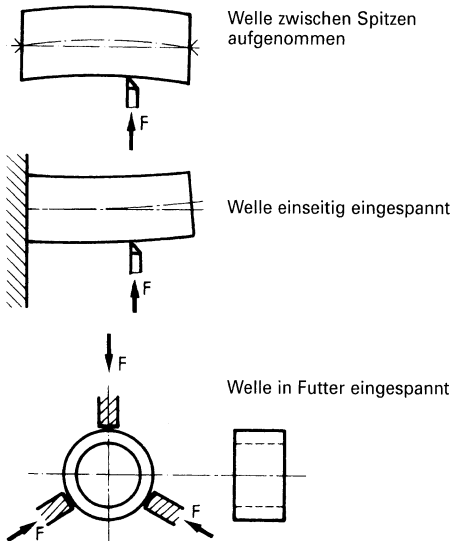


Bild 674.1 Geometrische Formelemente

- 1 Kegelmantellinie
- 2 Zylindermantellinie
- 3 Achse
- 4 Kugelabschnittsfläche
- 5 Zylindermantelfläche
- 6 Ebene Ringfläche
- 7 Hohlkehl-Ringfläche
- 8 Kegelmantelfläche
- 9 Ebene Kreisfläche

**Ursache**



**Auswirkung**

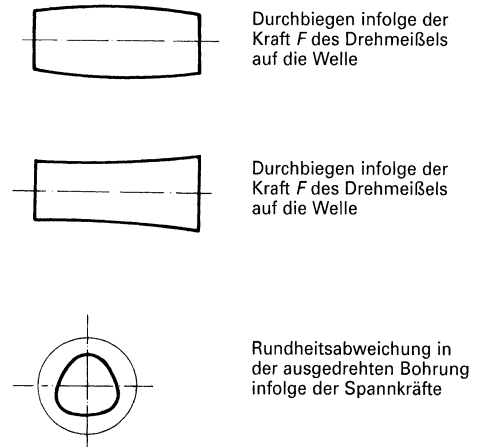


Bild 674.2 Beispiele für Ursachen von Formabweichungen und ihre jeweiligen Auswirkungen

## Begriffe

**Formabweichungen** sind Abweichungen eines Formelementes von seiner geometrisch idealen Form (s. Bild 675.1).

**Lageabweichungen** sind Abweichungen eines Formelementes von der geometrisch idealen Lage zu einem oder mehreren anderen Formelementen (Bezugselementen) (s. Bild 675.1).

Die **Toleranzzone** ist die Zone, innerhalb der alle Punkte eines geometrischen Elementes liegen müssen. Je nach zu tolerierender Eigenschaft und je nach Art ihrer Bemaßung ist die Toleranzzone:

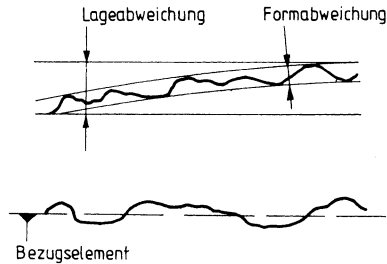


Bild 675.1 Form- und Lageabweichung

- die Fläche innerhalb eines Kreises,
- die Fläche zwischen zwei konzentrischen Kreisen,
- die Fläche zwischen zwei abstandsgleichen Linien oder zwei parallelen geraden Linien,
- der Raum innerhalb eines Zylinders,
- der Raum zwischen zwei koaxialen Zylindern,
- der Raum zwischen zwei abstandsgleichen Flächen oder zwei parallelen Ebenen,
- der Raum innerhalb eines Quaders.

Eine **Formtoleranz** ist der Höchstwert für die Weite des zugelassenen Bereiches für eine Formabweichung. Die Formtoleranz bestimmt also die Toleranzzone, innerhalb der das geometrische Element liegen muss und beliebige Form haben darf.

Eine **Lagetoleranz** ist der Höchstwert für die Weite des zugelassenen Bereiches für eine Lageabweichung. Die Lagetoleranz eines geometrischen Elementes bestimmt also die Toleranzzone, innerhalb der das tolerierte Element liegen muss und beliebige Form haben darf, wenn keine einschränkende Formtoleranz angegeben ist.

Lagetoleranzen werden unterschieden in Richtungs-, Orts- und Lauftoleranzen (s. Tab. 678.1).

Nach DIN ISO 5459 ist der **Bezug** ein theoretisch genaues, geometrisches Element (z. B. Achse, Ebene, Gerade), auf das tolerierte Elemente bezogen werden. Bezüge können auf einem oder mehreren Bezugselementen eines Teiles basieren. Der Bezug soll grundsätzlich unter funktionellen Gesichtspunkten gewählt werden. Oft genügt nur ein geometrisches Element als Bezug. Ist jedoch ein aus mehreren Bezugselementen gebildeter Bezug erforderlich, dann sollte man sich nach Möglichkeit auf nur zwei Bezugselemente beschränken.

Ein **Bezugselement** ist ein an einem Teil real vorhandenes Element (z. B. Kante, Fläche oder Bohrung), das zur Bestimmung der Lage eines Bezuges verwendet wird. Da auch Bezugselemente fertigungsbedingte Abweichungen haben, kann es bei Bedarf erforderlich sein, für Bezugselemente Formtoleranzen festzulegen.

Ein **Hilfsbezugselement** ist eine vorhandene Fläche von angemessener genauer Form (z. B. Messplatte, Auflager, Prüfdorn usw.), die das Bezugselement punkt-, linien-, flächenförmig berührt und zum Bilden eines oder mehrerer Bezüge dient. Hilfsbezugselemente werden als Verkörperungen des Bezuges während der Fertigung und Prüfung verwendet.

Die Bilder 675.2 und 675.3 veranschaulichen die Bedeutung von Bezug, Bezugselement und Hilfsbezugselement nach DIN ISO 5459.

Bezugsstellen werden dann benötigt, wenn die Bezugsflächen, -linien oder -punkte eines Werkstückes aufgrund der Werkstückgeometrie in der Fertigung und bei der Prüfung keine eindeutige, stabile Lage

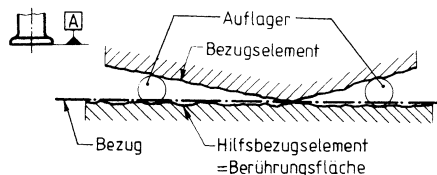


Bild 675.2 Darstellung von Bezug, Bezugselement und Hilfsbezugselement, wenn der Bezug eine Gerade oder Ebene ist

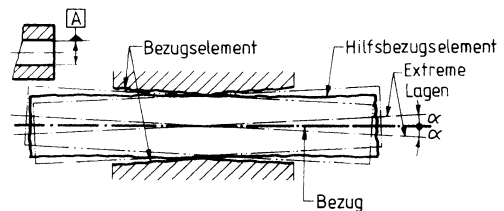
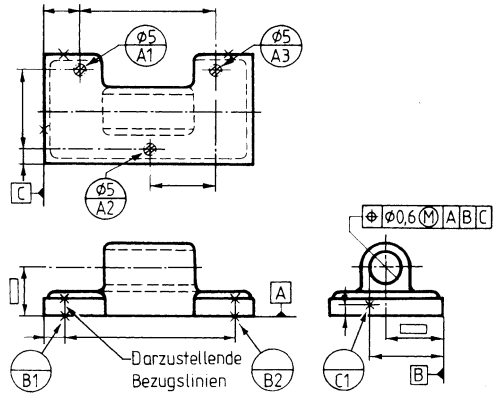


Bild 675.3 Darstellung von Bezug, Bezugselement und Hilfsbezugselement, wenn der Bezug eine Achse ist



**Bedeutung**

Bezugsstellen A 1, A 2 und A 3 bilden Bezug

Bezugsstellen B 1 und B 2 bilden Bezug

Bezugsstelle C 1 bildet Bezug

Bild 676.1 Eintragung der Bezugsstellen-Symbole

haben, z. B. Gusswerkstücke. Die Bezugsstellen werden mit Hilfe der in DIN ISO 5459 genormten Symbole in der Zeichnung festgelegt. Auch die Rangfolge der Bezugs Ebenen im Toleranzrahmen ist einzutragen (s. Bild 676.2).

Mögliche Ausrichtung der Linie oder Fläche:

$A_1-B_1$	$A_2-B_2$	$A_3-B_3$
$h_1$	$h_2$	$h_3$
$h_1 < h_2 < h_3$		

Entsprechende Abstände:

Im dargestellten Fall:

Die **Minimumbedingung** bestimmt die Richtung bzw. die Lage der Toleranzzone. Sie fordert bei Geradheit bzw. Ebenheit, dass die das Formelement einschließenden parallelen Geraden bzw. Ebenen so gerichtet sind, dass ihr Abstand zu einem Minimum wird (s. Bild 676.2).

Deshalb ist die korrekte Ausrichtung der idealen Linie oder Fläche  $A_1-B_1$ . Der Abstand  $h_1$  muss gleich oder kleiner als die festgelegte Toleranz sein.

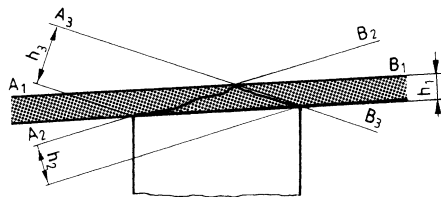


Bild 676.2 Minimum-Bedingung für Geradheit oder Ebenheit

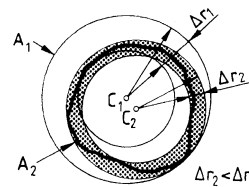


Bild 676.3 Minimum-Bedingung für Rundheit oder Zylinderform

Bei Rundheit bzw. Zylindrizität fordert die Minimumbedingung, dass die das Formelement einschließenden konzentrischen Kreise bzw. Zylinder so angeordnet sind, dass ihr Abstand zu einem Minimum wird (s. Bild 676.3).

Für die Definitionen der Rundheit oder Zylinderform muss die Lage der beiden konzentrischen Kreise oder koaxialen Zylinder so gewählt werden, dass ihr radialer Abstand ein Minimum ist.

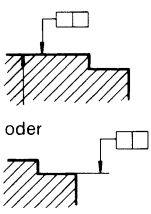
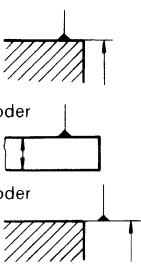
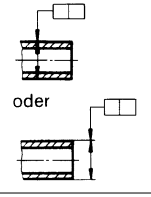
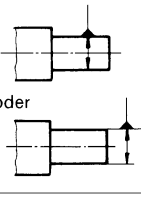
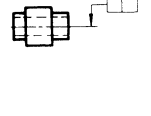
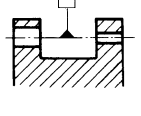
Mögliche Lage der Mitten der beiden konzentrischen Kreise oder Achsen der beiden koaxialen Zylinder und ihre radialen Mindestabstände:

Die Mitte  $C_1$  und  $A_1$  legt zwei konzentrische Kreise oder zwei koaxiale Zylinder örtlich fest.

Die Mitte  $C_2$  und  $A_2$  legt zwei konzentrische Kreise oder zwei koaxiale Zylinder mit kleinsten radialen Abständen fest.

Beim Messen von Lageabweichungen gilt die Minimumbedingung für das Ausrichten des Bezugs-elementes. Wenn das Bezugs-element zum Hilfsbezugselement (z. B. Messplatte, Prüfdorn) keine stabile Lage einnimmt, dann ist es so auszurichten, dass seine mögliche maximale Lageänderung zu einem Minimum wird, d. h. dass seine möglichen Lageänderungen in den extremen Lagen gleich groß sind.

Tabelle 677.1 Eintragung der Bezugspfeile und -dreiecke

Toleriertes Element	Bezugspfeil	Bezugsdreieck
Fläche oder Linie		
Achse oder Mittelebene		
Bei gemeinsamer Mittellinie aller Achsen oder Mittelebenen		

**Eintragung von Form- und Lagetoleranzen in Zeichnungen.** Zum Eintragen der Form- und Lagetoleranzen in Zeichnungen werden verwendet:

Toleranzrahmen mit Bezugspfeil auf das tolerierte Element weisend. Der Bezugspfeil darf unter Umständen auch rechts an den Toleranzrahmen gesetzt werden

Toleranzrahmen wie oben mit zusätzlichem Feld für Hinweise auf das Bezugsэлеment

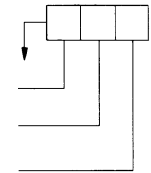
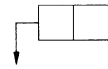
– Symbol für die tolerierte Eigenschaft

– Toleranzwert in der für die Zeichnung geltenden Maßeinheit

– Bezugsbuchstabe als Hinweis auf das Bezugsэлеment

Bezugsdreieck mit Rahmen für den Bezugsbuchstaben zur Kennzeichnung des Bezugsэлеmentes

Rechteckiger Rahmen zur Kennzeichnung von theoretischen Maßen für die Angabe der geometrisch idealen (theoretisch genauen) Lage der Toleranzzone



Wenn nichts anderes angegeben ist, bezieht sich die Toleranz auf die Gesamtabmessung des betreffenden Formelementes. Gilt die Toleranz nur für Teillängen in jeder beliebigen Lage und jeder beliebigen Richtung, dann wird die Toleranz wie folgt angegeben:

–	0,01/100
---	----------

Wird eine kleinere und auf eine eingeschränkte Länge bezogene Toleranz derselben Art zu einer Toleranz für das gesamte Element hinzugefügt, so wird dies wie folgt auf der Zeichnung eingetragen:

//	0,1	A
	0,05/100	

Sind Positions- oder Profil- oder Neigungstoleranzen für ein Element vorgeschrieben, so dürfen die Maße, die die theoretisch genaue Lage bzw. das theoretisch genaue Profil oder den theoretisch genauen Winkel bestimmen, nicht toleriert werden.

Diese Maße werden als theoretisch genaue Maße in einem rechteckigen Rahmen gesetzt, z. B.  $\boxed{30}$ . Die entsprechenden Istmaße des Teiles unterliegen nur der im Toleranzrahmen angegebenen Positions-, Profil- oder Neigungstoleranz (s. hierzu die Beispiele in Tab. 680.1).

### Toleranzsymbole, tolerierte Eigenschaften und Beispiele

Tab. 678.1 ist eine Kurzfassung der in DIN ISO 1101 festgelegten detaillierten Definition der Form- und Lagetoleranzen und ihrer Symbolik. Diese Tabelle enthält nur für jede tolerierte Eigenschaft jeweils ein Beispiel (Ausnahme Parallelität), aus denen sich jedoch alle anderen Kombinationsmöglichkeiten ableiten lassen.

Tabelle 678.1 Form- und Lagetoleranzen

Symbol und tolerierte Eigenschaft		Toleranzzone	Anwendungs-Beispiele		
			Zeichnungsangabe	Erklärung	
Form	Geradheit			Jede erfasste (Ist-)Mantellinie der Zylinderoberfläche muss zwischen zwei parallelen Ebenen vom Abstand $t = 0,03$ mm liegen.	
	Ebenheit			Die erfasste (Ist-)Fläche muss zwischen zwei in parallelen Ebenen vom Abstand $t = 0,05$ mm liegen.	
	Rundheit			Die erfasste (Ist-)Umfangslinie jedes Querschnittes der Kegelmantelfläche muss zwischen zwei in derselben Ebene liegenden konzentrischen Kreisen vom radialen Abstand $t = 0,02$ mm liegen.	
	Zylinderform			Die erfasste (Ist-)Zylindermantelfläche muss zwischen zwei koaxialen Zylindern vom radialen Abstand $t = 0,05$ mm liegen.	
	Linienform			In jedem zur Projektionsebene parallelen Schnitt, der die Eintragung zeigt, muss die erfasste (Ist-)Profilinie zwischen zwei Linien gleichen Abstands liegen, die Kreise vom Durchmesser $t = 0,08$ mm einhüllen, deren Mittelpunkte auf einer Linie von geometrisch idealer Form liegen.	
	Flächenform			Die erfasste (Ist-)Fläche muss zwischen zwei Flächen gleichen Abstandes liegen, die Kugeln vom Durchmesser $t = 0,03$ mm einhüllen, deren Mittelpunkte auf einer Fläche von geometrisch idealer Form liegen.	
Lage	Richtung	Parallelität			Die erfasste mittlere (Ist-)Linie muss innerhalb eines Zylinders vom Durchmesser $t = 0,1$ mm liegen, der parallel zur Bezugsgerade A ist.
				Die erfasste (Ist-)Fläche muss zwischen zwei zur Bezugsfläche parallelen Ebenen vom Abstand $t = 0,01$ mm liegen.	
	Rechtwinkligkeit			Die erfasste (Ist-)Fläche muss zwischen zwei parallelen und zur Bezugsgeraden A rechtwinkligen Ebenen vom Abstand $t = 0,05$ mm liegen.	
	Neigung (Winkligkeit)			Die erfasste mittlere (Ist-)Linie muss zwischen zwei parallelen Ebenen vom Abstand $t = 0,1$ mm liegen, die im theoretisch genauen Winkel von $60^\circ$ zur Bezugsebene A geneigt sind.	



Tabelle 678.1, Fortsetzung

Symbol und tolerierte Eigenschaft		Toleranzzone	Anwendungs-Beispiele		
			Zeichnungsangabe	Erklärung	
Ort	Position			Die erfasste mittlere (Ist-)Linie muss innerhalb einer zylindrischen Toleranzzone Zylinders vom Durchmesser $t = 0,05$ mm liegen, deren Achse sich am geometrisch idealen Ort (mit eingerahmten Maßen) befindet.	
	Symmetrie			Die erfasste (Ist-)Mittelfläche muss zwischen zwei parallelen Ebenen vom Abstand $t = 0,08$ mm liegen, die symmetrisch zur Bezugsmittelsebene $A$ liegen.	
	Koaxialität Konzentrität			Die erfasste mittlere (Ist-)Linie des großen Zylinders muss innerhalb einer zur Bezugsgeraden $A$ zylindrischen Toleranzzone vom Durchmesser $t = 0,03$ mm liegen.	
Lage	Rundlauf	Messebene			Die erfasste (Ist-)Linie in jedem Querschnitt rechtwinklig zur gemeinsamen Bezugsgeraden $A-B$ muss zwischen zwei, in der gleichen Ebene liegenden, konzentrischen Kreisen vom Abstand $t = 0,1$ mm liegen.
		Planlauf	Messzylinder		
	Gesamt- Planlauf	Gesamt- Rundlauf			Die erfasste (Ist-)Fläche muss zwischen zwei koaxialen Zylindern vom radialen Abstand $t = 0,1$ mm liegen, deren Achsen mit der gemeinsamen Bezugsgerade $A-B$ übereinstimmen.
		Gesamt- Planlauf			Die erfasste (Ist-)Fläche muss zwischen zwei parallelen Ebenen vom Abstand $t = 0,1$ mm liegen, die rechtwinklig zur Bezugsgeraden $D$ sind.

Anwendungsbeispiele der Linien- und Flächenformtoleranzen sind in der Internationalen Norm ISO 1660 (DIN ISO 1660, s. Norm) enthalten. Darüber hinaus sind Internationale Normen über die Positionstolerierung (ISO 5458) (DIN ISO 54587 s. Norm) und über das Maximum-Material-Prinzip (ISO 2692) (DIN ISO 2692 s. Norm) ausgearbeitet worden. Die wirtschaftliche Anwendung der Normen über Form- und Lagetoleranzen setzt ein umfassendes Wissen um die Gesamtzusammenhänge und die Wechselbeziehung zwischen Maß-, Form- und Lagetoleranzen voraus.<sup>1) 2)</sup>

<sup>1)</sup> Normenheft 7: Anwendung der Normen über Form- und Lagetoleranzen in der Praxis, Beuth Verlag GmbH, Berlin, Wien, Zürich.

<sup>2)</sup> Beuth-Kommentar: Henzold: Form und Lage, Beuth Verlag GmbH, Berlin, Wien, Zürich.

Seit der Herausgabe der Normen über Form- und Lagetoleranzen ist von der Industrie gefordert worden, eine Norm oder Richtlinie über Prüfverfahren für Form- und Lageabweichungen herauszugeben. Diese Forderung wurde mit der Notwendigkeit begründet, dass alle in eine Zeichnung eingetragenen Anforderungen an die geometrische Gestalt eines Werkstücks messbar sein müssen.

Es wurde deshalb in der ISO eine tabellarische Zusammenstellung von Messverfahren mit bildlicher Darstellung des Messaufbaus und Kurzbeschreibung des Verfahrens erarbeitet, die als Technischer Bericht veröffentlicht wurde.<sup>1)</sup>

## 15.4 Tolerierungsgrundsätze<sup>2)</sup>

**DIN 7167 Zusammenhang zwischen Maß-, Form- und Parallelitätstoleranzen – Hüllbedingung ohne Zeichnungseintragung (Jan 1987)**

**DIN ISO 8015 Technische Zeichnungen – Tolerierungsgrundsatz – Identisch mit ISO 8015 Ausgabe 1985 (Jun 1986)**

DIN 7167 beschreibt den so genannten alten Tolerierungsgrundsatz. Dieser besagt, dass Formabweichungen an einem Formelement innerhalb der Maßtoleranz liegen müssen. In der zurückgezogenen Norm DIN 7182-1 (Okt 1971) hieß es wörtlich: „Der gesamte Toleranzraum darf für Formabweichungen ausgenutzt werden, wenn keine Einschränkung gegeben ist. Ist dies nicht zulässig, muss eine Formtoleranz angegeben werden, die nur einen Teil des Toleranzraumes einnehmen darf bzw. es muss angegeben werden, wenn der Toleranzraum durch Formabweichungen überschritten werden darf.“

Der von der Fertigung in Anspruch genommene Formtoleranzteil engt den verbleibenden Toleranzraum zur Ausnutzung der Maßtoleranz entsprechend ein. Dieser alte Tolerierungsgrundsatz basiert auf dem Taylorschen Grundsatz, der ein Grenzlehrensystem beschreibt, das für zylindrische Wellen und Bohrungen und parallele, ebene Flächen gilt, die miteinander gepaart werden sollen. Der Taylorsche Grundsatz ist in DIN 7150-2 ausführlich beschrieben (s. Bild 680.1):

Der ursprünglich auf nur ein Formelement bezogene alte Tolerierungsgrundsatz wurde in der Vergangenheit auch auf verbundene Formelemente und sogar auf Lageabweichungen ausgedehnt. Es wurde deshalb folgende zusätzliche Festlegung getroffen: „Wenn nur Maßtoleranzen angegeben sind, dann begrenzen diese auch die Form- und Lageabweichungen. Ausgenommen sind Symmetrie-, Koaxialitäts- und Laufabweichungen sowie die Fälle, in denen auf besondere Festlegungen hingewiesen ist, z. B. auf Allgemeintoleranzen für Form und Lage nach DIN ISO 2768. Sollen Form- und Lageabweichungen andere Grenzen einhalten, dann müssen hierfür die Toleranzen nach DIN ISO 1101 angegeben werden.“

Diese Festlegungen waren bisher unter dem Gesichtspunkt des zeichnungstechnischen Aufwandes zweckmäßig, führten jedoch unter Umständen zu einer unnötig teuren Fertigung und Prüfung, und es bestand die Gefahr, dass auch taugliche Teile verworfen wurden. Die implizierte Forderung, dass Form- und gewisse Lageabweichungen grundsätzlich innerhalb der Maßtoleranz liegen müssen, wurde jedoch nicht dem Anspruch gerecht, dass Zeichnungen eindeutig die Funktion eines Bauteiles oder einer Baugruppe beschreiben sollen.

Zeichnungseintragung

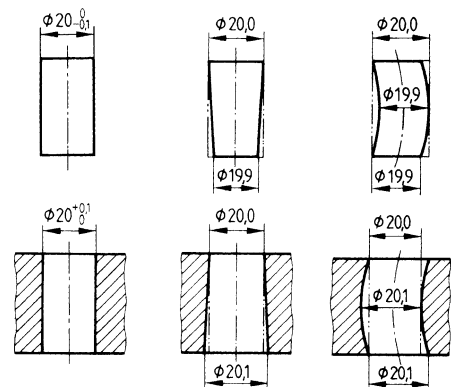


Bild 680.1 Hüllbedingung

- Bei Wellen darf die Oberfläche des Formelementes die geometrisch ideale Form (Zylinder) mit Höchstmaß nicht überschreiten (Hüllbedingung). Außerdem darf das Istmaß das Mindestmaß an keiner Stelle unterschreiten. Der Zylinder mit Höchstmaß wird durch den Gutlehrring verkörpert.
- Bei Bohrungen darf die Oberfläche des Formelementes die geometrisch ideale Form (Zylinder) mit Mindestmaß nicht unterschreiten (Hüllbedingung). Außerdem darf das Istmaß das Höchstmaß an keiner Stelle überschreiten. Der Zylinder mit Mindestmaß wird durch den Gutlehrring verkörpert.

<sup>1)</sup> Beuth-Kommentar: Prüfverfahren für Form- und Lageabweichungen, Beuth Verlag GmbH, Berlin, Wien, Zürich.

<sup>2)</sup> Normenheft 7: Anwendung der Normen über Form- und Lagetoleranzen in der Praxis, Beuth Verlag GmbH, Berlin, Wien, Zürich.

Hierzu waren in der Vergangenheit auch nicht die technischen Möglichkeiten gegeben, weil eine umfassende Norm über Allgmeintoleranzen für Form und Lage noch nicht existierte. Eine Zeichnung hätte mit Form- und Lagetoleranzensymbolen überladen werden müssen, wenn alle funktionellen Zusammenhänge eindeutig beschrieben werden sollten.

Im Zuge der Überarbeitung der Internationalen Norm über Form- und Lagetoleranzen, ISO 1101, wurde ein neuer Tolerierungsgrundsatz erarbeitet, der den alten Tolerierungsgrundsatz langfristig ablösen soll. Dieser neue Tolerierungsgrundsatz, der in DIN ISO 8015 festgelegt ist, enthält zusammengefasst folgende Festlegungen:

**Alle Maß-, Form- und Lagetoleranzen gelten unabhängig voneinander. Maßtoleranzen begrenzen nur die Istmaße an einem Formelement, nicht aber seine Formabweichungen (z. B. nicht die Rundheits- und Geradheitsabweichungen bei zylindrischen und nicht die Ebenheitsabweichungen an parallelen Flächen).**

Form- und Lagetoleranzen gelten unabhängig von den Istmaßen der einzelnen Formelemente, d. h. sie dürfen auch dann voll ausgenutzt werden, wenn die betroffenen Formelemente Maximum-Materialmaß haben. Beispielsweise darf ein Zylinder mit Maximum-Materialmaß an jedem Querschnitt die Rundheitstoleranz durch ein Gleichdick ausnutzen und zusätzlich über die Länge um die Geradheitstoleranz gebogen sein (s. Bild 681.2).

Bei zylindrischen und parallelen Flächen, die für eine Passung bestimmt sind, kann es notwendig sein, außer den Maß-, Form- und Lagetoleranzen auch noch die Hüllbedingung vorzuschreiben. Die Hüllbedingung bedeutet, dass das betreffende Formelement die geometrisch ideale Hüllfläche (Zylinderfläche oder parallele Flächen) mit Maximum-Materialmaß an keiner Stelle durchbrechen darf. Diese Funktionsforderung der Hüllbedingung wird durch das Symbol  $\text{E}$  hinter der Maßangabe ausgedrückt (s. Bild 681.1).

Die Einhaltung der Hüllbedingung kann zurzeit durch eine Gutlehrung mit einer Vollformlehre nach dem Taylorschen Grundsatz geprüft werden.

Der neue Tolerierungsgrundsatz hat zur Folge, dass nur das gilt, was auf der Zeichnung eingetragen ist. Es gibt keine stillschweigend vorausgesetzten Forderungen mehr. Da durch Maßtoleranzen allein noch keine Forderung an die Form gestellt wird, sollten entweder alle erforderlichen Form- und Lagetoleranzen in die Zeichnung eingetragen oder zur Vereinfachung der Zeichnung Allgmeintoleranzen für Form und Lage z. B. nach DIN ISO 2728-2 angegeben werden.

Da es unmöglich ist, bestehende Zeichnungen auf den neuen Tolerierungsgrundsatz „umzufunktionieren“, muss bei neuen Zeichnungen, die unter Beachtung dieses neuen Tolerierungsgrundsatzes entstanden sind, im oder am Zeichnungsschriftfeld auf die entsprechende Norm hingewiesen werden, z. B. **Tolerierung ISO 8015**.

Der so genannte alte Tolerierungsgrundsatz, nach dem alle Formabweichungen innerhalb der Maßtoleranz liegen müssen, war in nationalen und internationalen Normen nicht eindeutig definiert; er wird jedoch neben dem Unabhängigkeitsprinzip nach DIN ISO 8015 angewendet. Deshalb enthält DIN 7167 Festlegungen über den Zusammenhang zwischen Maßtoleranzen, Formtoleranzen und Parallelitätstoleranzen gegenüberliegender ebener Flächen, die dann gelten, wenn im Zeichnungsschriftfeld kein Hinweis auf die Tolerierung nach DIN ISO 8015 eingetragen ist. Es gilt dann die Hüllbedingung für alle einzelnen Formelemente.

Diese Hüllbedingung stimmt in der Bedeutung grundsätzlich überein mit der Hüllbedingung nach DIN ISO 8015.

Hinsichtlich des Zusammenhangs zwischen Rechtwinkligkeitsabweichung und Maßtoleranz weicht DIN 7167 von den früheren Festlegungen nach DIN 7184-1 ab. Früher galt die Regel, dass auch

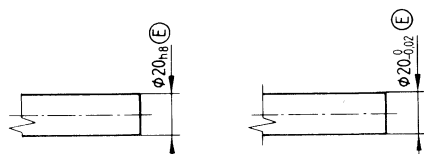


Bild 681.1 Zeichnungseintragung der Hüllbedingung an für Passungen vorgesehenen Formelementen

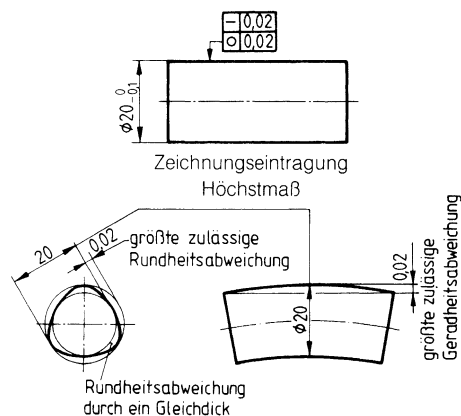


Bild 681.2 Größte zulässige Formabweichung eines Werkstücks, das in jedem achsen senkrecht gemessenen Istmaß Höchstmaß hat

die Rechtwinkligkeitsabweichungen innerhalb der Maßtoleranzen liegen sollen. In der Praxis wurde und wird diese Einschränkung jedoch kaum beachtet, weil sie funktionell nur selten erforderlich und messtechnisch nur unter erhöhtem Aufwand realisierbar ist.

Im Allgemeinen erhalten Zeichnungen, die unter Zugrundelegung des in DIN 7167 beschriebenen Zusammenhangs zwischen Maß-, Form- und Parallelitätstoleranzen erstellt worden sind oder künftig erstellt werden, keine Zeichnungseintragung. Dies ist schon deswegen nicht möglich, weil nicht alle alten Zeichnungen geändert werden können. Um im internationalen Zeichnungsaustausch Missverständnisse zu vermeiden, kann jedoch erforderlichenfalls im oder am Zeichnungsschriftfeld auf diese Norm hingewiesen werden: **Tolerierung DIN 7167**.

## 15.5 Allgemeintoleranzen

### DIN ISO 2768-1 Allgemeintoleranzen – Toleranzen für Längen- und Winkelmaße ohne einzelne Toleranzeintragung (Jun 1991)

Die Internationale Norm ISO 2768-1 war unter Zugrundelegung von DIN 7168-1 ausgearbeitet worden, jedoch konnten nicht alle Festlegungen der DIN-Norm in die ISO-Norm übernommen werden. Die Änderungen einiger Toleranzwerte waren aufgrund von Erfahrungen in anderen Ländern und wegen einer gleichmäßigen Stufung durchgeführt worden. Da die geänderten Werte in der ISO-Norm größer sind als in der bisher gültigen DIN-Norm, treten in der praktischen Anwendung keine Probleme auf. Wegen des hohen Verbreitungsgrades der bisher gültigen Normen DIN 7168-1 und DIN 7168-2 und ihrer Gültigkeit in unzähligen Zeichnungen ist eine schnelle Umstellung der Industrie auf DIN-ISO-Normen nicht möglich. Deshalb wurden DIN 7168-1 und DIN 7168-2 durch eine zusammenfassende Folgeausgabe DIN 7168 (ohne Teilnummer) mit dem Hinweis „Nicht für Neukonstruktionen“ ersetzt (Einzelheiten s. Norm).

DIN ISO 2768-1 legt die Zahlenwerte für Allgemeintoleranzen in 4 Toleranzklassen (früher Genauigkeitsgraden) für Längenmaße und Winkel fest. Durch die Wahl einer bestimmten Toleranzklasse soll die jeweilige „werkstattübliche Genauigkeit“ berücksichtigt werden.

Allgemeintoleranzen nach dieser Norm sind anwendbar für durch Spanen oder durch Umformen gefertigte Teile, sofern es für spezielle Fertigungsverfahren keine anderen Normen für Allgemeintoleranzen gibt.

Allgemeintoleranzen für Längen- und Winkelmaße gelten, wenn in Zeichnungen oder zugehörigen Unterlagen (z. B. Lieferbedingungen) auf diese Norm hingewiesen ist.

Wenn besondere Allgemeintoleranzen in anderen Normen festgelegt sind, so soll auf diese in der Zeichnung oder in zugehörigen Unterlagen hingewiesen werden. Ist in Fertigungsunterlagen auf mehrere Normen für Allgemeintoleranzen hingewiesen, so gilt für ein Längen- oder Winkelmaß im Zweifelsfall die Norm mit der größten Toleranz.

Für ein Maß zwischen einer unbearbeiteten und einer bearbeiteten Fläche an einem Rohteil (z. B. Gussrohteil, Schmiederohteil), für das einzeln keine Toleranz angegeben ist, gilt also die in der betreffenden Norm für Rohteile festgelegte Allgemeintoleranz, sofern sie die größere ist.

Für ein Maß zwischen zwei bearbeiteten Flächen gilt grundsätzlich die Allgemeintoleranz.

Fertigungsunterlagen, die Längen- oder Winkelmaße ohne einzeln eingetragene Toleranzen enthalten (ausgenommen Hilfsmaße), sind unvollständig, wenn in ihnen nicht oder ungenügend auf Allgemeintoleranzen hingewiesen ist.

Tabelle 682.1 Grenzabmaße für Längenmaße außer für gebrochene Kanten (Rundungshalbmesser und Fasenhöhen s. Tab. 683.1)

Toleranzklasse		Grenzabmaße für Nennmaßbereiche, Werte in mm							
Kurzzeichen	Benennung	von 0,5 <sup>1)</sup> bis 3	über 3 bis 6	über 6 bis 30	über 30 bis 120	über 120 bis 400	über 400 bis 1000	über 1000 bis 2000	über 2000 bis 4000
f	fein	±0,05	±0,05	±0,1	±0,15	±0,2	±0,3	±0,5	–
m	mittel	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2
c	grob	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2	±3	±4
v	sehr grob	–	±0,5	±1	±1,5	±2,5	±4	±6	±8

<sup>1)</sup> Für Nennmaße unter 0,5 mm sind die Grenzabmaße direkt an dem (den) entsprechenden Nennmaß(en) anzugeben.

Tabelle 683.1 Grenzabmaße für gebrochene Kanten (Rundungshalbmesser und Fasenhöhen)

Toleranzklasse		Grenzabmaße für Nennmaßbereiche, Werte in mm		
Kurzzeichen	Benennung	von 0,5 <sup>1)</sup> bis 3	über 3 bis 6	über 6
f	fein	±0,2	±0,5	±1
m	mittel			
c	grob	±0,4	±1	±2
v	sehr grob			

<sup>1)</sup> s. Tab. 682.1

Tabelle 683.2 Grenzabmaße für Winkelmaße

Toleranzklasse		Grenzabmaße für Längenbereiche, in mm, für den kürzeren Schenkel des betreffenden Winkels				
Kurzzeichen	Benennung	bis 10	über 10 bis 50	über 50 bis 120	über 120 bis 400	über 400
f	fein	±1°	±0° 30'	±0° 20'	±0° 10'	±0° 5'
m	mittel					
c	grob	±1° 30'	±1°	±0° 30'	±0° 15'	±0° 10'
v	sehr grob	±3°	±2°	±1°	±0° 30'	±0° 20'

Allgemeintoleranzen dieser Norm **gelten** für:

- Längenmaße (z. B. Außen-, Innen-, Absatzmaße, Durchmesser, Abstandsmaße), Rundungshalbmesser und Fasenhöhen (Schrägungen);
- Winkelmaße, sowohl eingetragene als auch üblicherweise nicht eingetragene Winkelmaße (z. B. 90°-Winkel oder Winkel gleichmäßiger Vierecke);
- Längen- und Winkelmaße, die durch Bearbeiten gefügter Teile entstehen.

Allgemeintoleranzen dieser Norm **gelten nicht** für:

- Längen- und Winkelmaße, für die Toleranzen einzeln angegeben sind;
- Längen- und Winkelmaße, für die in der Zeichnung oder in zugehörigen Unterlagen nur Normen über andere Allgemeintoleranzen angegeben sind;
- in Klammern stehende Hilfsmaße;
- rechteckig eingerahmte theoretisch genaue Maße nach DIN ISO 1101.

Ob und in welchem Umfang Allgemeintoleranzen zu prüfen sind, ist werksintern festzulegen oder zwischen Hersteller und Besteller zu vereinbaren. Überschreitungen der Allgemeintoleranzen sollten nur dann beanstandet werden, wenn dadurch die Verwendbarkeit des Teiles mehr als unerheblich beeinträchtigt wird.

Sollen Allgemeintoleranzen für Längen- und Winkelmaße nach DIN ISO 2768-1 gelten, dann ist im oder am Zeichnungsschriftfeld auf die ISO-Norm mit der geforderten Toleranzklasse hinzuweisen. **Beispiel: ISO 2768-m.**

### DIN ISO 2768-2 Allgemeintoleranzen – Toleranzen für Form und Lage ohne einzelne Toleranzeintragung (Apr 1991)

Diese Norm dient der Vereinfachung von Zeichnungen. Sie legt Allgemeintoleranzen für Form und Lage in drei Toleranzklassen fest. Durch die Wahl einer bestimmten Toleranzklasse soll die jeweilige werkstattübliche Genauigkeit berücksichtigt werden.

Wenn kleinere Form- und Lagetoleranzen notwendig oder größere zulässig und wirtschaftlicher sind, müssen sie nach DIN ISO 1101 einzeln angegeben werden.

Allgemeintoleranzen für Form und Lage gelten, wenn in Zeichnungen oder zugehörigen Unterlagen auf diese Norm hingewiesen wird. Sie beziehen sich auf Formelemente, bei denen entsprechende Form- und Lagetoleranzen nicht einzeln angegeben sind. Allgemeintoleranzen für Form und Lage sind für alle zu tolerierenden Eigenschaften der Formelemente anwendbar mit Ausnahme der Eigenschaften Zylinderform, Profil einer beliebigen Linie, Profil einer beliebigen Fläche, Neigung, Koaxialität, Position und Gesamtlauf. Die Allgemeintoleranzen für Form und Lage nach DIN ISO 2768-2 sollten in

jedem Fall angewendet werden, wenn der Tolerierungsgrundsatz nach ISO 8015 gilt und dies in der Zeichnung eingetragen ist (s. Abschn. 15.4).

Allgemeintoleranzen für Form und Lage nach dieser Norm sind anwendbar für durch Spanen entstandene Formelemente. Ihre Anwendung für anders entstandene Formelemente ist möglich, bedarf jedoch einer gesonderten Untersuchung, ob die werkstattübliche Genauigkeit innerhalb der Allgmeintoleranzen für Form und Lage nach dieser Norm liegt.

Allgemeintoleranzen gelten sowohl für Werkstück-Formelemente mit Freimaßen als auch für solche mit einzeln tolerierten Maßen. Für Passungen sind in dieser Norm zusätzliche Bedingungen festgelegt.

Die Allgmeintoleranzen gelten nicht für Formelemente,

- bei denen die betreffenden Form- und Lagetoleranzen einzeln angegeben sind,
- für die in der Zeichnung oder zugehörigen Unterlagen über andere Allgmeintoleranzen für Form und Lage angegeben sind,
- die aufgrund einer Halbzeugangabe in Zeichnungen nicht spanend hergestellt werden.

**Geradheit und Ebenheit.** Die Allgmeintoleranzen für Geradheit und Ebenheit sind in Tab. 684.1 angegeben. Zur Auswahl des Tabellenwertes gilt für Geradheitstoleranzen die Länge der betreffenden Linie, für Ebenheitstoleranzen die größere Seitenlänge der Fläche bzw. der Durchmesser der Kreisfläche.

**Rundheit.** Die Allgmeintoleranz für Rundheit ist gleich dem Zahlenwert der Durchmesserstoleranz, aber nicht größer als die in Tab. 685.1 angegebenen Werte für Rundlauf.

Tabelle 684.1 Allgmeintoleranzen für Geradheit und Ebenheit

Toleranzklasse	Allgmeintoleranzen für Geradheit und Ebenheit für Nennmaßbereiche, Werte in mm					
	bis 10	über 10 bis 30	über 30 bis 100	über 100 bis 300	über 300 bis 1000	über 1000 bis 3000
H	0,02	0,05	0,1	0,2	0,3	0,4
K	0,05	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8
L	0,1	0,2	0,4	0,8	1,2	1,6

**Zylinderform.** Allgmeintoleranzen für die Zylinderform sind nicht festgelegt. Die Abweichung von der Zylinderform setzt sich aus den drei Komponenten Rundheits-, Geradheits- und Parallelitätsabweichung gegenüber Mantellinien zusammen. Jede dieser Komponenten wird durch ihre einzeln eingetragenen Toleranzen oder ihre Allgmeintoleranzen erfasst. Falls die Abweichung von der Zylinderform aus Funktionsgründen kleiner sein muss als die kombinierte Wirkung der Allgmeintoleranzen für Rundheit, Geradheit und Parallelität, muss eine Toleranz für die Zylinderform nach DIN ISO 1101 (s. Abschn. 15.3) an dem entsprechenden Formelement angegeben werden. Wenn DIN 7167 (s. Abschn. 15.4) gilt, dann ist die Zylinderformabweichung durch die geometrisch-ideale Hülle mit Maximum-Material-Maß begrenzt. Wird der Tolerierungsgrundsatz nach ISO 8015 (s. Abschn. 15.4) zugrunde gelegt, dann ist im Falle einer Passung die Hüllbedingung  $\ominus$  anzugeben.

**Parallelität.** Die Begrenzung der Abweichungen von der Parallelität ergibt sich aus den Allgmeintoleranzen für die Geradheit oder Ebenheit und aus der Toleranz für das Abstandsmaß der parallelen Linien oder Flächen, je nachdem, welche von beiden die größere ist.

Dabei gilt das längere der beiden Formelemente als Bezugselement. Wenn beide Formelemente gleiches Nennmaß haben, kann jedes als Bezugselement dienen. Wenn diese Festlegungen über Bezugselemente aus Funktionsgründen unzulässig sind, muss die Parallelitätstoleranz einzeln angegeben werden. Bei Passungen mit ebenen Passflächen gilt außerdem die Hüllbedingung.

**Rechtwinkligkeit.** Die Allgmeintoleranzen für Rechtwinkligkeit sind in Tab. 684.2 enthalten. Die Länge der rechten Winkel bildenden beiden Schenkel dient als Bezugselement. Wenn Formelemente gleiches Nennmaß haben, darf jedes als Bezugselement dienen.

Tabelle 684.2 Allgmeintoleranzen für Rechtwinkligkeit

Toleranzklasse	Rechtwinkligkeitstoleranzen für Nennmaßbereiche für den kürzeren Winkelschenkel, Werte in mm			
	bis 100	über 100 bis 300	über 300 bis 1000	über 1000 bis 3000
H	0,2	0,3	0,4	0,5
K	0,4	0,6	0,8	1
L	0,6	1	1,5	2

**Symmetrie.** Die Allgemeintoleranzen für Symmetrie sind in Tab. 685.1 festgelegt. Das längere der beiden Formelelemente gilt als Bezugssystem. Wenn die Formelelemente gleiches Nennmaß haben, darf jedes als Bezugsэлеment dienen.

Tabelle 685.1 Allgemeintoleranzen für Symmetrie

Toleranzklasse	Symmetrietoleranzen für Nennmaßbereiche, Werte in mm			
	bis 100	über 100 bis 300	über 300 bis 1000	über 1000 bis 3000
H	0,5			
K	0,6		0,8	1
L	0,6	1	1,5	2

Tabelle 685.2 Allgemeintoleranzen für Lauf  
(Werte in mm)

Toleranzklasse	Lauftoleranzen
H	0,1
K	0,2
L	0,5

**Koaxialität.** Allgemeintoleranzen für Koaxialität sind nicht festgelegt. Die Koaxialitätsabweichung kann im Extremfall so groß sein wie die in Tab. 685.2 angegebenen Werte für den Rundlauf, weil sich die Rundlaufabweichung aus der Koaxialitätsabweichung und der Rundheitsabweichung zusammensetzt.

**Lauf.** Die Allgemeintoleranzen für Lauf (Rundlauf, Planlauf und beliebige Rotationsflächen) sind in Tab. 685.2 angegeben. Bei Allgemeintoleranzen bei Lauf gelten als Bezugsэлеmente die Lagerstellen, wenn diese als solche gekennzeichnet sind. Andernfalls gilt für Lauf das längere der beiden Formelelemente als Bezugsэлеment. Wenn beide Formelelemente gleiches Nennmaß haben, darf jedes als Bezugsэлеment dienen.

**Zeichnungseintragung.** Sollen die Allgemeintoleranzen nach ISO 2768-2 in Verbindung mit den Allgemeintoleranzen nach ISO 2768-1 gelten, dann ist der Zeichnungseintrag nach ISO 2768-1 die Toleranzklasse von ISO 2768-2 anzufügen.

#### Beispiel ISO 2768-mK

In diesem Fall gelten die Allgemeintoleranzen für Winkelmaße nach ISO 2768-1 nicht für nicht eingetragene 90°-Winkel, da ISO 2768-2 Allgemeintoleranzen für Rechtwinkligkeit festlegt.

Sollen Allgemeintoleranzen für Maße nach ISO 2768-1 nicht gelten, dann entfällt der entsprechende Kennbuchstabe.

In Fällen, in denen die Hüllbedingung  $\textcircled{E}$  auch für einzelne Maßelemente gelten soll, wird der Buchstabe E der o. g. Zeichnungseintragung angefügt.

#### Beispiel ISO 2768-mk-E

# 16 Technische Oberflächen<sup>1)</sup>

Bearbeitet von M. Kaufmann

Die Ist-Oberfläche eines Werkstücks weicht in Ihrer geometrischen Form von der idealen Oberfläche ab. Ursachen dafür sind Maß-, Lage- und Formungenauigkeiten des festgelegten Fertigungsverfahrens. Technische Oberflächen enthalten häufig Gestaltsabweichungen 1. bis 4. Ordnung gleichzeitig (s. DIN 4760). Gestaltsabweichungen 3. bis 5. Ordnung werden als Rauheit bezeichnet. Neben den in diesem Abschnitt behandelten Normen, geben die Veröffentlichungen des Beuth-Verlages<sup>2)</sup> nützliche Hinweise:

- Beuth-Praxishandbuch: Rauheitsmessung mit Tastschnittgeräten – Theorie und Praxis;
- DIN-Science: Die digitale Implementierung des Profilfilters nach DIN EN ISO 11562;
- Lernsoftware Rauheit.

## DIN 4760 Gestaltabweichungen – Begriffe, Ordnungssystem (Jun 1982)

Diese Norm legt Begriffe und ein Ordnungssystem zur Unterscheidung der verschiedenen Gestaltabweichungen einer Oberfläche fest.

**Wirkliche Oberfläche.** Oberfläche, die den Gegenstand von dem ihn umgebenden Medium trennt.

**Istoberfläche.** Das messtechnisch erfasste, angenäherte Abbild der wirklichen Oberfläche eines Formelementes.





**Geometrische Oberfläche.** Eine ideale Oberfläche, deren Nennform durch die Zeichnung und/oder andere technische Unterlagen definiert wird.

**Gestaltabweichungen.** Die Gesamtheit aller Abweichungen der Istoberfläche von der geometrischen Oberfläche.

Es ist zu unterscheiden zwischen Gestaltabweichungen, die nur beim Betrachten der gesamten Oberfläche erkannt werden können, und solchen, die schon an einem Flächenausschnitt erkennbar sind (s. Bild 688.1).

Die Gestaltabweichungen werden in sechs Ordnungen unterteilt (s. Tab. 687.1).

Tabelle 687.1 Ordnungssystem für Gestaltabweichungen

Gestaltabweichung (als Profilschnitt überhöht dargestellt)	Beispiele für die Art der Abweichung	Beispiele für die Entstehungsursache
1. Ordnung: Formabweichungen 	Geradheits-, Ebenheits-, Rundheits- Abweichung u. a.	Fehler in den Führungen der Werkzeugmaschine, Durchbiegung der Maschine oder des Werkstückes, falsche Einspannung des Werkstückes, Härteverzug, Verschleiß
2. Ordnung: Welligkeit 	Wellen	außermittige Einspannung, Form- oder Laufabweichungen eines Fräsers, Schwingungen der Werkzeugmaschine oder des Werkzeuges
3. Ordnung: Rauheit 	Rillen	Form der Werkzeugschneide, Vorschub oder Zustellung des Werkzeuges
4. Ordnung: Rauheit 	Riefen, Schuppen, Kuppen	Vorgang der Spanbildung (Reißspan, Scherspan, Aufbauschnide), Werkstoffverformung beim Strahlen, Knospenbildung bei galvanischer Behandlung
5. Ordnung: Rauheit <i>Anmerkung</i> nicht mehr in einfacher Weise bildlich darstellbar	Gefügestruktur	Kristallisationsvorgänge, Veränderung der Oberfläche durch chemische Einwirkung (z. B. Beizen), Korrosionsvorgänge
6. Ordnung: <i>Anmerkung</i> nicht mehr in einfacher Weise bildlich darstellbar	Gitteraufbau des Werkstoffes	

Die dargestellten Gestaltabweichungen 1. bis 4. Ordnung überlagern sich in der Regel zu der Istoberfläche.

**Beispiel** 

<sup>1)</sup> S. www.natg.din.de

<sup>2)</sup> Beuth Verlag GmbH, Berlin, Wien, Zürich.



**Gestaltabweichungen 1. Ordnung (Formabweichungen):** Gestaltabweichungen, die bei der Betrachtung der gesamten Istoberfläche des Formelementes feststellbar sind.

**Gestaltabweichungen 2. bis 5. Ordnung:** Gestaltabweichungen der Istoberfläche, die an einem Flächenausschnitt der Istoberfläche feststellbar sind (s. Bild 688.1).

**Gestaltabweichungen 2. Ordnung (Welligkeit):** Überwiegend periodisch auftretende Abweichungen der Istoberfläche eines Formelementes, bei denen das Verhältnis der Wellenabstände zur Wellentiefe im Allgemeinen zwischen 1000:1 und 100:1 liegt. Meistens sind mehrere Wellenperioden erkennbar (s. Tab. 687.1).

**Gestaltabweichungen 3. bis 5. Ordnung (Rauheit):** Regelmäßig oder unregelmäßig wiederkehrende Abweichungen der Istoberfläche, bei denen das Verhältnis der Abstände zur Tiefe im Allgemeinen zwischen 100:1 und 5:1 liegt (s. Tab. 687.1).

**Gestaltabweichungen 6. Ordnung:** Die durch den Aufbau der Materie bedingten Abweichungen (s. Tab. 687.1).

Diese Gestaltabweichungen können mit den z. Z. gebräuchlichen Oberflächenmessverfahren nicht erfasst werden.

### DIN EN ISO 4287 Geometrische Produktspezifikation (GPS) – Oberflächenbeschaffenheit; Tastschnittverfahren; Benennungen, Definitionen und Kenngrößen der Oberflächenbeschaffenheit (ISO 4287:1997) (Okt 1998)

Diese Norm enthält Begriffe und Kenngrößen zur Beschreibung der Oberflächenbeschaffenheit (Rauheits-, Welligkeits- und Primärprofil) ermittelt durch das Tastschnittverfahren.

Im Folgenden werden nur diejenigen Begriffe und Kenngrößen wiedergegeben, die zum Verständnis der Rauheitsmessung nach dem Tastschnittverfahren mit Messgeräten nach DIN EN ISO 3274 erforderlich sind. Die Norm enthält darüber hinaus eine größere Anzahl weniger geläufiger Oberflächenkenngrößen, die der Beurteilung von besonders funktionskritischen Oberflächen vorbehalten sein sollten.

Technische Oberflächen sind im Allgemeinen nicht ganzheitlich messtechnisch erfassbar. Deshalb werden im Messgerät langwellige und kurzwellige Anteile der Oberflächen mit Hilfe von elektrischen/elektronischen Profilfiltern getrennt.

Ein Profilfilter gleicht einem Sieb, mit dessen Hilfe z. B. grobkörniger Kies von feinkörnigem getrennt wird.

**Profilfilter.** Filter, das Profile in langwellige und kurzwellige Profilkomponenten trennt (s. DIN EN ISO 11562).

**Anmerkung:** Bei Geräten zur Messung der Rauheit, Welligkeit und des Primärprofils werden drei Filter benutzt (s. Bild 688.2). Sie haben alle die gleichen Übertragungscharakteristiken, wie in DIN EN ISO 11562 definiert, aber unterschiedliche Grenzwellenlängen.

**$\lambda_s$ -Profilfilter.** Filter, das den Übergang von der Rauheit zu den Anteilen mit noch kürzeren Wellenlängen, die auf der Oberfläche vorhanden sind, definiert (s. Bild 688.2).

**$\lambda_c$ -Profilfilter.** Filter, das den Übergang von der Rauheit zur Welligkeit definiert (s. Bild 688.2).

**$\lambda_f$ -Profilfilter.** Filter, das den Übergang von der Welligkeit zu den Anteilen mit noch längeren Wellenlängen, die auf der Oberfläche vorhanden sind, definiert (s. Bild 688.2).

**Werkstückoberfläche.** Die Oberfläche, die den Körper begrenzt und ihn von dem umgebenden Medium trennt.

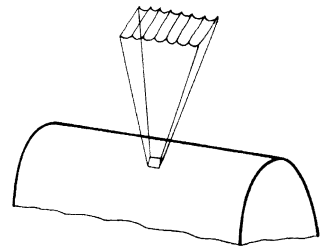


Bild 688.1  
Vergrößerter Ausschnitt aus der Oberfläche zur Beurteilung der Gestaltabweichungen 2. bis 5. Ordnung

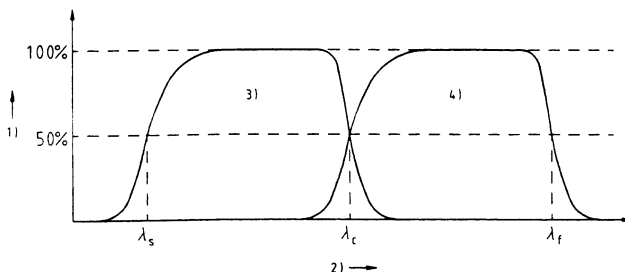


Bild 688.2  
Übertragungscharakteristik für das Rauheits- und Welligkeitsprofil  
1) Übertragung in %  
2) Wellenlänge  
3) Rauheitsprofil  
4) Welligkeitsprofil

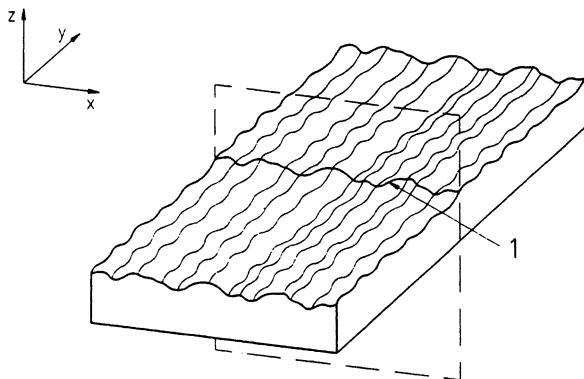


Bild 689.1 Oberflächenprofil  
1 Oberflächenprofil

**Oberflächenprofil.** Profil, das sich durch den Schnitt einer Werkstückoberfläche mit einer vorgegebenen Ebene ergibt (s. Bild 689.1).

*Anmerkung:* In der Praxis wird üblicherweise eine Ebene gewählt, deren Flächennormale parallel zur Werkstückoberfläche liegt und in einer geeigneten Richtung verläuft.

**Rauheitsprofil.** Das Rauheitsprofil wird von dem Primärprofil (s. DIN EN ISO 3274) hergeleitet. Es entsteht durch Abtrennen der langwelligen Profilanteile mit dem Profilfilter  $\lambda_c$  (s. Bild 688.2).

*Anmerkung 1:* Das Übertragungsband für Rauheitsprofile ist definiert durch das  $\lambda_s$ - und  $\lambda_c$ -Profilfilter.

*Anmerkung 2:* Das Rauheitsprofil ist die Grundlage für die Berechnung der Kenngrößen des Rauheitsprofils.

**Welligkeitsprofil.** Profil, das durch das nacheinander Anwenden der Profilfilter  $\lambda_f$  und  $\lambda_c$  auf das Primärprofil entsteht. Dabei werden mit dem  $\lambda_f$ -Profilfilter die langwelligen und mit dem  $\lambda_c$ -Profilfilter die kurzwelligen Anteile abgetrennt. Das Welligkeitsprofil entsteht durch absichtliche Profilveränderung (s. Bild 688.2).

**Mittellinie für das Rauheitsprofil.** Linie, die den langwelligen Profilanteilen entspricht und die durch das Profilfilter  $\lambda_c$  unterdrückt werden.

**Mittellinie für das Welligkeitsprofil.** Linie, die den langwelligen Profilanteilen entspricht und die durch das Profilfilter  $\lambda_f$  unterdrückt werden.

**Mittellinie für das Primärprofil.** Linie, die durch Einpassen der kleinsten Abweichungsquadrate der Nennform in das Primärprofil festgelegt wird.

**Einzelmessstrecke  $l_p$ ,  $l_r$ ,  $l_w$ .** Länge in Richtung der X-Achse (Mittellinie), die für die Erkennung der Gestaltabweichungen des auszuwertenden Profils verwendet wird.

*Anmerkung:* Die Einzelmessstrecke für die Rauheit  $l_r$  und für die Welligkeit  $l_w$  ist zahlenmäßig gleich der Grenzwellenlänge des Profilfilters  $\lambda_c$  beziehungsweise  $\lambda_f$ . Die Einzelmessstrecke für das Primärprofil  $l_p$  ist gleich der Messstrecke.

**Messstrecke  $l_n$ .** Die Länge in Richtung der X-Achse, die für die Auswertung des Profils verwendet wird.

*Anmerkung:* Die Messstrecke kann eine oder mehrere Einzelmessstrecken umfassen.

Definitionen der geometrischen Kenngrößen:

**P-Kenngröße.** Kenngröße, die aus dem Primärprofil berechnet wird.

**R-Kenngröße.** Kenngröße, die aus dem Rauheitsprofil berechnet wird.

**W-Kenngröße.** Kenngröße, die aus dem Welligkeitsprofil berechnet wird.

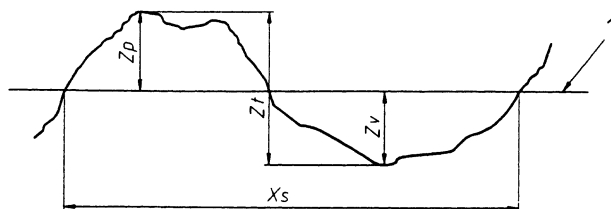


Bild 689.2 Profilelement  
1 Mittellinie

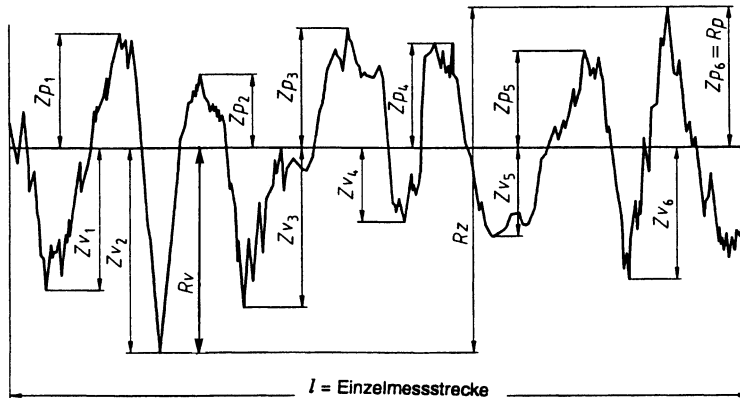


Bild 690.1 Höhe der größten Profilspitzen  $Z_p$ , Tiefe des größten Profiltals  $Z_v$ , Größte Höhe des Profils  $R_z$   
 $l$  = Einzelmessstrecke

**Profilspitze.** Ein aus dem gemessenen Profil herausragender Teil (vom Material ins umgebende Medium), der zwei benachbarte Schnittpunkte des Profils mit der X-Achse (Mittellinie) verbindet.

**Profiltal.** Ein in das gemessene Profil hineinragender Teil (vom umgebenden Medium ins Material), der zwei benachbarte Schnittpunkte des Profils mit der X-Achse (Mittellinie) verbindet.

**Profilelement.** Eine Profilspitze und das benachbarte Profiltal (s. Bild 689.2).

**Ordinatenwert  $Z(x)$**  Höhe des gemessenen Profils an beliebiger Position  $x$ .

**Höhe der Profilspitze  $Z_p$ .** Abstand von der X-Achse (Mittellinie) zum höchsten Punkt der Profilspitze (s. Bild 689.2).

**Tiefe des Profiltals  $Z_v$ .** Abstand von der X-Achse (Mittellinie) zum tiefsten Punkt des Profiltals (s. Bild 689.2).

**Höhendifferenz des Profilelementes  $Z_t$ .** Summe aus der Höhe der Spitze und der Tiefe des Tales in einem Profilelement (s. Bild 689.2).

**Breite des Profilelementes  $X_s$ .** Abschnitt auf der X-Achse (Mittellinie), der durch das Profilelement begrenzt wird (s. Bild 689.2).

**Höhe der größten Profilspitze  $P_p$ ,  $R_p$ ,  $W_p$ .** Höhe der größten Profilspitze  $Z_p$  innerhalb der Einzelmessstrecke (s. Bild 690.1).

**Tiefe des größten Profiltals  $P_v$ ,  $R_v$ ,  $W_v$ .** Tiefe des größten Profiltals  $Z_v$  innerhalb der Einzelmessstrecke (s. Bild 690.1).

**Größte Höhe des Profils  $P_z$ ,  $R_z$ ,  $W_z$ .** Summe aus der Höhe der größten Profilspitze  $Z_p$  und der Tiefe des größten Profiltals  $Z_v$  innerhalb einer Einzelmessstrecke (s. Bild 690.1).

$R_z$  ist die „gemittelte Rauhtiefe“

**Arithmetischer Mittelwert der Profilorдынaten  $P_a$ ,  $R_a$ ,  $W_a$ .** Arithmetischer Mittelwert der Beträge der Ordinatenwerte  $Z(x)$  innerhalb einer Einzelmessstrecke.

$$P_a, R_a, W_a = \frac{1}{l} \int_0^l |Z(x)| dx$$

mit  $l = l_p, l_r$  oder  $l_w$  je nach Fall.

$R_a$  ist der „arithmetische Mittenrauhwert“.

Weitere, weniger geläufige Kenngrößen der Oberflächenbeschaffenheit s. Norm.

In Bild 690.1 sind beispielhaft nur die  $R$ -Kenngrößen  $R_p$ ,  $R_v$  und  $R_z$  eingetragen, die aus dem Rauheitsprofil ermittelt werden. Die Darstellung gilt sinngemäß auch für die  $P$ - und  $W$ -Kenngrößen.

#### DIN EN ISO 3274 Geometrische Produktspezifikation (GPS) – Oberflächenbeschaffenheit; Tastschnittverfahren; Nenneigenschaften von Tastschnittgeräten (ISO 3274:1996) (Apr 1998)

Diese Norm definiert Profile und den allgemeinen Aufbau von Tastschnittgeräten zum Messen der Oberflächenrauheit und Welligkeit, um die existierenden Normen für die praktische Profilauswertung

- 1 Werkstückauflage
- 2 Werkstück
- 3 Tastelement
- 4 Taster
- 5 Messkreis
- 6 Säule
- 7 Vorschubgerät
- 8 Grundplatte

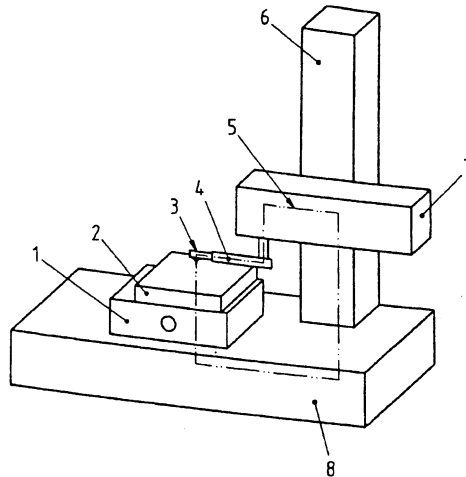


Bild 691.1  
Beispiel für einen Messkreis  
eines Tastschnittgerätes

anwenden zu können. Sie legt Eigenschaften der Messgeräte fest, die zur Profilauswertung dienen und beschreibt die grundlegenden Eigenschaften von Tastschnittgeräten.

**Ertastetes Profil.** Linie des Mittelpunktes einer Tastschneidspitze, die die Oberfläche in der Schnittebene abtastet. Die Tastschneidspitze hat eine geometrisch ideale Form (Kegel mit sphärischer Abrundung) mit Nennmaßen und Nennmesskraft.

Von diesem Profil sind alle definierten Profile abgeleitet.

**Referenzprofil.** Linie, auf der der Taster in der Schnittebene entlang der Führung bewegt wird.

*Anmerkung:* Die Form des Referenzprofils entspricht der praktischen Realisierung eines theoretisch idealen Profils. Nennabweichungen hängen ab von Abweichungen der Führung selbst, wie auch von „äußeren“ und „inneren“ Störungen.

**Gesamtprofil.** Digitale Form des ertasteten Profils aus vertikalen und horizontalen Koordinaten relativ zum Referenzprofil.

**Primärprofil.** Gesamtprofil nach Anwendung des Filters für kurze Wellenlängen  $\lambda_s$ . Das Primärprofil ist die Ausgangsbasis für die digitale Profilverarbeitung durch das Profilfilter und die Berechnung der Kenngrößen des Profils nach DIN EN ISO 4287.

**Restprofil.** Primärprofil, das beim Abtasten einer ideal glatten und ebenen Fläche (optisches Planglas) erhalten wird.

Das Restprofil setzt sich zusammen aus Abweichungen der Führung, externen und internen Störungen sowie Abweichungen in der Profilübertragung.

**Tastschnittgerät.** Messgerät, das Oberflächen mit einer Tastschneidspitze ertastet, Abweichungen in Form des Oberflächenprofils erfasst, Kenngrößen berechnet und Profile aufzeichnen kann.

**Messkreis.** Kreis, der alle mechanischen Komponenten enthält, die mit dem Werkstück und der Tastschneidspitze verbunden sind, d. h. Positioniereinrichtung, Werkstückhalter, Messständer, Vorschubgerät, Taster (Bild 691.1).

Der Messkreis ist äußeren und inneren Störungen ausgesetzt, die das Referenzprofil beeinflussen.

**Führung.** Baugruppe, die den Tastschnitt erzeugt und den Taster auf einer theoretisch genauen Spur (Referenzprofil) führt, im Allgemeinen entlang einer geraden Linie.

Die Führung ist wesentlicher Bestandteil des Vorschubgerätes, sie kann teilweise im Taster enthalten sein.

**Vorschubgerät.** Baugruppe, die den Taster entlang der Führung bewegt und die horizontale Lage der Tastschneidspitze in die horizontale Profilkordinate überträgt.

**Taster.** Baugruppe, die das Tastelement mit der Tastschneidspitze und den mechanisch-elektrischen Wandler enthält.

**Tastelement.** Element, das die Tastschneidspitzenauslenkung zum mechanisch-elektrischen Wandler überträgt.

Tabelle 692.1 Zusammenhang zwischen Grenzwellenlängen für die Rauheit  $\lambda_c$ , Spitzenradius und Grenzwellenlängen für die Rauheit

$\lambda_c$ mm	$\lambda_s$ $\mu\text{m}$	$\lambda_c/\lambda_s$	$r_{\text{tip}}$ Höchstwert $\mu\text{m}$	Profilpunktabstand Höchstwert $\mu\text{m}$
0,08	2,5	30	2	0,5
0,25	2,5	100	2	0,5
0,8	2,5	300	2 <sup>1)</sup>	0,5
2,5	8	300	5 <sup>2)</sup>	1,5
8	25	300	10 <sup>2)</sup>	5

<sup>1)</sup> Bei Oberflächen mit  $Ra > 0,5 \mu\text{m}$  oder  $Rz > 3 \mu\text{m}$  kann  $r_{\text{tip}} = 5 \mu\text{m}$  im Regelfall ohne nennenswerte Unterschiede in den Messergebnissen angewendet werden.

<sup>2)</sup> Bei Grenzwellenlängen von  $\lambda_s = 2,5 \mu\text{m}$  und  $8 \mu\text{m}$  ist es als sicher anzunehmen, dass die von der mechanischen Filterung eines Tasters mit dem empfohlenen Spitzenradius verursachte Dämpfungscharakteristik außerhalb des definierten Übertragungsbandes liegt. In diesem Fall haben kleine Abweichungen des Radius und der Form der Tastschneidspitze einen vernachlässigbar kleinen Einfluss auf die aus dem gemessenen Profil errechneten Werte der Kenngrößen. Wenn ein anderes Verhältnis der Grenzwellenlängen für notwendig gehalten wird, um eine sachgerechte Anwendung zu ermöglichen, muss dieses Verhältnis angegeben werden.

**Tastspitze.** Element, das aus einem Kegel mit kreisförmigem Querschnitt und definiertem Kegelwinkel und sphärischer Spitze mit definiertem Radius besteht.

**Mechanisch-elektrischer Wandler.** Einrichtung, die die vertikale Koordinate des ertasteten Profils – bezogen auf das Referenzprofil – in das im Messgerät verwendete Signal umwandelt.

**Verstärker.** Einrichtung, die das Signal im Messgerät verstärkt, ohne dabei eine beabsichtigte Profilveränderung zu bewirken.

**Analog-Digital-Umsetzer (ADC).** Einrichtung, die das im Messgerät vorliegende Signal in digitale Werte umsetzt.

**Profilfilterung und Auswertung.** Berechnungen, die an dem Primär-, Rauheits- und Welligkeitsprofil durchgeführt werden mit Hilfe von Kenngrößen und charakteristischen Funktionen nach einschlägigen Normen.

**Profilaufzeichnungsgerät.** Zum Tastschnittgerät gehörendes Gerät, das die Ausgabe eines oder mehrerer Profile und/oder Messwerte von Kenngrößen ermöglicht.

Messtechnische Eigenschaften des Tastschnittgerätes s. Norm.

### Geometrie der Tastschneidspitze

Die ideale Form der Tastschneidspitze ist ein Kegel mit abgerundeter Spitze. Spitzenradius  $r_{\text{tip}} = 2 \mu\text{m}$ ,  $5 \mu\text{m}$ ,  $10 \mu\text{m}$ ; Kegelwinkel:  $60^\circ$ ,  $90^\circ$ .

Wenn nicht anders angegeben, beträgt der Kegelwinkel für ein „ideales“ Messgerät  $60^\circ$ .

Der Nennwert der statischen Messkraft für die Mittellage der Tastschneidspitze ist  $0,00075 \text{ N}$ .

Der Nennwert für die Messkraftänderung ist  $0 \text{ N/m}$ .

Eine detaillierte Beschreibung der Filtercharakteristik ist in DIN EN ISO 11562 enthalten. Die Nennwerte für die Grenzwellenlängen des Profilfilters sind folgender Reihe entnommen:

... mm; 0,08 mm; 0,25 mm; 0,8 mm; 2,5 mm; 8,0 mm; ... mm

Zusammenhang zwischen Grenzwellenlängen für die Rauheit  $\lambda_c$ , Spitzenradius und Grenzwellenlängen für die Rauheit s. Norm.

### DIN EN ISO 4288 Geometrische Produktspezifikation (GPS) – Oberflächenbeschaffenheit: Tastschnittverfahren – Regeln und Verfahren für die Beurteilung der Oberflächenbeschaffenheit (ISO 4288:1996) (Apr 1998)

Diese Norm enthält Regeln für den Vergleich von Messwerten mit den in Zeichnungen vorgegebenen Toleranzgrenzen von Oberflächenkenngrößen, z. B. den arithmetischen Mittenrauwert  $Ra$  und die gemittelte Rautiefe  $Rz$ , die in DIN EN ISO 4287 definiert sind. Außerdem legt diese Norm eine Auswahl von Grenzwellenlängen  $\lambda_c$  für den Regelfall für die Messung von  $Ra$  und  $Rz$  bei Anwendung von Tastschnittgeräten nach DIN EN ISO 3274 fest.

Es gelten die in DIN EN ISO 4287 und DIN EN ISO 3274 festgelegten Begriffe.

Die üblichen Rauheitskenngrößen  $Ra$  und  $Rz$  sind zwar definiert auf der Grundlage einer Einzelmessstrecke; im Regelfall werden jedoch für die Berechnung der Werte dieser Kenngrößen die Messwerte aus fünf üblicherweise aneinander gereihten Einzelmessstrecken zur Mittelwertbildung herangezogen. In diesem Fall wird beim Rauheitskurzzeichen kein Index angefügt. Wird jedoch für die Berechnung des Messwertes einer Kenngröße eine andere Anzahl von Einzelmessstrecken zugrunde gelegt (z. B. wenn die Oberfläche sehr klein ist), dann wird diese Anzahl an das Rauheitskurzzeichen angefügt, z. B.  $Rz1$ ,  $Rz3$ . Wenn gefordert wird, dass kein Messwert jeder Einzelmessstrecke den angegebenen oberen Grenzwert von  $Rz$  überschreiten darf (z. B. bei Dichtflächen), dann wird das Kurzzeichen  $Rz1_{\max}$  angewendet. Diese Kenngröße wird als maximale Einzelrautiefe angesprochen, ist jedoch in den Normen nicht speziell definiert. Der Index max kann auch auf andere Oberflächenkenngrößen angewendet werden.

Für Kenngrößen, die über die (Gesamt)-Messstrecke definiert sind (z. B.  $Pt$ ,  $Rt$ ,  $Wt$  nach DIN EN ISO 4287) wird der Wert der Kenngröße aus den Messdaten über die Messstrecke ermittelt, die gleich der Länge von 5 Einzelmessstrecken ist.

Messstrecken und deren Zuordnung zu den Kenngrößen s. Tab. 693.1 bis 693.3.

### Regeln für die Rauheitsprüfung

Oberflächenkenngrößen eignen sich nicht zur Beschreibung von Unvollkommenheiten der Oberflächen. Deshalb dürfen Unvollkommenheiten der Oberflächen, wie z. B. Kratzer und Poren (s. DIN EN ISO 8785), nicht in die Prüfung der Oberflächenbeschaffenheit einbezogen werden.

Zunächst ist durch Sichtprüfung festzustellen, ob die Oberflächenbeschaffenheit gleichförmig ist. Wenn es auf der zu prüfenden Oberfläche Bereiche mit offensichtlich unterschiedlicher Rauheit gibt, wird der Bereich mit der vermutlich größten Rauheit zur Beurteilung herangezogen.

Tabelle 693.1 Einzelmessstrecken zur Messung von  $Ra$  (und anderen Rauheitskenngrößen) an Werkstücken mit aperiodischen Profilen (z. B. geschliffene Profile)

$Ra$ $\mu\text{m}$	Einzelmessstrecke $l_r$ mm	Messstrecke $l_n$ mm
$(0,006) < Ra \leq 0,02$	0,08	0,4
$0,02 < Ra \leq 0,1$	0,25	1,25
$0,1 < Ra \leq 2$	0,8	4
$2 < Ra \leq 10$	2,5	12,5
$10 < Ra \leq 80$	8	40

Tabelle 693.2 Einzelmessstrecken zur Messung von  $Rz$  (und anderen Rauheitskenngrößen) an Werkstücken mit aperiodischen Profilen (z. B. geschliffene Profile)

$Rz$ $Rz1_{\max}$ $\mu\text{m}$	Einzelmessstrecke $l_r$ mm	Messstrecke $l_n$ mm
$(0,025) < Rz, Rz1_{\max} \leq 0,1$	0,08	0,4
$0,1 < Rz, Rz1_{\max} \leq 0,5$	0,25	1,25
$0,5 < Rz, Rz1_{\max} \leq 10$	0,8	4
$10 < Rz, Rz1_{\max} \leq 50$	2,5	12,5
$50 < Rz, Rz1_{\max} \leq 200$	8	40

Tabelle 693.3 Einzelmessstrecken zur Messung von Rauheitskenngrößen an Werkstücken mit periodischen Profilen und von  $RSm$  für alle Profile

$RSm$ mm	Einzelmessstrecke $l_r$ mm	Messstrecke $l_n$ mm
$0,013 < RSm \leq 0,04$	0,08	0,4
$0,04 < RSm \leq 0,13$	0,25	1,25
$0,13 < RSm \leq 0,4$	0,8	4
$0,4 < RSm \leq 1,3$	2,5	12,5
$1,3 < RSm \leq 4$	8	40

Hat die zu beurteilende Oberfläche im Vergleich mit einem Muster bekannter Rauheit eine offensichtlich geringere Rauheit, kann auf eine messende Prüfung im Regelfall verzichtet werden.

Im Zweifelsfall wird eine Rauheitsmessung mit dem Tastschnittgerät durchgeführt. Dabei ist auf die Messrichtung zu achten. Ist diese nicht festgelegt, wird das Werkstück so ausgerichtet, dass die Abtastrichtung rechtwinklig zur Rillenrichtung der zu messenden Oberfläche verläuft, da so der größte Messwert zu erwarten ist. Bei ungeordnetem Verlauf der Rillenrichtung ist die Tastrichtung beliebig zu wählen.

Es ist durch Sichtprüfung zu entscheiden, ob das Profil aperiodisch oder periodisch ist.

### Verfahren für aperiodische Rauheitsprofile

Bei Oberflächen mit einem aperiodischen Rauheitsprofil ist folgende Vorgehensweise anzuwenden:

- a) Der unbekannte Wert von  $R_a$ ,  $R_z$ ,  $Rz1_{\max}$  oder der Rillenabstand  $RSm$  ist mit geeigneten Mitteln zu schätzen, z. B. durch Sichtprüfung, mit Oberflächen-Vergleichsmustern.
- b) Die Einzelmessstrecke ist aus der Tab. 693.1, 693.2 oder 693.3 unter Verwendung der Schätzwerte für  $R_a$ ,  $R_z$ ,  $Rz1_{\max}$  und  $RSm$  nach Schritt a) zu wählen.
- c) Mit Hilfe eines Rauheitsmessgerätes und unter Zugrundelegung der nach Schritt b) gewählten Einzelmessstrecke ist ein repräsentatives Messergebnis von  $R_a$ ,  $R_z$ ,  $Rz1_{\max}$  oder  $RSm$  zu ermitteln.
- d) Die Messwerte von  $R_a$ ,  $R_z$ ,  $Rz1_{\max}$  und  $RSm$  sind mit Wertebereich von  $R_a$ ,  $R_z$ ,  $Rz1_{\max}$  und  $RSm$  in Tab. 692.2, 693.1 oder 693.2 entsprechend der bestimmten Einzelmessstrecke zu vergleichen. Wenn der Messwert außerhalb des Wertebereiches für die bestimmte Einzelmessstrecke liegt, muss am Gerät die längere bzw. kürzere Einzelmessstrecke eingestellt werden, die dem gemessenen Wert zugeordnet ist. Dann muss ein repräsentativer Wert unter Verwendung dieser angepassten Einzelmessstrecke gemessen werden und erneut in Tab. 693.1, 693.2 oder 693.3 verglichen werden. An diesem Punkt sollten die in Tab. 693.1, 693.2 oder 693.3 enthaltenen Kombinationen der gemessenen Werte und der Einzelmessstrecke erreicht sein.
- e) Es ist ein repräsentativer Wert für  $R_a$ ,  $R_z$ ,  $Rz1_{\max}$  und  $RSm$  für eine kürzere Einzelmessstrecke zu ermitteln, wenn diese kürzere Einzelmessstrecke nicht schon früher in Schritt d) ermittelt wurde. Es ist zu prüfen, ob die daraus resultierende Kombination von  $R_a$ ,  $R_z$ ,  $Rz1_{\max}$  und  $RSm$  mit der Einzelmessstrecke ebenfalls in Tab. 693.1, 693.2 oder 693.3 angegeben ist.
- f) Wenn nur die EndEinstellung von Schritt d) der in Tab. 693.1, 693.2 oder 693.3 entspricht, sind sowohl die Einstellung der Einzelmessstrecke als auch der  $R_a$ -,  $R_z$ -,  $Rz1_{\max}$ - und  $RSm$ -Wert richtig. Wenn Schritt e) ebenfalls eine in Tab. 693.1, 693.2 oder 693.3 angegebene Kombination ergibt, sind die kürzere Einzelmessstrecke und der entsprechende  $R_a$ -,  $R_z$ -,  $Rz1_{\max}$ - und  $RSm$ -Wert richtig.
- g) Unter Verwendung der in den vorgenannten Schritten ermittelten Grenzwellenlänge (Einzelmessstrecke) ist eine repräsentative Messung der Kenngröße durchzuführen.

### Verfahren für periodische Rauheitsprofile

Bei Oberflächen mit einem periodischen Rauheitsprofil ist folgende Vorgehensweise anzuwenden:

- a) Der Wert des Rillenabstandes  $RSm$  der Oberfläche unbekannter Rauheit ist grafisch zu schätzen.
- b) Unter Verwendung von Tab. 693.3 ist die empfohlene Grenzwellenlänge für die geschätzte Kenngröße  $RSm$  zu bestimmen.
- c) Wenn notwendig, z. B. in Streiffällen, ist der  $RSm$ -Wert unter Verwendung der nach Schritt b) bestimmten Einzelmessstrecke zu messen.
- d) Wenn dieser  $RSm$ -Wert aus Schritt c) nach Tab. 693.3 einer kleineren oder größeren Grenzwellenlänge als in Schritt b) ist, ist die kleinere oder größere Grenzwellenlänge zu benutzen.
- e) Unter Verwendung der in den vorangegangenen Schritten ermittelten Grenzwellenlänge (Einzelmessstrecke) ist eine repräsentative Messung der Kenngröße durchzuführen.

### Die 16%-Regel

Bei Anforderungen, die durch den oberen Grenzwert einer Kenngröße festgelegt werden, wird die Oberfläche als annehmbar betrachtet, wenn nicht mehr als 16% aller gemessenen Werte der gewählten Kenngröße, den auf den Zeichnungen festgelegten Wert überschreiten.

Bei Anforderungen, die durch den unteren Grenzwert der Oberflächenkenngrößen festgelegt werden, wird die Oberfläche als annehmbar betrachtet, wenn nicht mehr als 16% aller gemessenen Werte der

gewählten Rauheitskenngröße kleiner sind als der auf den Zeichnungen festgelegte Wert.

Sind die Rauheitsmesswerte der zu prüfenden Oberfläche normal verteilt, dann entsprechen die 16% der gemessenen Einzelwerte, die den oberen Grenzwert überschreiten dürfen, dem Wert von  $\mu + \sigma$ , wobei  $\mu$  der arithmetische Mittelwert der Grundgesamtheit aller Rauheitsmesswerte und  $\sigma$  die Standardabweichung dieser Werte sind. Je größer der Wert von  $\sigma$  ist, desto weiter muss der Mittelwert der Rauheitsmesswerte vom festgelegten oberen Grenzwert entfernt sein (s. Bild 695.1).

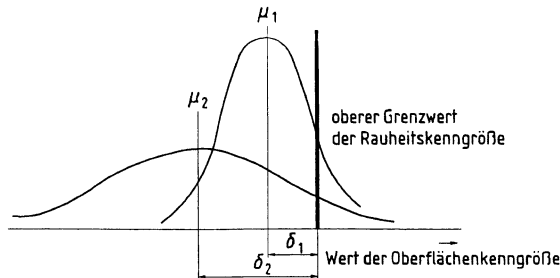


Bild 695.1 Zulässige Grenzlage von Rauheitsmesswerten nach der 16%-Regel

Die 16%-Regel gilt als erfüllt, wenn:

- der erste Messwert 70% des festgelegten Wertes (auf der Zeichnung angegeben) nicht überschreitet;
- die ersten drei Messwerte den festgelegten Wert nicht überschreiten;
- nicht mehr als einer der ersten sechs Messwerte den festgelegten Wert überschreitet;
- nicht mehr als zwei der ersten zwölf Messwerte den festgelegten Wert überschreiten.

Andernfalls ist das Werkstück zurückzuweisen.

Diese Vorgehensweise ist nur zulässig, wenn die Rauheitskenngröße nicht mit dem Zusatz „max“, z. B.  $Rz1_{max}$ , gekennzeichnet ist. Ist dies der Fall, werden normalerweise mindestens drei Messungen durchgeführt, entweder auf dem Teil der Oberfläche, von dem der höchste Wert erwartet wird (z. B. wenn eine besonders tiefe Rille sichtbar ist), oder gleichmäßig verteilt, wenn die Oberfläche einen homogenen Eindruck macht. Keiner der gemessenen Werte der Kenngröße auf der gesamten zu prüfenden Oberfläche darf den auf der Zeichnung festgelegten Wert überschreiten.

Die 16%-Regel wird in der deutschen Industrie nur in kritischen Ausnahmefällen angewendet. Im Regelfall gibt man sich mit nur einer Messung zufrieden, wenn damit der angegebene Grenzwert nicht überschritten wird.

### DIN EN ISO 11562 Geometrische Produktspezifikation (GPS) – Oberflächenunvollkommenheiten: Tastschnittverfahren – Messtechnische Eigenschaften von phasenkorrekten Filtern (ISO 11562:1996) (Sep 1998)

Diese Norm legt die messtechnischen Merkmale von phasenkorrekten Filtern für die Messung von Oberflächenprofilen fest.

Insbesondere wird beschrieben, wie der langwellige Anteil und der kurzwellige Anteil des Oberflächenprofils voneinander getrennt werden.

Für die Anwendung dieser Norm gelten die folgenden Definitionen.

**Profilfilter.** Filter, die Profile in langwellige und kurzwellige Anteile trennen.

**Phasenkorrekte Profilfilter.** Profilfilter, die keine Phasenverschiebungen verursachen, die zu asymmetrischen Profilverzerrungen führen.

**Mittellinie des phasenkorrekten Filters** (Mittellinie). Langwellige Profilkomponente, die für jeden Punkt des Profils durch einen gewichteten Mittelwert bestimmt wird, der von den benachbarten Punkten abgeleitet wird.

**Übertragungscharakteristik eines Filters.** Charakteristik gibt an, um welchen Betrag die Amplitude eines sinusförmigen Profils in Abhängigkeit von seiner Wellenlänge gedämpft wird.

**Gewichtsfunktion.** Funktion zur Bestimmung der Mittellinie, die für jeden zu berechnenden Punkt der Mittellinie das Gewicht mit dem die benachbarten Profilpunkte in die Berechnung eingehen, angibt.



Die Übertragungscharakteristik für die Mittellinie ist die Fouriertransformation der Gewichtsfunktion.

**Grenzwellenlänge des phasenkorrekten Filters.** Wellenlänge eines sinusförmigen Profils, dessen Amplitude mit 50% durch das Profilfilter übertragen wird.

Profilfilter werden mit dem Wert ihrer Grenzwellenlänge gekennzeichnet.

**Übertragungsband für Profile.** Wellenlängenband für sinusförmige Profile, deren Amplitude mit mehr als 50% übertragen werden, wenn zwei phasenkorrekte Filter mit unterschiedlichen Grenzwellenlängen auf das Profil angewendet werden.

Das Profilfilter mit der kürzeren Grenzwellenlänge (low pass filter) lässt die langwellige Profilkomponente durch und das Profilfilter mit der längeren Grenzwellenlänge (high pass filter) lässt die kurzwellige Profilkomponente durch.

**Grenzwellenlängenverhältnis.** Verhältnis der langwelligen Grenzwellenlänge zur kurzwelligen Grenzwellenlänge eines vorgegebenen Übertragungsbandes.

Die Gewichtsfunktion für das phasenkorrekte Filter (s. Bild 696.1) hat die Gleichung der Gaußschen Dichtefunktion.

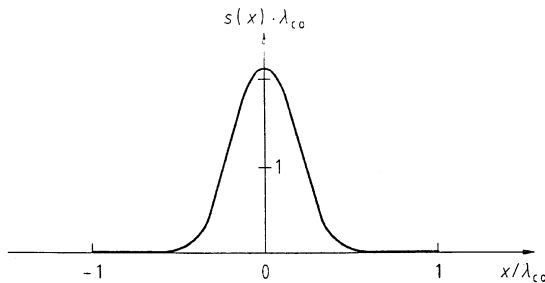


Bild 696.1 Gewichtsfunktion des Profilfilters

Mit der Grenzwellenlänge  $\lambda_{co}$  (co = cut-off) lautet die Gleichung wie folgt:

$$s(x) = \frac{1}{\alpha \lambda_{co}} e^{-\pi \left(\frac{x}{\alpha \lambda_{co}}\right)^2} \quad (1)$$

Dabei bedeutet:

$x$  der Abstand zur Mitte der Gewichtsfunktion;

$\lambda_{co}$  die Grenzwellenlänge des Profilfilters.

$$\alpha = \sqrt{\frac{\ln(2)}{\pi}} = 0,46971. \quad (2)$$

Die Übertragungscharakteristik der langwelligen Profilkomponente (Mittellinie) (s. Bild 697.1) wird aus der Gewichtsfunktion mittels Fouriertransformation bestimmt. Die Filtercharakteristik für die Mittellinie entspricht der folgenden Gleichung:

$$\frac{a_1}{a_0} = e^{-\pi \left(\frac{\alpha \lambda_{co}}{\lambda}\right)^2}$$

Dabei bedeutet:

$a_0$  die Amplitude des sinusförmigen Rauheitsprofils vor der Filterung,

$a_1$  die übertragene, gedämpfte Amplitude des Sinusprofils,

$\lambda_{co}$  die Grenzwellenlänge des Profilfilters,

$\lambda$  die Wellenlänge des Sinusprofils.

Die Übertragungscharakteristik der kurzwelligen Profilkomponente (s. Bild 698.1) ist das Komplement der Übertragungscharakteristik der langwelligen Profilkomponente.

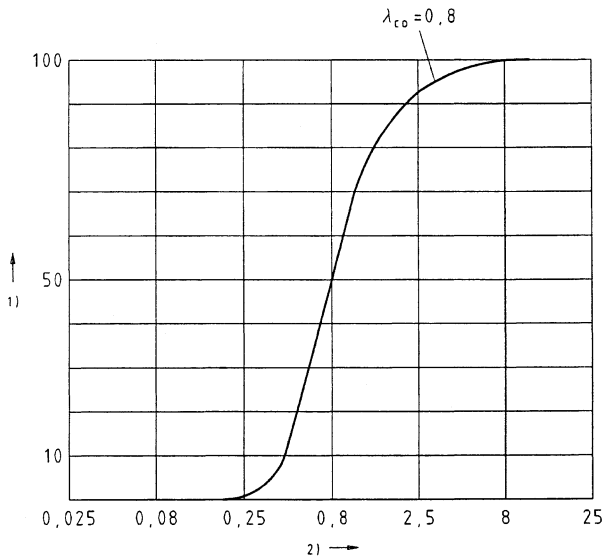


Bild 697.1

Übertragungscharakteristik der langwelligen Profilkomponente

- 1) Amplitudenübertragung  $a_2/a_0$  in Prozent
- 2) Profil für Sinuswelle in Millimeter

Die kurzwellige Profilkomponente ist die Differenz zwischen dem Oberflächenprofil und der langwelligen Profilkomponente. Die Gleichung als Funktion der Grenzwellenlänge  $\lambda_{c0}$  ist:

$$\frac{a_2}{a_0} = 1 - e^{-\pi \left( \frac{\alpha \cdot \lambda_{c0}}{\lambda} \right)^2}; \quad \frac{a_2}{a_0} = 1 - \frac{a_1}{a_0}$$

$a_2$  ist die übertragene Amplitude des sinusförmigen Rauheitsprofils.

#### DIN EN ISO 8785 Geometrische Produktspezifikation (GPS) – Oberflächenunvollkommenheiten; Begriffe, Definitionen und Kenngrößen (ISO 8785:1998) (Okt 1999)

Diese Norm definiert die Begriffe, die sich auf die Oberflächenunvollkommenheit beziehen, um ein einheitliches Wörterbuch zu schaffen, das in technischen Zeichnungen, wissenschaftlichen Publikationen usw. angewendet werden sollte. Sie gibt an, in welchem Maße Oberflächenunvollkommenheiten erlaubt sind und hilft bei der Spezifikation von Verfahren zur Messung von Oberflächenunvollkommenheiten.

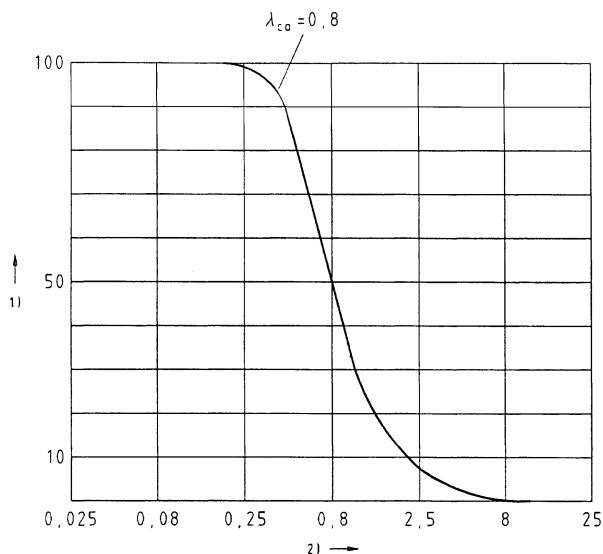


Bild 697.2

Übertragungscharakteristik der kurzwelligen Profilkomponente

- 1) Amplitudenübertragung  $a_2/a_0$  in Prozent
- 2) Profil für Sinuswellenlänge in Millimeter

**Bezugsoberfläche.** Oberfläche, die die Form einer geometrischen Oberfläche hat und von der ausgehend die Kenngrößen von Oberflächenunvollkommenheiten bestimmt werden.

**Auswertebereich für die Oberflächenunvollkommenheit.** Anteil der wirklichen Oberfläche oder die gesamte wirkliche Oberfläche des Werkstückes, über die die Oberflächenunvollkommenheiten bestimmt und geprüft werden.

**Oberflächentextur.** Wiederholte oder zufällige Abweichungen von der geometrischen Oberfläche in dreidimensionaler Topographie der Oberfläche.

Die Oberflächentextur beinhaltet Rauheit, Welligkeit, Oberflächencharakter, Oberflächenunvollkommenheiten und Formabweichungen innerhalb eines Teilbereiches der Oberfläche.

**Oberflächenunvollkommenheit.** Element oder Unregelmäßigkeit oder Gruppe von Elementen und Unregelmäßigkeiten der wirklichen Oberfläche, die unbeabsichtigt oder zufällig durch die Bearbeitung, Lagerung oder Funktion der Oberfläche entstanden sind.

Die Benennungen „Oberflächenmangel“ und „Oberflächenfehler“ sollten für diese Definition nicht angewendet werden. „Mängel“ und „Fehler“ haben nach anderen Normen und nach geltendem Recht andere Bedeutungen.

Wenn eine solche Oberflächenunvollkommenheit auf der wirklichen Oberfläche vorhanden ist, bedeutet dies nicht, dass die vorliegende Oberfläche für die Anwendung nicht geeignet ist.

**Vertiefung.** Nach innen gerichtete Oberflächenunvollkommenheit.

**Riefe.** Oberflächenunvollkommenheit, die eine linienförmige Vertiefung mit gerundetem oder flachem Grund darstellt (s. Bild 698.1).

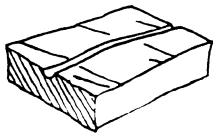


Bild 698.1 Riefe



Bild 698.2 Kratzer

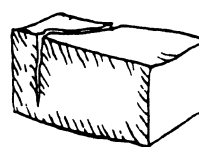


Bild 698.3 Riss

**Kratzer.** Oberflächenunvollkommenheit, die eine Vertiefung unregelmäßiger Form in nicht festgelegter Richtung darstellt (s. Bild 698.2).

**Riss.** Linienförmige Vertiefung mit scharfem Grund, verursacht durch das Zerstören der Gleichförmigkeit von Oberfläche und Werkstoff des Werkstückes (s. Bild 698.3).

**Pore.** Vertiefung von geringer Größe mit steiler Böschung, üblicherweise scharfkantig. Die oberen Kanten der Vertiefung sind nicht höher als die Bezugsoberfläche (s. Bild 698.4).

**Lunker.** Oberflächenunvollkommenheit in Form einer einzelnen Vertiefung, verursacht durch das Herausfallen von fremdartigen Teilchen, durch Ätzen oder durch den Einfluss von Gasen (s. Bild 698.5).

**Schrumpfloch.** Vertiefung, verursacht durch Schrumpfen während des Erstarrens eines Gussstückes, einer Schweißnaht usw. (s. Bild 698.6).

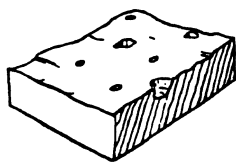


Bild 698.4 Pore

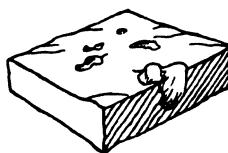


Bild 698.5 Lunker

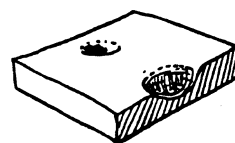


Bild 698.6 Schrumpfloch

**Bruch, Sprung, Spalt.** Scharfkantige spaltförmige Öffnung von unregelmäßiger Form und kleiner Tiefe (s. Bild 699.1).

**Kantenverrundung.** Oberflächenunvollkommenheit in Form eines abgerundeten Teils der Oberfläche, die sich in der Schnittlinie zweier Werkstückoberflächen befindet (s. Bild 699.2).

**Delle.** Vertiefung, ohne erhobenen Anteil. Sie wird häufig durch plastische Verformung infolge von Druck oder Schlag verursacht (s. Bild 699.3).

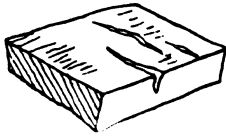


Bild 699.1 Bruch, Sprung, Spalt

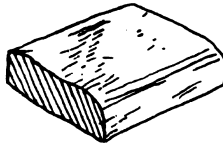


Bild 699.2 Kantenverrundung

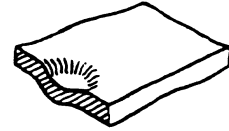


Bild 699.3 Delle

**Buckel.** Nach außen gerichtete Oberflächenunvollkommenheit.

**Auswuchs.** Wellen- oder hügelartige Erhöhung von kleiner Größe und geringer Höhe (s. Bild 699.4).

**Blase.** Örtliche Wölbung, verursacht durch Gas- oder Flüssigkeitseinschlüsse unter der Oberfläche (s. Bild 699.5).

**Beule (konvex).** Wölbung auf der Oberfläche eines Bleches infolge örtlicher Biegung (s. Bild 699.12).

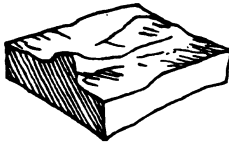


Bild 699.4 Auswuchs

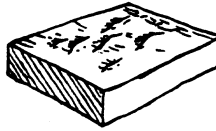


Bild 699.5 Blase



Bild 699.6 Beule

**Schuppe.** Schuppenförmige Ablagerung kleiner Dicke, die sich leicht ablöst. Diese Oberflächenunvollkommenheit entsteht durch das Ablättern der Oberflächenschicht, die eine andere Struktur als Grundwerkstoff hat (s. Bild 699.7).

**Einschluss.** Oberflächenunvollkommenheit, verursacht durch das im Werkstoff des Werkstückes enthaltene Fremtteilchen (s. Bild 699.8).

**Grat.** Scharfkantige Erhöhung der Oberfläche, häufig mit einer Abrundung auf der gegenüberliegenden Seite (s. Bild 699.9).

**Krater.** Vertiefung mit einer kreisförmigen Kontur und erhöhten Kanten, die an den Krater eines Vulkanes erinnert, wobei die Kanten höher als die Bezugsfläche liegen (s. Bild 699.10).

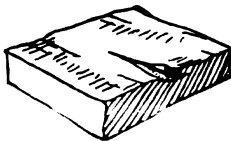


Bild 699.7 Schuppe

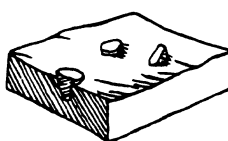


Bild 699.8 Einschluss

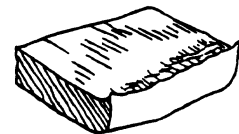


Bild 699.9 Grat

**Überlappung.** Zungenförmige Erhöhung von geringer Dicke, meistens in Form einer Naht, die durch eine Falte auf dem Werkstoff verursacht und in die Oberfläche beim Walzen, Schmieden, usw. hineingedrückt wird (s. Bild 699.11).

**Aufreißer.** Bandförmige Erhöhungen, verursacht durch schlechte spanende Bearbeitung (s. Bild 699.12).

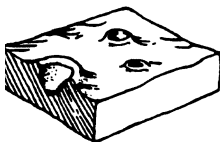


Bild 699.10 Krater

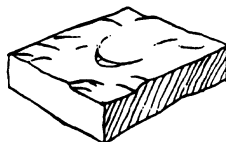


Bild 699.11 Überlappung

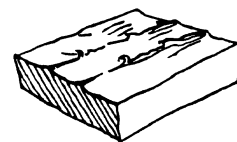


Bild 699.12 Aufreißer

**Abdruck.** Beschädigung der Oberfläche, wie z. B. von Kugellagern, Rollen und Laufringen mit silberartigem mattedem Aussehen. Die Beschädigung tritt stellenweise an der Oberfläche auf und wird durch periodisch auftretende Überlastung verursacht (s. Bild 700.1).

**Erosion.** Beschädigung der Oberfläche infolge physikalischer Zerstörung oder Verschleiß der Oberfläche (s. Bild 700.2).

**Korrosion.** Beschädigung der Oberfläche infolge chemischer Zerstörung der Oberfläche (s. Bild 700.3).

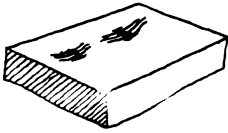


Bild 700.1 Abdruck

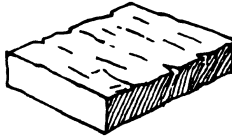


Bild 700.2 Erosion

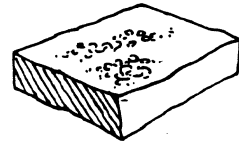


Bild 700.3 Korrosion

**Streifen.** Bandförmiger vertiefter Bereich auf der Oberfläche, meistens von geringer Tiefe, oder Bereich unterschiedlicher Oberflächentextur (s. Bild 700.4).

**Schichtartige Oberfläche.** Oberflächenunvollkommenheit, verursacht durch das Abblättern einer Teilfläche der Oberflächenschicht eines Werkstückes (s. Bild 700.5).

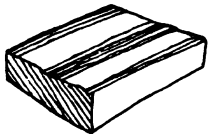


Bild 700.4 Streifen

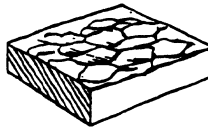


Bild 700.5 Schichtartige Oberfläche

# 17 Korrosionsschutz

Bearbeitet von A. Wehrstedt

Unter Korrosion versteht man die Reaktion eines metallischen Werkstoffs mit seiner Umgebung, die eine messbare Veränderung des Werkstoffs bewirkt und zu einer Beeinträchtigung der Funktion eines metallischen Bauteils oder eines ganzen Systems führen kann (DIN EN ISO 8044, s. Norm). Korrosionsschutz wird erreicht durch Maßnahmen mit dem Ziel, Korrosionsschäden zu vermeiden:

- a) durch Beeinflussung der Eigenschaften der Reaktionspartner und/oder durch Änderung der Reaktionsbedingungen,
- b) durch Trennung des metallischen Werkstoffs vom korrosiven Mittel durch aufgebrauchte Schutzschichten sowie
- c) durch elektromechanische Maßnahmen (DIN EN ISO 8044, s. Norm).

Aus dem ständig wachsenden Normenbestand<sup>1)</sup> werden hier nur einige der Normen behandelt (s. auch Abschn. 13.4 Thermisches Spritzen sowie andere Normen im DIN-Katalog).

Für die Erarbeitung dieser Normen sind die Normenausschüsse Materialprüfung (NMP) ([www.nmp.din.de](http://www.nmp.din.de)) und Beschichtungsstoffe und Beschichtungen (NAB) ([www.nab.din.de](http://www.nab.din.de)) im DIN zuständig.

## DIN EN ISO 8044 Korrosion von Metallen und Legierungen – Grundbegriffe und Definitionen (ISO 8044:1999) (Nov 1999)

Die Definitionen in dieser Internationalen Norm sind mit dem Anspruch formuliert worden, ein vernünftiges Gleichgewicht zwischen Genauigkeit und einfacher Verständlichkeit zu erreichen. Einige Korrosionsbegriffe, die zur Zeit benutzt werden, haben sich durch allgemeinen Gebrauch entwickelt und sind nicht immer logisch. Deshalb war es nicht immer möglich, die Begriffe so zu definieren, wie sie in verschiedenen Ländern benutzt werden. Wegen gelegentlicher Konflikte zwischen Tradition und Logik stellen einige Begriffe unvermeidliche Kompromisse dar.

Ein Beispiel dieser Art von Konflikten bietet der Begriff „Korrosion“. Dieser Begriff ist verwendet worden für den Vorgang, das Ergebnis dieses Vorganges und den Schaden, der durch Korrosion verursacht wird. In dieser Internationalen Norm wird „Korrosion“ als der Vorgang (Reaktion) verstanden. Irgendein erkennbares Ergebnis einer Korrosion in einem beliebigen Teil eines Korrosionssystems wird als „Korrosionserscheinung“ bezeichnet. Der Begriff „Korrosionsschaden“ beinhaltet jegliche Beeinträchtigung der Funktion eines technischen Systems, von dem das Metall und die Umgebung einen Teil darstellen. Konsequenterweise beinhaltet der Begriff „Korrosionsschutz“, dass es wichtiger ist, einen Korrosionsschaden zu verhindern, als Korrosion zu verhindern, was in vielen Fälle unmöglich und auch nicht erforderlich ist.

In Tab. 701.1 sind die Abschnitte 2 und 4 der Norm vollständig wiedergegeben. Für die Abschnitte 3 „Korrosionsarten“, 5 „Korrosionsversuche“ und 6 „Elektrochemische Begriffe“ wird auf die Norm verwiesen.

Tabelle 701.1 Grundbegriffe und Definitionen

	Benennung	Kurzbeschreibung	Anmerkung
2	Allgemeine Begriffe		
2.01	Korrosion	physikochemische Wechselwirkung zwischen einem Metall und seiner Umgebung, die zu einer Veränderung der Eigenschaften des Metalls führt, und die zu erheblichen Beeinträchtigungen der Funktion des Metalles, der Umgebung oder des technischen Systems, von dem diese einen Teil bilden, führen kann	Diese Wechselwirkung ist oft elektrochemischer Natur.

Fortsetzung s. nächste Seite

<sup>1)</sup> S. DIN-Taschenbuch 143: Korrosionsschutz von Stahl durch Beschichtungen und Überzüge 1 DIN 267-10 bis DIN 80200, DIN-Taschenbuch 168: Korrosionsschutz von Stahl durch Beschichtungen und Überzüge 2 DIN-EN-Normen, DIN-Taschenbuch 175: Prüfnormen für metallische und anorganische nichtmetallische Überzüge, DIN-Taschenbuch 219: Korrosion und Korrosionsschutz; Beurteilung, Prüfung, Schutzmaßnahmen, und DIN-Taschenbuch 266: Korrosionsschutz von Stahl durch Beschichtung und Überzüge DIN-EN-ISO-Normen. Beuth-Verlag GmbH, Berlin, Wien, Zürich.

Tabelle 701.1 Grundbegriffe und Definitionen

	Benennung	Kurzbeschreibung	Anmerkung
2.02	Angriffsmittel	Stoff, der Korrosion verursacht, wenn er mit einem gegebenen Metall in Berührung kommt	
2.03	Korrosionsmedium	Umgebung, die ein oder mehrere Angriffsmittel enthält	
2.04	Korrosionssystem	System, das aus einem oder mehreren Metallen und jenen Teilen der Umgebung besteht, die die Korrosion beeinflussen	Teile der Umgebung können z. B. Beschichtungen, Oberflächenschichten oder zusätzliche Elektroden sein.
2.05	Korrosionserscheinung	durch Korrosion verursachte Veränderung in einem beliebigen Teil des Korrosionssystems	
2.06	Korrosionsschaden	Korrosionserscheinung, die eine Beeinträchtigung der Funktion des Metalls, der Umgebung oder des technischen Systems, von dem diese einen Teil bilden, verursacht	
2.07	Korrosionsversagen	Korrosionsschaden, gekennzeichnet durch den vollständigen Verlust der Funktionsfähigkeit des technischen Systems	
2.08	Korrosionsprodukt	Stoff, der als Ergebnis von Korrosion gebildet wird	
2.09	Zunder	feste Schicht von Korrosionsprodukten, die sich auf einem Metall bei hoher Temperatur bildet	Der Begriff „scale“ wird in einigen Ländern auch für feste Ablagerungen aus übersättigtem Wasser verwendet.
2.10	Rost	sichtbare Korrosionsprodukte, die hauptsächlich aus hydratisierten Eisenoxiden bestehen	
2.11	Angriffstiefe	Abstand zwischen einem Punkt auf einer korrodierten Metalloberfläche und der ursprünglichen Oberfläche des Metalls	
2.12	Korrosionsgeschwindigkeit	Korrosionserscheinung an einem Metall pro Zeit	Die Einheit, in der die Korrosionsgeschwindigkeit ausgedrückt wird, hängt von dem technischen System und der Form der Korrosionserscheinung ab.
2.13	Korrosionsbeständigkeit	Fähigkeit eines Metalls, die Funktionsfähigkeit in einem gegebenen Korrosionssystem beizubehalten	
2.14	Korrosivität	Fähigkeit einer Umgebung, Korrosion eines Metalls in einem gegebenen Korrosionssystem zu verursachen	
2.15	Korrosionswahrscheinlichkeit	qualitativer und/oder quantitativer Ausdruck für die erwartete Korrosionserscheinung in einem definierten Korrosionssystem	
2.16	Funktionsfähigkeit (in Bezug auf Korrosion)	Fähigkeit eines Korrosionssystems, seine Funktionen ohne Beeinträchtigungen durch Korrosion zu erfüllen	

Fortsetzung s. nächste Seiten

Tabelle 701.1, Fortsetzung

	Benennung	Kurzbeschreibung	Anmerkung
2.17	Dauerhaftigkeit (in Bezug auf Korrosion)	Fähigkeit eines Korrosionssystems, die Funktionsfähigkeit über eine vorgegebene Nutzungsdauer beizubehalten, wenn die Anforderungen an Verwendung und Instandhaltung erfüllt worden sind	
2.18	Nutzungsdauer (in Bezug auf Korrosion)	Zeitabschnitt, in dem das Korrosionssystem die Anforderungen an die Funktionsfähigkeit erfüllt	
2.19	kritische Feuchtigkeit	Wert der relativen Luftfeuchtigkeit einer Atmosphäre, oberhalb dessen eine deutliche Zunahme der Korrosionsgeschwindigkeit eines bestimmten Metalls auftritt	
4	Korrosionsschutz		
4.01	Korrosionsschutz	Veränderung eines Korrosionssystems derart, dass Korrosionsschäden verringert werden	
4.02	Schutzgrad	(prozentuale) Verringerung des Korrosionsschadens durch Korrosionsschutz	Alle auftretenden Korrosionsarten müssen berücksichtigt werden.
4.03	zeitweiser Korrosionsschutz	Korrosionsschutz, der für einen begrenzten Zeitabschnitt vorgesehen ist	Zeitweiser Korrosionsschutz wird angewendet z. B. für Lagerung und Transport von Metallprodukten oder während der Stillstandszeit von betrieblichen Einrichtungen.
4.04	Schutzschicht	Schicht einer Substanz auf einer Metalloberfläche, die die Korrosionsgeschwindigkeit verringert	Solche Schichten können aufgebracht werden oder spontan auftreten, z. B. durch Korrosion.
4.05	Schutzbeschichtung	Schicht(en) von Stoffen, die auf Metalloberflächen aufgebracht werden, um Korrosionsschutz zu erzielen	
4.06	Korrosionsinhibitor	Chemikalie, die, wenn sie im Korrosionssystem in geeigneter Konzentration vorliegt, die Korrosionsgeschwindigkeit verringert, ohne die Konzentration eines Angriffsmittels merklich zu verändern	Ein Korrosionsinhibitor ist normalerweise in geringen Konzentrationen wirksam.
4.07	Dampfphaseninhibitor	Korrosionsinhibitor, der die Metalloberfläche über die Gasphase erreichen kann	
4.08	Entlüftung	Entfernen von Luft aus einem Medium	Wenn nur Sauerstoff entfernt wird, ist der Begriff „Sauerstoffentfernung“ besser geeignet.
4.09	Schutzatmosphäre	künstliche Atmosphäre, deren Korrosivität als Folge der Entfernung oder des Ausschlusses von Angriffsmitteln oder durch Zugabe von Korrosionsinhibitoren verringert worden ist	
5.01	Korrosionsversuch	Versuch, der ausgeführt wird zur Abschätzung der Korrosionsbeständigkeit eines Metalls, der Umweltverunreinigung durch Korrosionsprodukte, der Effektivität von Maßnahmen zum Korrosionsschutz oder der Korrosivität einer Umgebung	

### DIN EN 12508 Korrosionsschutz von Metallen und Legierungen – Oberflächenbehandlung, metallische und andere anorganische Überzüge – Wörterbuch (Sep 2000)

Die Definitionen in dieser Europäischen Norm entsprechen dem praktischen Gebrauch im Bereich den diese Norm umfasst. Sie stimmen nicht zwangsläufig mit denjenigen überein, die in anderen Bereichen verwendet werden. Wo Zweifel bzgl. des Anwendungsbereichs einer Bezeichnung auftreten könnten, wird der Fachbereich, in Winkelklammern gesetzt, angegeben, z. B. Galvanotechnik.



Bestimmte chemische, physikalische und elektrische Benennungen wurden nicht aufgenommen, wenn ihre Bedeutung in der Galvanotechnik mit der in der üblichen Wissenschaft und Technik identisch ist und als allgemein bekannt vorausgesetzt werden kann. Definitionen solcher Bezeichnungen können in einem der bekannten Hand- oder Wörterbücher der Chemie oder Physik gefunden werden. Allgemeine Benennungen, die Korrosion von Metallen und Legierungen betreffend, finden sich in DIN EN ISO 8044.

In Tab. 704.1 ist Abschnitt 2 der Norm vollständig wiedergegeben. Abschnitt 3 „Glossar“ enthält weitere 168 Definitionen.

Tabelle 704.1 Definitionen

	Benennung	Kurzbeschreibung	Anmerkung
2	Allgemeine Arten der Oberflächenbehandlung		
2.1	Oberflächenbehandlung	Behandlung die eine Veränderung der Oberfläche zur Folge hat	Der Begriff ist auch in eingeschränktem Sinn, unter Ausschluss metallischer Überzüge, gebräuchlich.
2.2	elektrolytische Abscheidung	Verfahren zur Abscheidung eines Metalls oder einer Legierung auf einer Elektrode durch Elektrolyse	Verfahren der elektrolytischen Abscheidung schließen galvanische Metallabscheidung, Galvanoformen (Galvanoplastik), elektrolytisches Raffinieren und elektrolytische Metallerzeugung ein.
2.2.1	galvanische Metallabscheidung	elektrolytische Abscheidung eines festhaftenden Metallüberzugs auf einer Elektrode zur Herstellung einer Oberfläche, deren Eigenschaften oder Abmessungen sich von denen des Grundmetalls unterscheiden	Der im Deutschen bekannte Begriff Plattieren ist zu vermeiden, wenn es sich um galvanisch hergestellte Metallüberzüge handelt.
2.3	chemische Metallabscheidung	Abscheiden eines Metallüberzugs durch chemische, nichtelektrolytische Verfahren	Chemische Metallabscheidung entsteht durch Verdrängung, chemische Reduktion oder thermische Abscheidung.
2.3.1	Zementationsüberzug	metallischer Überzug, der durch eine Verdrängungsreaktion hergestellt wird, bei der ein Metall ein anderes aus der Lösung verdrängt (es zementiert aus)	Beispiel: $\text{Fe} + \text{Cu}^{2+} \rightarrow \text{Cu} + \text{Fe}^{2+}$
2.3.2	Kontaktverfahren	Abscheidung eines Metallüberzugs auf einem metallischen Substrat durch galvanische Wirkung, in der letzteres in Kontakt mit einem anderen Metall in eine Lösung eingetaucht wird, die eine Verbindung des abzuscheidenden Metalls enthält	
2.3.3	autokatalytische Metallabscheidung	Abscheidung eines Metallüberzugs durch eine kontrollierte chemische Reduktion, die durch das abzuscheidende Metall oder die Legierung katalysiert wird	Im Deutschen oft auch als „außenstromlose“ Metallabscheidung bezeichnet.
2.3.4	nicht autokatalytische Metallabscheidung	Abscheiden eines Metallüberzugs durch eine kontrollierte chemische Reduktion, die durch das abzuscheidende Metall oder die Legierung nicht katalysiert wird	
2.3.5	chemisches Aufdampfverfahren, CVD	Verfahren zur Herstellung eines Überzugs durch chemische Reaktion, ausgelöst durch Wärme oder Reduktion in der Gasphase eines Dampfes, der auf einem Substrat kondensiert	
2.4	Schmelztauchüberzug	Verfahren zur Herstellung eines Metallüberzugs durch Eintauchen des Werkstücks in ein Bad aus geschmolzenem Metall	Der im Englischen traditionelle Ausdruck „galvanizing“, der sich auf Zinküberzüge bezieht, die durch das Eintauchen in ein Bad aus geschmolzenem Zink hergestellt worden sind, sollte stets mit dem Zusatz „hot dip“ benutzt werden.

Fortsetzung s. nächste Seite

Tabelle 704.1, Fortsetzung

	Benennung	Kurzbeschreibung	Anmerkung
2.5	Metallisieren	Aufbringen eines Metallüberzugs auf nicht-metallische Materialien	Es wird empfohlen, den Ausdruck „Metallisieren“ auf die oben angeführte Bedeutung zu beschränken und ihn insbesondere nicht als Synonym für Metallspritzen oder im Sinne der Abscheidung eines metallischen Überzugs auf einem metallischen Substrat zu verwenden.
2.6	Metallspritzen	Auftragen eines Metalls durch thermisches Spritzen	
2.7	Plattieren	Aufbringen eines Metallüberzugs auf einem anderen Metall durch mechanische Fabrikationsverfahren	
2.8	mechanisch aufgetragener Überzug	Aufbringen eines Metallüberzugs durch ein Verfahren, bei dem Pulvermetallteilchen auf einwandfrei vorbehandelten metallischen Substraten in einer rotierenden Trommel in Gegenwart von Aufprallmaterial (wie z. B. Glasperlen) in einem geeigneten chemischen Milieu ohne Verwendung elektrischen Stromes oder durch Wärme miteinander verbunden werden	Die Benutzung der Englischen Begriffe „mechanical plating“, „peen plating“ und „mechanical galvanizing“ wird nicht empfohlen.
2.9	physikalisches Aufdampfverfahren, PVD	Verfahren zur Abscheidung eines Überzugs durch Verdampfung und anschließende Kondensation eines Elements oder einer Verbindung, normalerweise im Hochvakuum	Sputtern und Ionenplattieren sind verwandte Verfahren.
2.10	thermisches Spritzen	Aufbringen eines Überzugs durch ein Verfahren, bei dem geschmolzenes oder durch Wärme erweichtes Material aus einer Spritzpistole auf jedes beliebige Substrat geschleudert wird vgl. Metallspritzen	Eine umfassende Terminologie, die das Gebiet des thermischen Spritzens behandelt, findet sich in DIN EN 657, s. Norm.
2.11	Umwandlungsverfahren	chemisches oder elektrochemisches Verfahren zur Herstellung eines Überzugs, der aus einer Verbindung des die Oberfläche bildenden Metall besteht	Beispiel: Chromatierüberzüge auf Zink oder Cadmium oder Oxid und Phosphatüberzüge auf Stahl.
2.12	Diffusionsverfahren	Verfahren zur Herstellung einer Oberflächenschicht (Diffusionsschicht) durch Diffusion eines anderen Metalls oder Nichtmetalls in die Oberfläche des Substrats (Galvanotechnik) Wärmebehandlung des Werkstücks, um ein Legieren oder die Bildung intermetallischer Verbindungen zwischen zwei oder mehr Überzügen zu erzielen	Eine Wärmebehandlung nach der galvanischen Metallabscheidung (z. B. Entfernung von atomarem Wasserstoff) wird in der Terminologie der Oberflächentechnik üblicherweise nicht als Diffusionsverfahren bezeichnet.
2.13	Sherardisieren	Bildung eines Zink/Eisen-Legierungsüberzugs auf verschiedenen Produkten durch Erwärmen in einer Mischung von Zinkstaub mit Luft mit oder ohne Einsatz inerte Mittel	

Weitere Verständigungsnormen über Korrosion und Korrosionsuntersuchungen: DIN 50905 Korrosionsuntersuchungen, Teil 1 Grundsätze, Teil 2 Korrosionsgrößen bei gleichmäßiger Flächenkorrosion, Teil 3 Korrosionsgrößen bei ungleichmäßiger und örtlicher Korrosion ohne mechanische Belastung, Teil 4 Durchführung von chemischen Korrosionsversuchen ohne mechanische Belastung in Flüssigkeiten im Laboratorium und DIN 50918 Korrosion der Metalle, Elektrochemische Korrosionsuntersuchungen. Ein Verfahren für die Auswertung von Korrosionsprüfungen beschreibt DIN EN ISO 1462.

## DIN EN 1403 Korrosionsschutz von Metallen – Galvanische Überzüge – Verfahren für die Spezifizierung allgemeiner Anforderungen (Okt 1998)

Neben den Angaben für das Bilden der Bezeichnung für galvanische Überzüge enthält die Norm allgemeine Bestellangaben.

Die **Bezeichnung** eines galvanischen Überzugs von 12 µm Zink (Zn12) auf einem Eisenwerkstoff (Fe) entsprechend DIN EN 12329, der vor der elektrolytischen Metallabscheidung 2 h bei einer Mindesttemperatur von 190 °C wärmebehandelt worden ist (HT(190)2) und der zusätzlich einen undurchsichtigen Chromatierüberzug (D) mit nachträglicher Versiegelung durch Anwendung eines organischen oder anorganischen Versiegelungsmittels (T2) erhalten hat, ist z. B. wie folgt.

### Galvanischer Überzug EN 12329-Fe/HT(190)2/Zn12//D/T2

Der doppelte Schrägstrich, der der Angabe der Schichtdicke folgt, zeigt eine „fehlende Stufe“ an, d. h., dass hier keine Wärmebehandlung nach der elektrolytischen Metallabscheidung stattgefunden hat.

*Anmerkung:* Beispiele von Bezeichnungen sind in jeder Europäischen Norm für die individuellen galvanischen Überzüge enthalten.

In Tab. 706.1 sind Symbole enthalten, die Beispiele der in der Bezeichnung zu verwendenden Symbole sind.

Tabelle 706.1 Beispiele von Symbolen

Grundmetall-Symbole		Symbole der galvanischen Überzüge		Symbole der Chromat-Umwandlungsüberzüge	
Fe	Eisen oder Stahl	Zn	Zink	A <sup>1)</sup>	farblos gebleicht irisierend undurchsichtig schwarz
		Cd	Cadmium	B <sup>2)</sup>	
Zn	Zink	Ni	Nickel	C	
Cu	Kupfer	Cu	Kupfer	D	
				F	
Al	Aluminium	Cr	Chrom		
		Sn	Zinn		
		Pb	Blei		
		Ag	Silber		
		Au	Gold		

<sup>1)</sup> A braucht das Chrom nicht in sechswertiger Form zu enthalten.

<sup>2)</sup> B ist ein zweistufiges Verfahren.

Beispiele von Beanspruchungsstufen und der zugeordneten Beanspruchung sind in Tab. 706.2 zusammengestellt:

Tabelle 706.2 Beispiele für Beanspruchungsstufen

Beanspruchungsstufe	Stärke der Beanspruchung
0	Dekorative Anwendung (ohne Beanspruchung)
1	Innenraumbeanspruchung in warmer, trockener Atmosphäre
2	Innenraumbeanspruchung in Räumen, in denen Kondensation auftreten darf
3	Freibewitterung unter gemäßigten Bedingungen
4	Freibewitterung unter schweren korrosiven Bedingungen, See- oder Industrieklima

Wenn eine zusätzliche Behandlung, Umwandlungsüberzüge ausgenommen, erforderlich ist, muss die Art der Behandlung mit den Symbolen in Tab. 707.1 angegeben werden.

Für Überzüge durch Feuerverzinken gilt DIN EN ISO 1461.

Mit der Veröffentlichung von DIN EN 1403 wurde eine so genannte „Restnorm“ DIN 50960-1 herausgegeben, in der Festlegungen für galvanische Überzüge enthalten sind, die entweder durch eigenständige Normen nicht erfasst werden oder die auf nichtmetallischen Grundwerkstoffen abgeschieden werden sollen. Außerdem legt die Norm Bezeichnungen für die Farbe bei einzufärbenden Chromatierüberzügen auf galvanischen Zink- und Cadmiumüberzügen fest (s. Norm).

Angaben für galvanische Überzüge in technischen Zeichnungen enthält DIN 50960-2 (s. Norm).

Tabelle 707.1 Zusätzliche Behandlungen – ausgenommen Umwandlungsüberzüge

Symbol	Art der Behandlung
T1	Anwendung von Farben, Lacken, Pulverbeschichtungen oder ähnlichen Beschichtungsstoffen
T2	Anwendung von anorganischen oder organischen Versiegelungsmitteln
T3	Färben
T4	Anwendung von Fetten, Ölen oder anderen Schmiermitteln
T5	Anwendung von Wachsen

### DIN EN 12476 Phosphatierüberzüge auf Metallen – Verfahren für die Festlegung von Anforderungen (Jul 2000)

Der Begriff Phosphatieren ist in DIN EN 12508 festgelegt (s. Norm).

Je nach Art der Werkstoffe und der Oberflächenbeschaffenheit der daraus erzeugten Werkstücke sowie ihrer mechanischen und chemischen Behandlung vor dem Phosphatieren, der Zusammensetzung des Phosphatierbades sowie den Arbeitsbedingungen beim Phosphatieren entstehen Überzüge von unterschiedlicher flächenbezogener Masse und/oder unterschiedlicher scheinbarer Dichte. Alle Phosphatüberzüge weisen Poren auf, die durch Nachbehandlungsverfahren weitgehend geschlossen werden können.

Tabelle 707.2 Eigenschaften der Phosphatüberzüge

Hauptbestandteil(e) des Bades	Erzeugte Art des Überzugs	Kurzzeichen des Überzugs	Übliches Aussehen des Überzugs	Flächenbezogene Masse (g/m <sup>2</sup> ) auf			
				Eisenwerkstoffen	Aluminium	Zink	Cadmium
Zn(H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	Zinkphosphat	Znph	hellgrau bis dunkelgrau	1 bis 30	0,3 bis 10	1 bis 20	
Zn(H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> Ca(H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	Zinkcalciumphosphat	ZnCaph	hellgrau bis dunkelgrau	1 bis 10	–	1 bis 10	–
Mn(H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	Manganphosphat	Mnph	dunkelgrau bis schwarz	1 bis 30	–	–	–
Me(I)(H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> <sup>1)</sup>	Phosphate vom behandelten Metall (plus Eisenoxid im Falle von Eisenwerkstoffen)	Feph	amorphe Überzüge von etwa 0,1 bis 1 g/m <sup>2</sup> ; irisierend z. B. gelblich bis bläulich grau  Überzüge über etwa 1 g/m <sup>2</sup> : grau	0,1 bis 1,5	< 0,5	0,1 bis 2	–

1) Me(I) bedeutet ein Alkalimetall oder (NH<sub>4</sub>)<sup>+</sup>

Verwendungszwecke:

- Phosphatüberzüge zum Korrosionsschutz (s. Tab. 707.2) und/oder Haftvermittlung
- Phosphatüberzüge zum Erleichtern der spanlosen Kaltformgebung
- Phosphatüberzüge zur Verminderung der Reibung
- Phosphatüberzüge zur elektrischen Isolation

Die **Bezeichnung** der Überzüge wird nach DIN EN 12476 gebildet.

Ein Überzug des Zinkphosphattyps (Znph), der zum Korrosionsschutz (r) auf einem Eisenwerkstoff (Fe) mit einer flächenbezogenen Masse von 3 g/m<sup>2</sup> ± 0,9 g/m<sup>2</sup> aufgebracht wurde und der durch Versiegelung (T2) und Anstrich (T3) nachbehandelt worden ist, hat die folgende **Bezeichnung**:

**Phosphatumwandlungsüberzug EN 12476-Fe//Znph/r/3/T2/T1**

Weitere Einzelheiten sowie Angaben über die Prüfung s. Norm.

### **DIN EN ISO 1461 Durch Feuerverzinken auf Stahl aufgebrauchte Zinküberzüge (Stückverzinken) – Anforderungen und Prüfungen (Mrz 1999)**

In dieser Norm werden Anforderungen an und Prüfverfahren für Überzüge festgelegt, die durch Feuerverzinken von Einzelteilen oder Werkstücken aus Eisenwerkstoffen (Stahl, Stahlguss oder Guss-eisen) zum Schutz gegen Korrosion aufgebracht worden sind (Stückverzinken).

Da in DIN EN ISO 1461 keine Kurzzeichen und Zeichnungsangaben festgelegt sind, empfiehlt Beiblatt 1 zu DIN EN ISO 1461, die folgenden früher in DIN 50976 festgelegten Bezeichnungen beizubehalten:

Ein Überzug durch Feuerverzinken (tZn) (t steht als Abkürzung für „thermisch“) ohne Anforderungen für eine Nachbehandlung (o) wird wie folgt bezeichnet: **Überzug DIN 50976-tZn o**.

Das Kurzzeichen tZnb steht für das Feuerverzinken und Beschichten, das Kurzzeichen tZnk für Feuerverzinken und keine Nachbehandlung vornehmen.

### **DIN EN 10240 Innere und/oder äußere Schutzüberzüge für Stahlrohre – Festlegungen für durch Schmelztauchverzinken in automatischen Anlagen hergestellte Überzüge (Feb 1998)**

Die Norm legt verschiedene Überzugsqualitäten fest. Diese sind in zwei Gruppen eingeteilt:

- A für Gas- und Wasserleitungen, einschließlich Trinkwasseranlagen
- B für andere Anwendungen

Innerhalb dieser beiden Gruppen gibt es eine Unterteilung in jeweils drei Qualitäten, z. B. A.1 oder B.3.

Folgende Anforderungen sind in Abhängigkeit von den verschiedenen Überzugsqualitäten in der Norm festgelegt:

- Oberflächenqualität
- örtliche Mindestschichtdicke
- chemische Zusammensetzung des Zinküberzuges
- Haftvermögen (Einzelheiten s. Norm)

Folgende Prüfungen sind in der Norm festgelegt:

- Sichtprüfung
- örtliche Schichtdicke
- Haftvermögen
- chemische Zusammensetzung

Ein Leitfaden für den Prüfumfang ist in Anhang D der Norm gegeben (Einzelheiten s. Norm).

Die nach dieser Norm schmelztauchverzinkten Rohre müssen in Übereinstimmung mit der Norm, nach der sie hergestellt wurden, sowie mit der Nummer der vorliegenden Norm (DIN EN 10240) und der entsprechenden Überzugsqualität gekennzeichnet werden.

Die Kennzeichnung muss die Kennung des Herstellers des verzinkten Rohres enthalten.

Für den Überzug ist eine Werksbescheinigung 2.1 nach DIN EN 10204 auszustellen.

### **DIN EN ISO 12944-1 Beschichtungssysteme – Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme – Teil 1: Allgemeine Einleitung (Jul 1998)**

**DIN EN ISO 12944-2 – Teil 2: Einteilung der Umgebungsbedingungen (Jul 1998)**

**DIN EN ISO 12944-3 – Teil 3: Grundregeln zur Gestaltung (Jul 1998)**

**DIN EN ISO 12944-4 – Teil 4: Arten von Oberflächen und Oberflächenvorbereitung (Jul 1998)**

**DIN EN ISO 12944-5 – Teil 5: Beschichtungssysteme (Jul 1998)**

**DIN EN ISO 12944-6 – Teil 6: Laborprüfungen zur Bewertung von Beschichtungssystemen (Jul 1998)**

**DIN EN ISO 12944-7 – Teil 8: Ausführung und Überwachung der Beschichtungsarbeiten (Jul 1998)**

**DIN EN ISO 12944-8 – Teil 9: Erarbeiten von Spezifikationen für Erstschutz und Instandsetzung (Jul 1998)**

### **DIN 55928-9 Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungen und Überzüge – Beschichtungssysteme – Zusammensetzung von Bindemitteln und Pigmenten (Mai 1991)**

Die vorgenannten Normen stellen die Grundnormen über den Korrosionsschutz von Stahlbauten durch organische Beschichtungen und Metallüberzüge dar<sup>1)</sup>.

Für die Oberflächenvorbereitung von Stahl vor dem Beschichten liegt die Norm DIN EN ISO 8501-1 vor, in der Rostgrade und Oberflächenvorbereitungsgrade von unbeschichteten Stahloberflächen und Stahloberflächen nach ganzflächigem Entfernen vorhandener Beschichtungen festgelegt sind. Diese Norm enthält außer den Texten in den offiziellen ISO-Sprachen Englisch, Französisch und Russisch Anhänge mit Übersetzungen des Normtextes, und zwar in schwedischer, deutscher, niederländischer, italienischer, spanischer, portugiesischer, arabischer und chinesischer Sprache. Außerdem finden sich in ihr die bekannten fotografischen Vergleichsmuster aus der früheren schwedischen Norm SIS 05 59 00 (bzw. des früheren Beibl. 1 zu DIN 55928-4) und die Vergleichsmuster für den Norm-Reinheitsgrad Fl aus dem genannten Beiblatt. (Anhang A der ISO-Norm gilt nunmehr gleichzeitig als neueste (3.) Ausgabe von SIS 05 59 00.) ISO 8501-2 zeigt fotografische Beispiele für das Aussehen von Stahloberflächen, die mit anderen Strahlmitteln als Quarzsand vorbereitet wurden. Zu den Komplexen „Prüfung der Reinheit“, „Rauheit“ und „Oberflächenvorbereitungsverfahren“ liegen die Normenreihen ISO 8502-1ff., 8503-1ff. und 8504-1ff. vor.

### **DIN EN ISO 4628-3 Beschichtungsstoffe – Beurteilung von Beschichtungsschäden – Bewertung der Menge und Größe von Schäden und der Intensität von gleichmäßigen Veränderungen im Aussehen – Teil 3: Bewertung des Rostgrades (ISO 4628-3:2003) (Jan 2004)**

Die Norm dient dazu, bei Anstrichen und ähnlichen Beschichtungen eine auftretende Rostbildung durch Angabe des Rostgrades einheitlich zu bezeichnen. Ri 0 bedeutet Rostfreiheit, für die weiteren Rostgrade Ri 1 bis Ri 5 sind in der Norm Rostgradbilder enthalten (Ri 5 = größte Rostmenge).

Der Zusammenhang zwischen der 10-stufigen so genannten „Europäischen Rostgradskala“ und der US-amerikanischen Rostgradskala nach ASTM D 610 und Ri (= Rostgrad international) ist in Tab. 709.1 wiedergegeben.

Nicht verwechselt werden mit dem Rostgrad nach DIN EN 4628-3 darf der für unbeschichtete Stahloberflächen geltende Rostgrad nach ISO 8501-1 (Rostgrade A, B, C, D) (s. Norm).

Tabelle 709.1 Vergleich verschiedener Rostgrade

DIN EN ISO 4628-3: 2004-01	Rostgrad nach	
	„Europäischer Rostgradskala“	ASTM D610
Ri 0	Re 0	10
Ri 1	Re 1	9
Ri 2	Re 2	7
Ri 3	Re 3	6
–	Re 4	–
Ri 4	Re 5	–
–	Re 6	4
Ri 5	Re 7	1 bis 2
–	Re 8	–
–	Re 9	–

<sup>1)</sup> S. auch DIN-Taschenbuch 268: Korrosionsschutz durch Beschichtungen und Überzüge. Beuth Verlag GmbH, Berlin, Wien, Zürich.

**DIN EN ISO 2064 Metallische und andere organische Schichten – Definitionen und Festlegungen, die die Messung der Schichtdicke betreffen (ISO 2064:1996) (Jun 2000)**

In dieser Norm sind die bei der Messung von Schichtdicken zu beachtenden Begriffe, die Oberflächenbereiche, an denen die Messung auszuführen ist, sowie die Regeln für die Überprüfung der Einhaltung der vorgeschriebenen Schichtdicke festgelegt.

Die Norm gilt nicht für Schrauben, Muttern u. ä. Gewinde- und Formteile. Für diese gelten DIN 26710 und DIN ISO 4042. Für Gewinde an sonstigen Gegenständen sind Vereinbarungen zu treffen.

**Wesentliche Fläche** ist der Teil eines Gegenstandes, der mit einer Schicht beschichtet ist oder beschichtet werden soll und für den die Schicht für die Funktionsfähigkeit und/oder das Aussehen von Wichtigkeit ist und an dem sie alle festgelegten Anforderungen erfüllen muss.

**Referenzfläche** ist die Fläche, in der eine bestimmte Anzahl von Einzelmessungen durchzuführen ist.

**Messstelle** ist der Oberflächenbereich der wesentlichen Fläche, an dem eine Einzelmessung durchgeführt wird.

**Örtliche Schichtdicke** ist der arithmetische Mittelwert aus den Einzelmessungen, die im Bereich einer Referenzfläche ausgeführt werden.

Die Referenzflächen zur Bestimmung der örtlichen Schichtdicken sollen etwa 1 cm<sup>2</sup> groß sein und nach Möglichkeit die angenäherte Form eines Quadrates von 1 cm Seitenlänge aufweisen. Innerhalb jeder Referenzfläche sollen bis zu fünf Einzelmessungen ausgeführt werden.

**DIN EN ISO 3882 Metallische und andere anorganische Schichten – Übersicht von Verfahren der Schichtdickenmessung (ISO 3882:2003) (Okt 2003)**

In dieser Norm sind die in der Oberflächentechnik genormten Schichtdicken-Messverfahren beschrieben, und zwar Arbeitsprinzipien, Messunsicherheit und Anwendungsbereich, jeweils mit Angabe der entsprechenden Norm: Magnetische Verfahren, Wirbelstromverfahren, Betarückstreu-Verfahren, Röntgenfluoreszenz-Verfahren, Lichtschnittverfahren, Coulometrisches Verfahren, Mikroskopische Schichtdickenmessung am Querschleif, Gravimetrisches Verfahren und Maßanalytisches Verfahren.

Tab. 711.1 gibt eine Übersicht über die Auswahl von Messverfahren in Abhängigkeit von der Werkstoffkombination.

Tab. 712.1 zeigt repräsentative Dickenbereiche von Messgeräten zur Schichtdickenmessung.

Tabelle 711.1 Anwendbarkeit verschiedener gebräuchlicher Verfahren zur Messung der Schichtdicke

Grundwerkstoff	Schicht																	
	Al & Legierungen	Ag	AOC <sup>(3)</sup>	Au	Cd	Cr	Cu	Ni <sup>(1)</sup>	Ni <sup>(2)</sup>	NM <sup>(4)</sup>	Pb	Pd	Rh	Sn	Sn-Ni	Sn-Pb	VE <sup>(5)</sup>	Zn
Al & Legierungen	-	BCX	EX <sup>(13)</sup>	BCX	BCX	BCX E	BCX M <sup>(8,14)</sup>	BCX M <sup>(8,14)</sup>	BC <sup>(9)</sup> E <sup>(8,9)</sup> X <sup>(9,13)</sup>	E	BCX	BCX	BCX	BCX	BCX	B <sup>(10)</sup> XC <sup>(10)</sup>	E	BCX
Ag	BX <sup>(16)</sup>	-	-	BCX	CX	BCX	BCX	BCX M <sup>(8,14)</sup>	BC <sup>(9)</sup> X <sup>(9,13)</sup>	BE X <sup>(13)</sup>	BCX	X <sup>(13)</sup>	X	CX	B <sup>(10)</sup> X	EX <sup>(13)</sup>	BCX	
Cu & Legierungen	BX <sup>(16)</sup>	BCX	EX <sup>(13)</sup>	BCX	BCX	BCX E	C <sup>(15)</sup>	CX M <sup>(8,14)</sup>	C <sup>(9)</sup> E <sup>(8)</sup> X <sup>(13)</sup>	BE X <sup>(13)</sup>	BCX	BCX	BCX	BCX	B <sup>(10)</sup> XC <sup>(10)</sup>	EX <sup>(13)</sup>	CX	
Mg & Legierungen	BX <sup>(16)</sup>	BX	EX <sup>(13)</sup>	BX	BX	BX	BX	BX M <sup>(8,14)</sup>	BX <sup>(9)</sup>	E	BX	BX	BX	BX	B <sup>(10)</sup> X	E	BX	
Ni	BXM <sup>(16)</sup>	BCX M <sup>(16)</sup>	BE X <sup>(13)</sup>	BCX M <sup>(16)</sup>	BCX M <sup>(16)</sup>	BCX M <sup>(16)</sup>	CX M <sup>(16)</sup>	-	-	M <sup>(16)</sup>	BCX M <sup>(16)</sup>	BCX	BCX	BCX M <sup>(16)</sup>	B <sup>(10)</sup> C <sup>(10)</sup> XM <sup>(16)</sup>	M <sup>(15)</sup> X <sup>(13)</sup>	CX	
Ni-Co-Fe	BMX <sup>(13,16)</sup>	BMC X	-	BCM X	BCM X	CMX	CMX	CX <sup>(13)</sup>	CX <sup>(13)</sup>	BM X <sup>(13)</sup>	BCM X	BMX	BMX	BMC X	BMX C <sup>(10)</sup>	X <sup>(13)</sup>	BMC X	
NM <sup>(4)</sup>	BE	BCX	-	BCX	BCX	BCX	BCX	BCX M <sup>(8,14)</sup>	BC <sup>(9)</sup> X <sup>(13)</sup>	-	BCX	BCX	BCX	BCX	B <sup>(10)</sup> C <sup>(10)</sup> X	-	BCX	
Stähle <sup>(6)</sup>	BMX <sup>(16)</sup>	BCM X	-	BCM X	BCM X	CMX <sup>(12)</sup>	CMX	CX M <sup>(8,14)</sup>	C <sup>(9)</sup> M <sup>(8,9)</sup> X <sup>(13)</sup>	BE M X <sup>(13)</sup>	BCM X	BMX	BMX	BCM X	B <sup>(10)</sup> MX C <sup>(10)</sup>	MX <sup>(13)</sup>	BCM X	
Stähle <sup>(7)</sup>	BX <sup>(16)</sup>	BCX E <sup>(11)</sup>	-	BCX	BCX	CX <sup>(12)</sup>	CXE <sup>(11)</sup>	CX M <sup>(8,14)</sup>	C <sup>(9)</sup> E <sup>(16)</sup> M <sup>(8,9)</sup> X <sup>(9,13)</sup>	BE X <sup>(13)</sup>	BCX	BCX	BCX	BCX	B <sup>(10)</sup> XC <sup>(10)</sup>	EX <sup>(13)</sup>	BCX	
Ti	B <sup>(13)</sup> X <sup>(16)</sup>	BCX	-	BCX	BCX	CX	BCX	BCX M <sup>(8,14)</sup>	BC <sup>(9)</sup> X <sup>(13)</sup>	BE	BCX	BCX	BCX	BCX	B <sup>(10)</sup> CX	X <sup>(13)</sup>	BCX	
Zn & Leg.	BX <sup>(16)</sup>	BCX	-	BX	BX	CX	CX	CX M <sup>(8,14)</sup>	CX <sup>(9,13)</sup>	BE X <sup>(13)</sup>	BCX	BCX	BCX	BCX	B <sup>(10)</sup> X	E <sup>(10)</sup> X <sup>(13)</sup>	-	

Anmerkung 1 B = Betarückstreuverfahren (ISO 3543); C = Coulometrisches Verfahren (ISO 2177); E = Wirbelstromverfahren (ISO 2360); M = Magnetisches/elektromagnetisches Induktionsverfahren (ISO 2178), für Nickelschichten (s. Fußnote n); X = röntgenspektrometrisches Verfahren (ISO 3497).

Anmerkung 2 Diese Tabelle gibt nur allgemeine Richtlinien an. Die Anwendbarkeit eines Verfahrens kann vom jeweiligen Gerät oder von anderen Variablen abhängig sein, z. B. der Dicke von Schicht und Grundwerkstoff. Einzelheiten zu den Verfahren sollten aus den entsprechenden Abschnitten der Norm sowie aus der für jedes Messverfahren zutreffenden Norm entnommen werden, besonders bei der Kalibrierung.

Anmerkung 3 Die Dicke metallischer und nichtmetallischer Schichten kann auch nach dem mikroskopischen Verfahren (ISO 1463) und dem Verfahren mit Rasterelektronenmikroskop (ISO 9220) gemessen werden. Die Anwendbarkeit gravimetrischer (ISO 10111), interferometrischer (ISO 3868) und profilometrischer Verfahren (ISO 4518) sowie des Lichtschnittverfahrens (ISO 2128) ist in den entsprechenden Abschnitten der Norm und in der für jedes Messverfahren zutreffenden Norm festgelegt.  
(Fortsetzung s. nächste Seite)



- 1) Nickel
- 2) Autokatalytisch abgeschiedenes Nickel
- 3) Anodisches Oxid
- 4) Nichtmetall
- 5) Email
- 6) Magnetische, korrosionsbeständige Stähle
- 7) Nichtmagnetische Stähle
- 8) Verfahren ist empfindlich gegenüber Veränderungen der Permeabilität der Schicht
- 9) Verfahren ist empfindlich gegenüber Veränderungen des Phosphor/Bor-Gehalts der Schicht
- 10) Verfahren ist empfindlich gegenüber der Zusammensetzung der Legierung
- 11) Verfahren ist empfindlich gegenüber Veränderungen der Leitfähigkeit der Schicht
- 12) Nicht für Chromstähle
- 13) Messung möglich, Messfehler kann jedoch größer sein als üblich
- 14) Geräte für magnetische Verfahren (ISO 2361) können für die Dickenmessung einiger Nickelschichten angewendet werden
- 15) Nur auf CuZn, CuBe, CuSnAl
- 16) Nur, wenn der Grundwerkstoff ausreichend dick ist.

Tabelle 712.1 Repräsentative Dickenbereiche von Messgeräten zur Schichtdickenmessung

Geräteart	Repräsentative Dicke <sup>1) 2)</sup> µm	Zutreffende Internationale Norm
Magnetisches Verfahren für magnetische Schichten auf Stahl	5 bis 7500	ISO 2178
Magnetisches Verfahren für Nickelschichten	1 bis 125	ISO 2361
Wirbelstromverfahren	5 bis 2000	ISO 2360
Röntgenspektrometrisches Verfahren	0,25 bis 25	ISO 3497
Betarückstreuverfahren	0,1 bis 1000	ISO 3543
Verfahren mit Lichtschnittmikroskop	2 bis 100	ISO 2128
Coulometrisches Verfahren	0,25 bis 100	ISO 2177
Mikroskopisches Verfahren	0,4 bis mehrere Hundert	ISO 1463
Profilometrisches Verfahren	0,002 bis 100	ISO 4518
Verfahren mit Rasterelektronenmikroskop	1 bis mehrere Hundert	ISO 9220

<sup>1)</sup> Die in dieser Tabelle angegebenen Werte werden von den Geräteherstellern nur zur allgemeinen Information genannt.

<sup>2)</sup> Die Dickenbereiche haben eine Unsicherheit von weniger als 10 % der Dicke.

**Anmerkung 1:** Die angegebenen Dickenbereiche sind repräsentativ für:

- a) Standardmodelle handelsüblicher Geräte;
- b) den Gebrauch großer, ebener und glatter Proben;
- c) üblicherweise angewendete elektrolytisch, autokatalytisch oder anodisch aufgebrachte oder keramische Schichten und
- d) Messungen, die mit angemessener Sorgfalt und Mühe durchgeführt werden.

Die tatsächlichen Messbereiche hängen von mehreren Faktoren ab, z. B. Größe, Form, Schicht- und Grundwerkstoff der Probe; Durchführung der Messung und Modell des Gerätes. Die angegebenen Bereiche können häufig durch Modifizierung des Gerätes oder der Messtechniken erweitert werden. Einzelne Geräte decken möglicherweise nicht den gesamten, für diese Geräteausführung angegebenen Bereich ab.

**Anmerkung 2:** Im Allgemeinen kann bei einer Dicke von einem Zehntel der für den unteren Grenzwert angegebenen Dicke eine Messunsicherheit von 100 % der Dicke erwartet werden. Folglich hat das mikroskopische Verfahren eine absolute Unsicherheit, die etwa ein Zehntel von 4 µm beträgt, d. h. eine absolute Unsicherheit von 0,4 µm.

### DIN EN 15205 Bestimmung von sechswertigem Chrom in Korrosionsschutzschichten – Qualitative Bestimmung (Feb 2007)

Nach der EG-Richtlinie 2000/53/EG über Altfahrzeuge müssen gefährliche Stoffe bereits bei der Entwicklung von Fahrzeugen soweit wie möglich reduziert werden. Besondere Grenzwerte und Verbote gelten u. a. für sechswertiges Chrom.

In dieser Norm wird ein Prüfverfahren zur qualitativen Bestimmung von sechswertigem Chrom in Korrosionsschutzschichten festgelegt. Ein weiterer Teil „Quantitative Bestimmung“ ist in Vorbereitung.

Das zu prüfende, beschichtete Teil (Prüfblech, Bauteil) wird extrahiert und der Cr(VI)-Gehalt in der Extraktionslösung nach Farb-Reaktion mit 1,5-Diphenylcarbazid bestimmt. Cr(VI) oxidiert 1,5-Diphenylcarbazid zu 1,5-Diphenylcarbazon, welches mit dem entstandenen Cr(III) einen rot-violett gefärbten Komplex bildet. Die Auswertung erfolgt durch visuelle Beurteilung der angefärbten Lösung.

Es sind folgende Reagenzien erforderlich:

- a) Ortho-Phosphorsäure  
700 ml ortho-Phosphorsäure 87 % (Massenanteil) werden mit deionisiertem Wasser auf 1000 ml aufgefüllt.
- b) Diphenylcarbazid-Lösung  
1,0 g 1,5-Diphenylcarbazid sind in 100 ml Aceton unter Zugabe von 1 Tropfen Eisessig zu lösen. Die Lösung wird in einer dunklen Glasflasche im Kühlschrank aufbewahrt. Die Haltbarkeit beträgt dann mindestens 4 Wochen.
- c) Cr(VI)-Standardlösung  
0,113 g  $K_2Cr_2O_7$  werden in deionisiertem Wasser gelöst und in einem Messkolben auf 1000 ml aufgefüllt (Haltbarkeit etwa 1 Jahr). Dann werden 2,5 ml dieser Lösung in einen zweiten 1000-ml-Messkolben pipettiert und bis zur Marke aufgefüllt. 1 ml dieser Standardlösung enthält 0,1 µg Cr(VI).
- d) Vergleichslösung  
Zu einer Standardlösung (nach c), deren Volumen der Probelösung entspricht, werden je 50 ml Volumen 1 ml Phosphorsäure und 1 ml Diphenylcarbazidlösung zugegeben und anschließend gut gemischt. Nach 10 min ist die Farbreaktion abgeschlossen.

Die Probe sollte eine Oberfläche von  $(50 \pm 5) \text{ cm}^2$  haben.

In einem Becherglas mit Volumenskala wird deionisiertes Wasser unter Zugabe von Siedeperlen zum Sieden erhitzt und sprudelnd gekocht. Die Probe wird hinzugefügt und 10 min  $\pm$  5 s sprudelnd ausgekocht. Das Becherglas wird dabei mit einem Uhrglas abgedeckt. Es muss sichergestellt sein, dass die gesamte Probe mit Wasser bedeckt ist.

Anschließend wird das Becherglas mit der Probe von der Heizplatte entfernt, die Probe entnommen und der Inhalt auf Raumtemperatur abgekühlt. Trübungen und Niederschläge sind zu filtrieren. Die Lösung wird mit deionisiertem Wasser auf das Soll-Volumen (z. B. 50 ml) aufgefüllt oder eingeengt. Anschließend werden 1 ml Phosphorsäure je 50 ml Volumen und 1 ml Diphenylcarbazidlösung zugegeben und gut gemischt. Nach 10 min ist die Farbreaktion abgeschlossen.

Die Farbe der erhaltenen Lösung wird gegen die Vergleichslösung wie folgt visuell beurteilt.

Tabelle 713.1 Angabe der Prüfergebnisse

Beobachtung	Cr(VI)-Konzentration	Ergebnis
Farbintensität der Probelösung ist <b>geringer</b> als die der Vergleichslösung.	$< 0,1 \mu\text{g}/\text{cm}^2$	Probe ist Cr(VI)-frei
Farbintensität der Probelösung ist <b>höher</b> als die der Vergleichslösung.	$> 0,1 \mu\text{g}/\text{cm}^2$	Probe ist Cr(VI)-haltig

Wenn eine eindeutige Abschätzung gegenüber der Vergleichslösung visuell nicht möglich ist, oder wenn bereits vor dem Anfärben eine störende Eigenfärbung der Lösung auftritt, muss eine photometrische Messung bei 540 nm gegen die Vergleichslösung durchgeführt werden.

# 18 Materialprüfung

Bearbeitet von A. Wehrstedt

Ziel der Materialprüfung ist es, die Eigenschaften der Stoffe und deren Zustand zu erfassen. Bei Konstruktionswerkstoffen interessieren besonders die Eigenschaften, die mit ihrer Festigkeit in Zusammenhang stehen, deshalb werden z. B. Festigkeits- und Verformungskennwerte bestimmt. Während diese Werte im Allgemeinen durch „zerstörende“ Prüfverfahren mit angefertigten Probekörpern gewonnen werden, dient die in zunehmendem Maße eingesetzte, „zerstörungsfreie Prüfung“ vorwiegend der Fehlersuche an Bauteilen in den verschiedenen Stufen der Fertigung. Die Materialprüfung bildet damit ein wichtiges Glied in der Kette der Maßnahmen für eine wirksame Qualitätssicherung.

Die Normung von Prüfverfahren wird durchgeführt, um durch einheitliche Prüfbedingungen die Voraussetzungen für direkt vergleichbare Prüfergebnisse zu schaffen, d. h. dafür zu sorgen, dass unabhängig von Ort und Zeit der Prüfung bei demselben Werkstoff immer die gleichen Prüfergebnisse erhalten werden. Für diese Arbeiten ist der Normenausschuss Materialprüfung (NMP) im DIN zuständig ([www.nmp.din.de](http://www.nmp.din.de)).

Da nur eine kleine Auswahl von Normen behandelt werden kann, wurden wegen der besonderen Bedeutung der metallischen Werkstoffe als Konstruktionswerkstoffe einzelne Prüfnormen für diese Werkstoffe bevorzugt.<sup>1)</sup>

Einzelne hier nicht behandelte Prüfnormen können mit Hilfe des DIN-Kataloges direkt herausgesucht oder über die zentralen Dienste bzw. über Online-Dienste (s. Abschn. 1.2) erfragt werden.

Auch im Bereich der Materialprüfung macht die Entwicklung der europäischen Normung im Zusammenhang auch mit der zunehmenden Bedeutung der internationalen Normung rasche Fortschritte. In dem meisten Fällen liegen bereits entsprechende Arbeitsergebnisse in Form von DIN EN- bzw. DIN EN ISO-Normen als Ersatz für DIN-Normen vor.

## 18.1 Prüfung metallischer Werkstoffe

### **DIN EN 10002-1 Metallische Werkstoffe – Zugversuch – Teil 1: Prüfverfahren bei Raumtemperatur (Dez 2001)**

#### **DIN EN 10002-5 – Teil 5: Prüfverfahren bei erhöhter Temperatur (Feb 1992)**

Der Zugversuch war früher in DIN 50145 genormt. In dieser Norm war er nicht auf einen bestimmten Temperaturbereich beschränkt. Für die Erzeugnisformen Feinblech, Draht und Rohr gab es entsprechende Normen mit ergänzenden Festlegungen. Bei der Normung in ISO und ECISS (Europäisches Komitee für Eisen- und Stahlnormung) hat sich eine andere Einteilung ergeben:

DIN EN 10002-1 gilt nur für Raumtemperatur, umfasst aber auch die oben genannten Erzeugnisformen, für die Angaben in Anhängen gemacht werden. DIN EN 10002-5 enthält die entsprechenden Festlegungen für den Zugversuch bei erhöhter Temperatur (Einzelheiten s. Norm).

In dieser Folgeausgabe von DIN EN 10002-1 sind gegenüber der Ausgabe April 1991 Anhänge bezüglich der Anwendung rechnergestützter Zugprüfmaschinen und der Abschätzung der Messunsicherheit aufgenommen worden. Außerdem sind die Grenzen der zulässigen Spannungszunahme- und Dehngeschwindigkeiten geändert (s. Norm).

Der Versuch besteht darin, eine Probe durch eine Zugbeanspruchung zu dehnen, i. Allg. bis zum Bruch, um eine oder mehrere der in der Norm definierten mechanischen Kenngrößen zu bestimmen.

Formelzeichen, Einheiten und Benennungen sowie ihre Erklärung s. Tab. 716.1 in Zusammenhang mit den Bildern 717.1 bis 719.4.

Wichtige im Zugversuch ermittelte mechanische Kenngrößen sind die Streckgrenzen (untere, obere) oder Dehngrenzen, Zugfestigkeit, Bruchdehnung und Brucheinschnürung.

In DIN 50125 sind Zugproben festgelegt, die für Zugversuche an metallischen Werkstoffen nach DIN EN 10002-1 und DIN EN 10002-5 verwendet werden können (Einzelheiten s. Normen).

Die Internationale Norm für den Zugversuch ISO 6892 befindet sich in Überarbeitung und soll als DIN EN ISO 6892 DIN EN 10002-1 ersetzen.

<sup>1)</sup> S. a. DIN-Taschenbuch 19: Materialprüfnormen für metallische Werkstoffe 1. Mechanisch-technologische Prüfverfahren (erzeugnisformunabhängig), Prüfmaschinen, Bescheinigungen. DIN-Taschenbuch 56: Materialprüfnormen für metallische Werkstoffe 2. Elektrische und magnetische Eigenschaften . . . , Metallographie, Wirkungen der Wärmebehandlung, zerstörungsfreie Prüfungen, Strahlenschutz. DIN-Taschenbuch 205: Materialprüfnormen für metallische Werkstoffe 3. Mechanisch-technologische Prüfverfahren (erzeugnisformabhängig), Schweißverbindungen, Metallklebungen; Beuth Verlag GmbH, Berlin, Wien, Zürich.

Tabelle 716.1 Formelzeichen und Benennungen

Nummer <sup>1)</sup>	Formelzeichen	Einheit	Benennung
<b>Probe</b>			
1	$a$	mm	Dicke einer Flachprobe oder Wanddicke eines Rohres
2	$b$	mm	Breite einer Flachprobe in der Versuchslänge oder eines Profildrahtes oder mittlere Breite einer Rohrstreifenprobe
3	$d$	mm	Probendurchmesser in der Versuchslänge einer Rundprobe oder Durchmesser eines Drahtes mit Kreisquerschnitt oder Innendurchmesser eines Rohres
4	$D$	mm	Außendurchmesser eines Rohres
5	$L_0$	mm	Anfangsmesslänge
6	$L_c$	mm	Versuchslänge
–	$L_e$	mm	Gerätemesslänge
7	$L_t$	mm	Gesamtlänge
8	$L_u$	mm	Messlänge nach dem Bruch
9	$S_0$	mm <sup>2</sup>	Anfangsquerschnitt innerhalb der Versuchslänge
10	$S_u$	mm <sup>2</sup>	Kleinster Probenquerschnitt nach dem Bruch
11	$Z$	%	Brucheinschnürung $\left(\frac{S_0 - S_u}{S_0}\right) 100$
12	–	–	Probenköpfe
<b>Verlängerung und Dehnung</b>			
13	–	mm	Verlängerung nach dem Bruch: $L_u - L_0$
14	$A^2)$	%	Bruchdehnung $\left(\frac{L_u - L_0}{L_0}\right) 100$
15	$A_e$	%	Streckgrenzdehnung (d. Gerätemesslänge)
16	$A_g$	%	Nichtproportionale Dehnung bei Höchstkraft ( $F_m$ )
17	$A_{gt}$	%	Gesamte Dehnung bei Höchstkraft ( $F_m$ )
18	$A_t$	%	Gesamte Dehnung beim Bruch
19	–	%	Vorgegebene nichtproportionale Dehnung der Gerätemesslänge
20	–	%	Vorgegebene gesamte Dehnung der Gerätemesslänge
21	–	%	Vorgegebene bleibende Dehnung der Gerätemesslänge oder Anfangsmesslänge
<b>Kraft</b>			
22	$F_m$	N	Höchstzugkraft
<b>Streck-/Dehngrenze – Zugfestigkeit</b>			
23	$R_{eH}$	N/mm <sup>2</sup> <sup>3)</sup>	Obere Streckgrenze
24	$R_{eL}$	N/mm <sup>2</sup>	Untere Streckgrenze
25	$R_m$	N/mm <sup>2</sup>	Zugfestigkeit
26	$R_p$	N/mm <sup>2</sup>	Dehngrenze bei nichtproportionaler Dehnung
27	$R_r$	N/mm <sup>2</sup>	Grenzwert der Spannung für eine vorgegebene bleibende Dehnung
28	$R_t$	N/mm <sup>2</sup>	Dehngrenze bei gesamter Dehnung
	$E$	N/mm <sup>2</sup>	Elastizitätsmodul

<sup>1)</sup> S. Bilder 695.1 bis 697.4.

<sup>2)</sup> Ohne Index für  $L_0 = 5,65 \cdot \sqrt{S_0}$ .

<sup>3)</sup> 1 N/mm<sup>2</sup> = 1 MPa.

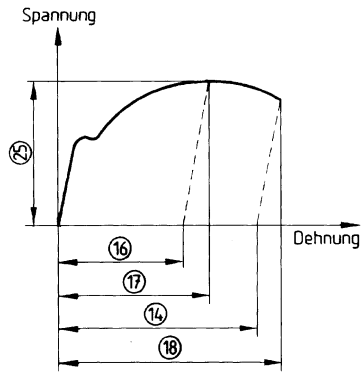


Bild 717.1 Begriffe der Dehnung

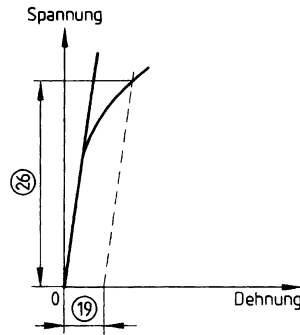


Bild 717.2 Dehngrenze bei nichtproportionaler Dehnung (der Gerätemesslänge) ( $R_p$ )

Anmerkung Zur Erklärung der eingekreisten Nummern in Bildern 717.1 bis 719.4 s. Tab. 716.1

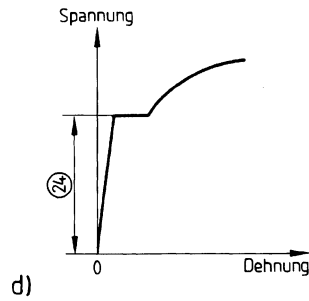
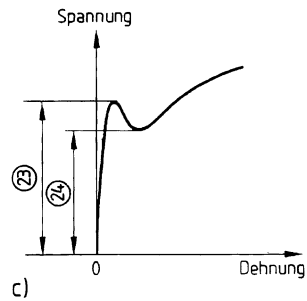
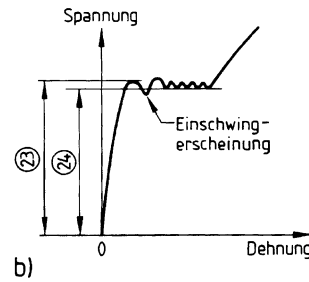
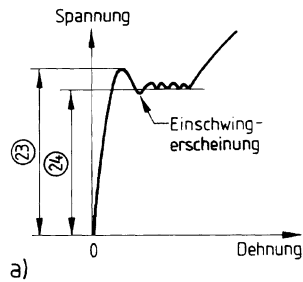


Bild 717.3 Begriffe der oberen und unteren Streckgrenze für unterschiedliche Formen des Spannung-Dehnung-Diagramms

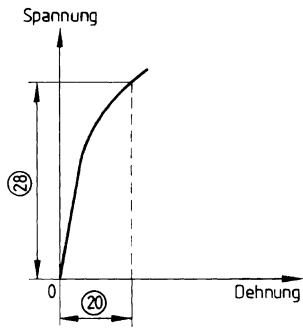


Bild 718.1 Dehngrenze bei gesamter Dehnung (der Gerätemesslänge) ( $R_t$ )

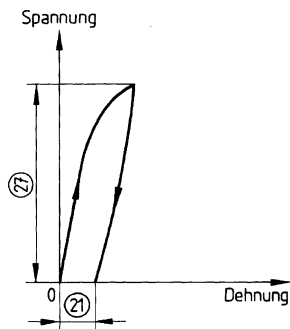


Bild 718.2 Grenzwert der Spannung für eine vorgegebene bleibende Dehnung ( $R_t$ )

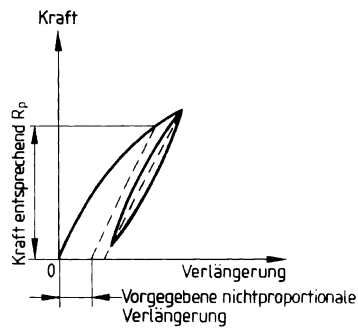


Bild 718.3 Dehngrenze bei nichtproportionaler Dehnung (der Gerätemesslänge) ( $R_p$ )

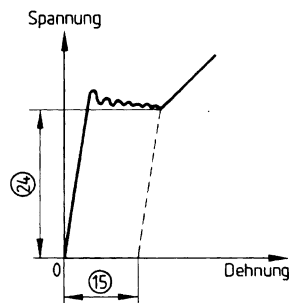


Bild 718.4 Untere Streckgrenze ( $R_{eL}$ )

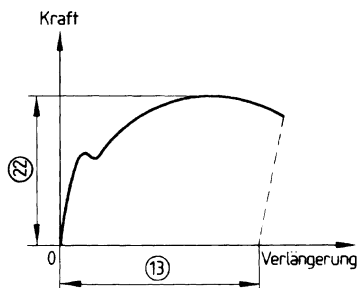


Bild 718.5 Höchstzugkraft ( $F_m$ )

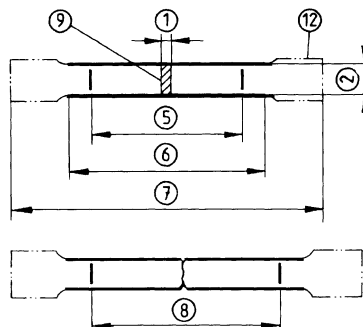


Bild 718.6 Bearbeitete Proben mit rechteckigem Querschnitt (Anhang B der Norm)

Anmerkung: Die gezeichnete Form der Probenköpfe ist als Beispiel zu verstehen.

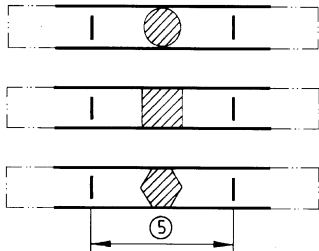


Bild 719.1 Aus einem unbearbeiteten Abschnitt des Erzeugnisses bestehende Proben (Anhang C der Norm)

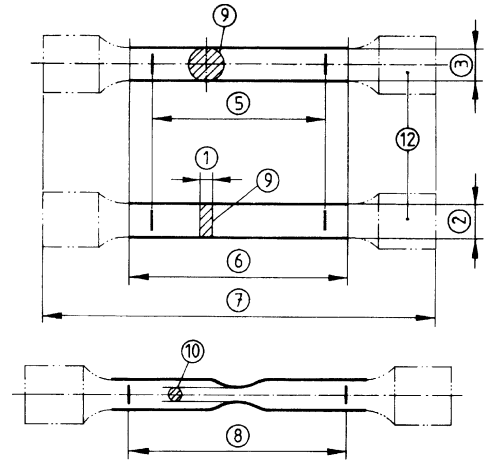


Bild 719.2 Proportionale Proben (Anhang D der Norm)

Anmerkung: Die gezeichnete Form der Probeköpfe ist als Beispiel zu verstehen.

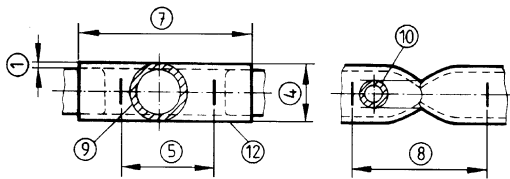


Bild 719.3 Aus einem Rohrabschnitt bestehende Probe (Anhang E der Norm)

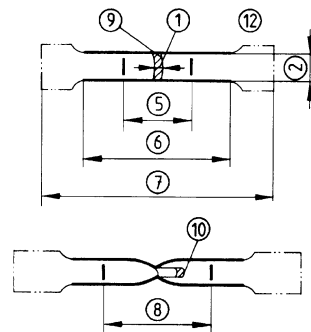


Bild 719.4 Längsstreifenprobe aus einem Rohr (Anhang E der Norm)

**DIN EN ISO 6506-1 Metallische Werkstoffe – Härteprüfung nach Brinell – Teil 1: Prüfverfahren (ISO 6506-1:2005) (März 2006)**

Ein Eindringkörper – Kugel aus Hartmetall mit Durchmesser  $D$  – wird in die Oberfläche einer Probe eingedrückt und der Durchmesser  $d$  des Eindrucks, der in der Oberfläche nach Wegnahme der Prüfkraft  $F$  zurückbleibt, gemessen (s. Bild 720.1 und Tab. 720.2).

Die Brinellhärte ist proportional dem Quotienten aus der Prüfkraft und der gekrümmten Oberfläche des Eindrucks von dem man annimmt, dass er kalottenförmig ist und einen Krümmungsradius, der dem halben Durchmesser der verwendeten Kugel entspricht.

Die Brinellhärte wird durch das Kurzzeichen HBW angegeben.

Anmerkung: In früheren Normen wurde bei Verwendung der Stahlkugel, die in DIN EN ISO 6506-1 nicht mehr zugelassen ist, die Brinellhärte durch das Symbol HB oder HBS gekennzeichnet.

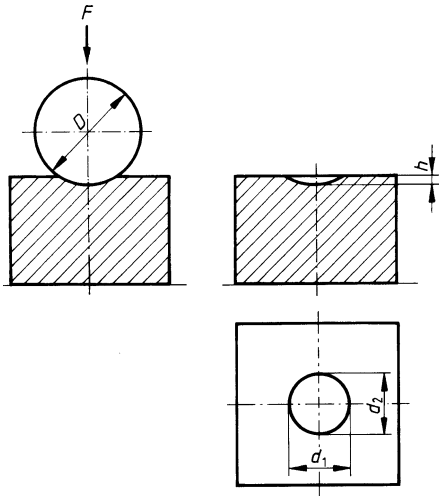


Bild 720.1 Prinzip der Härteprüfung nach Brinell

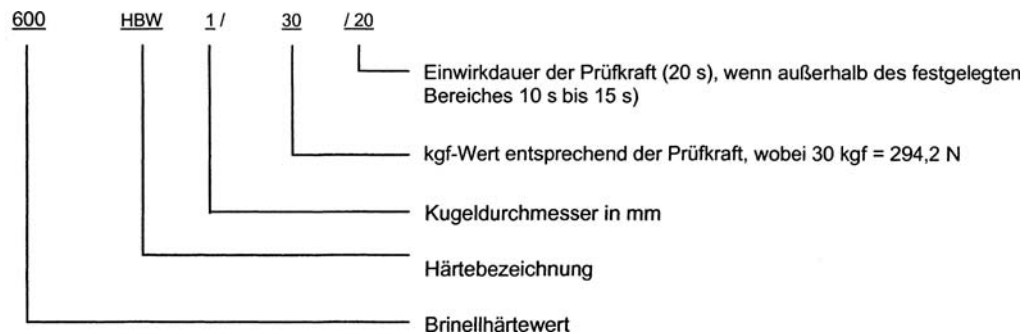
Tabelle 720.2 Formelzeichen und ihre Benennung

Formelzeichen	Benennung
$D$	Durchmesser der Kugel in mm
$F$	Prüfkraft, in N
$d$	Mittlerer Durchmesser des Eindruckes in mm
	$d = \frac{d_1 + d_2}{2}$
$h$	Eindringtiefe in mm
	$= \frac{D - \sqrt{D^2 - d^2}}{2}$
HBW	Brinellhärte
	$= \text{Konstante} \times \frac{\text{Prüfkraft}}{\text{Oberfläche des Eindruckes}}$
	$= 0,102 \times \frac{2F}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})}$

Anmerkung:

Konstante =  $0,102 = \frac{1}{9,80665}$ , wobei 9,80665

der Umrechnungsfaktor von kgf in Newton ist.

**Bezeichnungsbeispiel**

Um vergleichbare Härtewerte zu erhalten, ist bei der Benutzung von Eindringkörpern mit unterschiedlichen Durchmessern der gleiche Beanspruchungsgrad anzuwenden, da unter dieser Bedingung ähnliche Eindrücke entstehen.

Die anzuwendenden Prüfbedingungen sind in Tab. 721.1 angegeben.

Unter Beanspruchungsgrad versteht man den Quotienten der Zahlenwerte der Prüfkraft  $F$ , gemessen in N, und des Quadrats des Kugeldurchmessers  $D$ , gemessen in mm, multipliziert mit dem Faktor 0,102 also  $0,102 \cdot \frac{F}{D^2}$ .

Die Prüfkraft ist so zu wählen, dass der Eindruckdurchmesser  $d$  zwischen den Werten  $0,24 D$  und  $0,6 D$  liegt.

Diese Bedingung wird im Regelfall eingehalten, wenn der Beanspruchungsgrad in Abhängigkeit vom zu prüfenden Werkstoff und seiner Härte entsprechend Tab. 721.2 gewählt wird. Es ist immer die Kugel mit dem größtmöglichen Durchmesser anzuwenden.

Der Eindringkörper, der frei von Fremdstoffen sein muss, wird an die Prüffläche herangeführt und die Prüfkraft rechtwinklig zur Prüffläche stoß- und schwingungsfrei aufgebracht und gesteigert, bis der festgelegte Wert erreicht ist. Die Zeitspanne vom Beginn der Kraftaufbringung bis zum Erreichen der gesamten Prüfkraft muss zwischen 2 s und 8 s liegen. Die Prüfkraft ist 10 s bis 15 s konstant zu halten.



Tabelle 721.1 Prüfbedingungen für Härteprüfung nach Brinell (Auswahl)

Zeichen für die Härte	Kugeldurchmesser $D$ mm	Beanspruchungsgrad	Prüfkraft $F$ Nennwert
		$\frac{0,102F}{D^2}$	
HBW 10/3000	10	30	29,42 kN
HBW 10/1500	10	15	14,71 kN
HBW 10/1000	10	10	9,807 kN
HBW 10/500	10	5	4,903 kN
HBW 10/250	10	2,5	2,452 kN
HBW 10/100	10	1	980,7 N
HBW 5/750	5	30	7,355 kN
HBW 5/250	5	10	2,452 kN
HBW 5/125	5	5	1,226 kN
HBW 5/62,5	5	2,5	612,9 N
HBW 5/25	5	1	245,2 N
HBW 2,5/187,5	2,5	30	1,839 kN
HBW 2,5/62,5	2,5	10	612,9 N
HBW 2,5/31,25	2,5	5	306,5 N
HBW 2,5/15,625	2,5	2,5	153,2 N
HBW 2,5/6,25	2,5	1	61,29 N
HBW 1/30	1	30	294,2 N
HBW 1/10	1	10	98,07 N
HBW 1/5	1	5	49,03 N
HBW 1/2,5	1	2,5	24,52 N
HBW 1/1	1	1	9,807 N

Tabelle 721.2 Beanspruchungsgrade für Härteprüfung nach Brinell

Werkstoff	Brinellhärte	Beanspruchungsgrad $0,102 F/D^2$
Stahl; Nickel- und Titanlegierungen		30
Gusseisen <sup>1)</sup>	<140	10
	≥140	30
Kupfer und Kupferlegierungen	<35	5
	35 bis 200	10
	>200	30
Leichtmetalle und ihre Legierungen	<35	2,5
	35 bis 80	5
		10
	>80	15
Blei und Zinn		1
Sintermetalle	s. ISO 4498-1	

<sup>1)</sup> Für die Prüfung von Gusseisen muss der Nenndurchmesser der Kugel 2,5 oder 5 oder 10 mm betragen.

Für bestimmte Werkstoffe kann eine längere Einwirkdauer der Prüfkraft vereinbart werden; diese Dauer ist mit einer zulässigen Abweichung von ±2 s einzuhalten.

Der Durchmesser jedes Eindrucks wird in zwei zueinander senkrechten Richtungen gemessen. Für die Berechnung der Brinellhärte ist der arithmetische Mittelwert aus diesen beiden Messungen zu verwenden (s. Bild 720.1 und Tab. 720.2).

Umwertung von Härte- und Zugfestigkeitswerten nach DIN EN ISO 18265, s. Norm.

**DIN EN ISO 6508-1**

**Metallische Werkstoffe – Härteprüfung nach Rockwell (Skalen A, B, C, D, E, F, G, H, K, N, T) – Teil 1: Prüfverfahren (ISO 6508-1:2005) (März 2006)**

Zur Härteprüfung wird ein Eindringkörper (Kegel aus Diamant mit gerundeter Spitze oder Kugel aus Hartmetall) in 2 Stufen in die Probe eingedrückt. Die bleibende Eindringtiefe  $h$  dieses Eindringkörpers wird nach Rücknahme der Prüfkraft unter Prüfvorkraft gemessen.

Es ist zu beachten, dass in dieser Norm für die Rockwellhärteprüfung Stahlkugeln als Eindringkörper nur nach Vereinbarung oder wenn es in einer Erzeugnisnorm festgelegt ist, verwendet werden dürfen. Es sollte beachtet werden, dass Prüfungen mit unterschiedlichen Kugelwerkstoffen voneinander abweichende Ergebnisse zur Folge haben.

Aus dem Wert von  $h$  und einem bekannten Zahlenwert  $N$  wird die Rockwellhärte nach folgender Gleichung berechnet (s. Tab. 721.3 und Bild 722.1):

$$\text{Rockwellhärte} = N - \frac{h}{S}$$

Tabelle 721.3 Formelzeichen und ihre Benennung

Formelzeichen	Benennung	Einheit
$F_0$	Prüfvorkraft	N
$F_1$	Prüfzusatzkraft	N
$F$	Prüfgesamtkraft	N
$S$	Skaleneinteilung, entsprechend der Skala	mm
$N$	Zahlenwert, entsprechend der Skala	
$h$	Bleibende Eindringtiefe unter Prüfvorkraft nach Rücknahme der Prüfzusatzkraft	mm
HRA HRC HRD	Rockwellhärte = $100 - \frac{h}{0,002}$	
HRB HRE HRF		Rockwellhärte = $130 - \frac{h}{0,002}$
HRG HRH HRK	Rockwellhärte = $100 - \frac{h}{0,001}$	
HRN HRT		

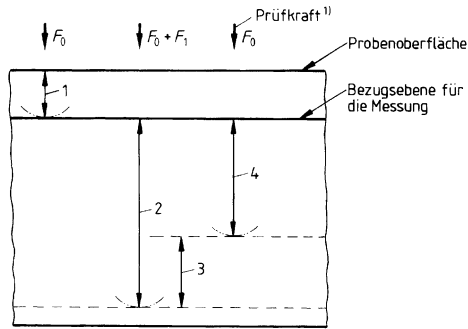


Bild 722.1 Prinzip der Härteprüfung nach Rockwell

- 1 Eindringtiefe durch Prüfvorkraft  $F_0$
  - 2 Eindringtiefe durch Prüfzusatzkraft  $F_1$
  - 3 elastische Rückverformung infolge Rücknahme der Prüfzusatzkraft  $F_1$
  - 4 bleibende Eindringtiefe  $h$
- Eindringkörperposition

1) schematisch

Die den Skalen entsprechenden Anwendungsbereiche s. Tab. 722.2.

Tabelle 722.2 Skalen und Anwendungsbereiche für die Härteprüfung nach Rockwell

Härte-skala	Kurzzeichen für die Härte	Art des Eindringkörpers	Prüfvorkraft $F_0$	Prüfzusatzkraft $F_1$	Prüfgesamtkraft $F$ (N)	Anwendungsbereich (Bereich der Rockwellhärte)
A <sup>1)</sup>	HRA	Diamantkegel	98,07 N	490,3 N	588,4 N	20 bis 88 HRA
B <sup>2)</sup>	HRB	Kugel 1,5875 mm	98,07 N	882,6 N	980,7 N	20 bis 100 HRB
C <sup>3)</sup>	HRC	Diamantkegel	98,07 N	1,373 kN	1,471 kN	20 bis 70 HRC
D	HRD	Diamantkegel	98,07 N	882,6 N	980,7 N	40 bis 77 HRD
E	HRE	Kugel 3,175 mm	98,07 N	882,6 N	980,7 N	70 bis 100 HRE
F	HRF	Kugel 1,5875 mm	98,07 N	490,3 N	588,4 N	60 bis 100 HRF
G	HRG	Kugel 1,5875 mm	98,07 N	1,373 kN	1,471 kN	30 bis 94 HRG
H	HRH	Kugel 3,175 mm	98,07 N	490,3 N	588,4 N	80 bis 100 HRH
K	HRK	Kugel 3,175 mm	98,07 N	1,373 kN	1,471 kN	40 bis 100 HRK
15 N	HR 15 N	Diamantkegel	29,42 N	117,7 N	147,1 N	70 bis 94 HR 15 N
30 N	HR 30 N	Diamantkegel	29,42 N	264,8 N	294,2 N	42 bis 86 HR 30 N
45 N	HR 45 N	Diamantkegel	29,42 N	411,9 N	441,3 N	20 bis 77 HR 45 N
15 T	HR 15 T	Kugel 1,5875 mm	29,42 N	117,7 N	147,1 N	67 bis 93 HR 15 T
30 T	HR 30 T	Kugel 1,5875 mm	29,42 N	264,8 N	294,2 N	29 bis 82 HR 30 T
45 T	HR 45 T	Kugel 1,5875 mm	29,42 N	411,9 N	441,3 N	10 bis 72 HR 45 T

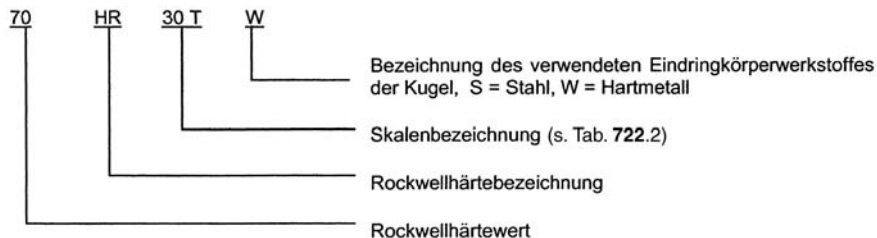
<sup>1)</sup> Der Anwendungsbereich der HRA-Skala kann bis 94 HRA für die Prüfung von Hartmetallen erweitert werden.

<sup>2)</sup> Der Anwendungsbereich der HRB-Skala kann bis 10 HRBW erweitert werden, wenn es in einer Erzeugnisnorm oder in einer besonderen Vereinbarung festgelegt ist.

<sup>3)</sup> Der Anwendungsbereich der HRC-Skala kann bis 10 HRC erweitert werden, wenn der Eindringkörper die erforderlichen Abmessungen besitzt.

**Anmerkung** Eindringkörperkugeln mit den Durchmessern 6,350 mm und 12,70 mm dürfen verwendet werden, wenn es in einer Erzeugnisnorm oder in einer besonderen Vereinbarung festgelegt ist.

#### Bezeichnungsbeispiel



**Anmerkung:** Die Zahlenwerte für die Prüfkraft stammen von der kgf-Einheit, d. h., eine Prüfkraft von 30 kgf ist umgerechnet 294,2 N.

Die Rockwell-Verfahren N und T werden vorzugsweise dann angewendet, wenn die Proben eine Prüfung nach Rockwell-Verfahren C, A, B, F nicht zulassen, insbesondere, wenn Proben zu dünn oder Prüfflächen zu klein sind.

Die Härteprüfung nach Rockwell ist folgendermaßen durchzuführen:

- Der Eindringkörper ist auf die Prüffläche aufzusetzen und die Prüfvorkraft  $F_0$  stoß- und erschütterungsfrei und ohne Überschwüngen aufzubringen.
- Das Messsystem ist auf Bezugsebene einzustellen und die Prüfzusatzkraft stoß- und erschütterungsfrei und ohne Überschwüngen in nicht weniger als 1 s und nicht mehr als 8 s von  $F_0$  auf  $F$  zu erhöhen.
- Während die Prüfvorkraft  $F_0$  aufgebracht bleibt, ist die Prüfzusatzkraft  $F_1$  so wegzunehmen, dass die Einwirkdauer der Prüfgesamtkraft  $F$   $4\text{ s} \pm 2\text{ s}$  beträgt.
- Während der gesamten Dauer der Prüfung muss das Gerät vor Stößen und Erschütterungen geschützt sein.
- Der Zahlenwert der Rockwellhärte wird aus der bleibenden Eindringtiefe  $h$  abgeleitet und in der Regel direkt am Messsystem abgelesen.

Das modifizierte Rockwellverfahren HR 30 Tm ist im Anhang A (s. Norm) festgelegt. Für die modifizierten Rockwellverfahren HRBm und HRFm gilt DIN 50103-3, s. Norm. Umwertung von Härte- und Zugfestigkeitswerten nach DIN EN ISO 18265, s. Norm.

**DIN EN ISO 6507-1 Metallische Werkstoffe – Härteprüfung nach Vickers – Teil 1: Prüfverfahren (ISO 6507-1:2005) (März 2006)**

Die Härteprüfung nach Vickers ist in Abhängigkeit von der angewendeten Prüfkraft in drei Bereiche eingeteilt (s. Tab. 723.1) und für Eindruckdiagonalenlängen zwischen 0,020 mm und 1,400 mm festgelegt.

Tabelle 723.1 Anwendungsbereich für die Härteprüfung nach Vickers

Bereiche der Prüfkraft, $F$ N	Kurzzeichen der Härte	Bezeichnung
$F \geq 49,03$ $1,961 \leq F < 49,03$ $0,09807 \leq F < 1,961$	$\geq \text{HV } 5$ HV 0,2 bis $< \text{HV } 5$ HV 0,01 bis $< \text{HV } 0,2$	Vickers-Härteprüfung Vickers-Kleinkrafthärteprüfung Vickers-Mikrohärteprüfung

Ein Eindringkörper aus Diamant in Form einer geraden Pyramide mit quadratischer Grundfläche mit einem Winkel von  $\alpha = 136^\circ$  zwischen gegenüberliegenden Flächen wird in die Oberfläche einer Probe eingedrückt und die Diagonalen  $d_1$  und  $d_2$  des Eindrucks, der in der Oberfläche nach Wegnahme der Prüfkraft  $F$  zurückbleibt, gemessen (s. Bilder 701.2 und 701.3).

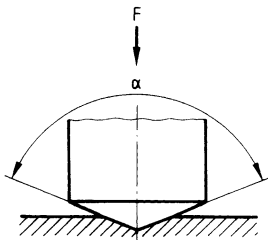


Bild 701.2 Prinzip der Härteprüfung nach Vickers

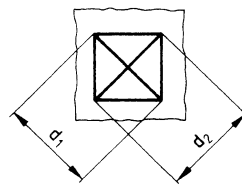


Bild 701.3 Vickers-Eindruck

Die Vickershärte ist proportional dem Quotienten aus der Prüfkraft und der Oberfläche des Eindrucks, der als gerade Pyramide mit quadratischer Grundfläche und gleichem Winkel wie der Eindringkörper angenommen wird.

**Bezeichnungsbeispiel**

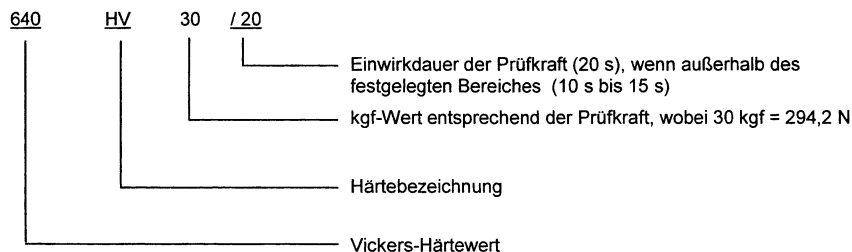


Tabelle 724.1 Prüfkraften für Härteprüfung nach Vickers

Konventioneller Härtebereich <sup>1)</sup>		Kleinkraftbereich		Mikrohärtebereich	
Härtesymbol	Prüfkraft $F_N$	Härtesymbol	Prüfkraft $F_N$	Härtesymbol	Prüfkraft $F_N$
HV 5	49,03	HV 0,2	1,961	HV 0,01	0,09807
HV 10	98,07	HV 0,3	2,942	HV 0,015	0,147
HV 20	196,1	HV 0,5	4,903	HV 0,02	0,1961
HV 30	294,2	HV 1	9,807	HV 0,025	0,2452
HV 50	490,3	HV 2	19,61	HV 0,05	0,4903
HV 100	980,7	HV 3	29,42	HV 0,1	0,9807

<sup>1)</sup> Prüfkraften > 980,7 N dürfen angewandt werden.

Die empfohlenen Prüfkraften sind in Tab. 724.1 angegeben.

Der Eindringkörper, der frei von Fremdstoffen sein muss, wird an die Prüffläche herangeführt und die Prüfkraft rechtwinklig zur Prüffläche stoß- und schwingungsfrei aufgebracht und gesteigert, bis der festgelegte Wert erreicht ist. Die Zeitspanne vom Beginn der Kraftaufbringung bis zum Erreichen der gesamten Prüfkraft muss im konventionellen Härtebereich zwischen 2 s und 8 s liegen, im Kleinkraft- und Mikrobereich darf sie nicht länger als 10 s sein. Die Prüfkraft ist 10 s bis 15 s konstant zu halten.

Für bestimmte Werkstoffe kann eine längere Einwirkdauer der Prüfkraft vereinbart werden; diese Dauer ist mit zulässigen Abweichungen von  $\pm 2$  s einzuhalten.

Die Längen der beiden Diagonalen werden gemessen. Für die Bestimmung der Vickershärte wird der arithmetische Mittelwert aus diesen beiden Messungen genommen.

An ebenen Prüfflächen darf die Differenz zwischen den Längen der beiden Diagonalen des Eindrucks nicht größer als 5% sein. Ist die Differenz größer, muss es im Prüfbericht angegeben werden.

Im Bereich von HV 10 bis HV 100 ist der Einfluss der Prüfkraft auf den gemessenen Härtewert praktisch vernachlässigbar. Ein exakter Vergleich von Vickers-Härtewerten untereinander ist jedoch nur möglich, wenn gleiche Prüfbedingungen angewendet werden.

### Umwertung von Härtewerten

Es gibt keine allgemein gültige genaue Beziehung zur Umwertung von Vickers-Härtewerten in Härtewerte anderer Verfahren oder von Härtewerten in Zugfestigkeit. Diese Umwertungen sollten deshalb vermieden werden, es sei denn, dass durch Vergleichsversuche eine zuverlässige Basis für die Umwertung erhalten wurde. Für den Makrobereich enthält DIN EN ISO 18265 (s. Norm) Anhaltswerte für einen derartigen Vergleich. Im Falle einer Umwertung ist immer anzugeben, nach welchem Verfahren die Härte bestimmt wurde.

### DIN EN ISO 14577-1 Metallische Werkstoffe – Instrumentierte Eindringprüfung zur Bestimmung der Härte und anderer Werkstoffparameter – Teil 1: Prüfverfahren (ISO 14577-1: 2002) (März 2003)

Bei den Härteprüfverfahren nach Brinell, Vickers und Rockwell werden die jeweils für die Ermittlung der Härte relevanten Messwerte erst nach der Rücknahme der Prüfkraft bestimmt. Das bedeutet, dass der Einfluss der elastischen Verformung des Eindrucks nicht berücksichtigt wurde.

ISO 14577 wurde erstellt, damit der Anwender eines instrumentierten Eindringversuches die Messwerte für die Kraft und den Eindringweg während der plastischen und elastischen Verformung erhält.

Tabelle 724.2 Anwendungsbereich für die instrumentierte Eindringprüfung

Makrobereich	Mikrobereich	Nanobereich <sup>1)</sup>
$2 \text{ N} \leq F \leq 30 \text{ kN}$	$2 \text{ N} > F; h > 0, 2 \mu\text{m}$	$h \leq 0,2 \mu\text{m}$

<sup>1)</sup> Für den Nanobereich hängt die mechanische Verformung sehr stark von der realen Geometrie der Eindringkörperspitze ab. Die berechneten Werkstoffparameter werden wesentlich beeinflusst durch die Flächenfunktion des in der Prüfmaschine verwendeten Eindringkörpers. Deshalb sollte eine sorgfältige Kalibrierung der Prüfmaschine und der Eindringkörpergeometrie durchgeführt werden, um eine akzeptable Reproduzierbarkeit zu erhalten, wenn Werkstoffparameter mit verschiedenen Prüfmaschinen ermittelt werden.

Bei der Auswertung des vollständigen Prüfzyklus, der Zu- und Rücknahme der Prüfkraft, können auch Härtewerte ermittelt werden, die traditionellen Härtewerten äquivalent sind, s. Anhang F der Norm.

Ein wesentlicher Vorteil dieses Prüfverfahrens ist, dass es automatisch arbeiten kann, ohne eine optische Ausmessung des Eindruckes.

Der Mikrobereich und der Makrobereich unterscheiden sich durch die die Eindringtiefe bewirkenden Prüfkraft. Es ist zu beachten, dass der Mikrobereich nach oben durch die Prüfkraft (2 N) und nach unten durch eine Eindringtiefe von 0,0002 mm festgelegt ist, s. Tab. 724.2

Die Darstellung des Prüfvorganges s. Bild 725.1 und des Prüfprinzips s. Bild 725.2

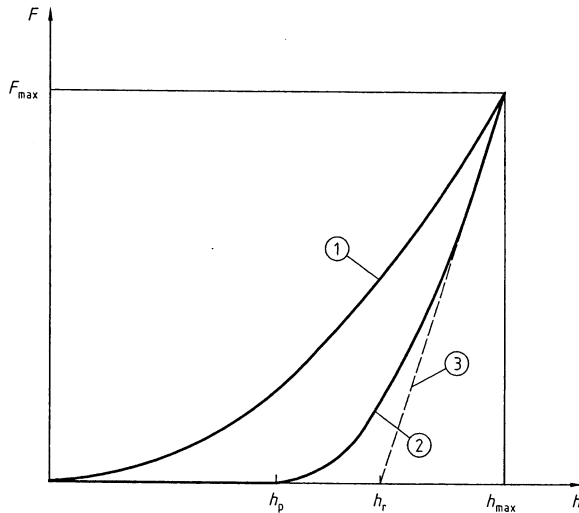


Bild 725.1 Prüfvorgang

- 1 Prüfkraftaufbringung
- 2 Prüfkraftrücknahme
- 3 Tangente an die Kurve bei  $F_{\max}$
- $h_p$  Bleibende Eindringtiefe nach Rücknahme der Prüfkraft
- $h_r$  Schnittpunkt der Tangente (3) an die Kurve (2) bei  $F_{\max}$  mit der Achse der Eindringtiefe
- $h_{\max}$  maximale Eindringtiefe bei  $F_{\max}$

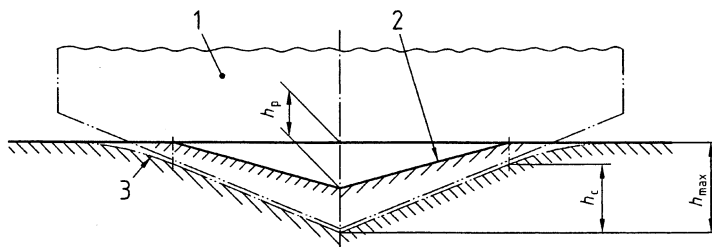


Bild 725.2 Prüfprinzip

- 1 Eindringskörper
- 2 Oberfläche des verbleibenden plastischen Eindrucks in der Probe
- 3 Oberfläche des Eindrucks bei maximaler Eindringtiefe und Prüfkraft
- $h_p$  Bleibende Eindringtiefe nach Rücknahme der Prüfkraft
- $h_r$  Tiefe des Kontaktes des Eindringskörpers mit der Probe bei  $F_{\max}$
- $h_{\max}$  maximale Eindringtiefe bei  $F_{\max}$

Für die Bestimmung der Härte und der anderen Werkstoffparameter s. Anhang A der Norm zur Bestimmung folgender Parameter: **Martenshärte, Eindringhärte, elastischer Eindringmodul, Eindringkriechen, Eindringrelaxation und plastischer und elastischer Anteil der Eindringarbeit.**

Für die Prüfung dünner, metallischer und nichtmetallischer Schichten und von Nichtmetallen ist Teil 4 dieser Norm in Vorbereitung.

Für den Eindringskörper, der aus einem härteren Werkstoff als der zu prüfende Werkstoff besteht, können folgende Formen und Werkstoffe verwendet werden:

- a) Eindringskörper aus Diamant mit einer geraden Pyramide mit quadratischer Grundfläche und mit einem Winkel  $\alpha = 136^\circ$  zwischen den gegenüberliegenden Flächen (Vickers-Pyramide)

- b) Diamantpyramide mit dreieckiger Grundfläche (z. B. Berkovich-Pyramide);
- c) Hartmetallkugel (insbesondere für die Bestimmung des elastischen Werkstoffverhaltens);
- d) kugliger Diamanteindringkörper.

Diese Norm schließt nicht die Verwendung anderer Eindringkörpergeometrien aus. Ergebnisse, die mit solchen Eindringkörpern erhalten werden, sollten entsprechend interpretiert werden. Andere Werkstoffe, wie Saphir, dürfen auch verwendet werden.

### DIN EN 10045-1 Metallische Werkstoffe – Kerbschlagbiegeversuch nach Charpy – Teil 1: Prüfverfahren DIN 50115 Prüfung metallischer Werkstoffe – Kerbschlagbiegeversuch – Besondere Probenformen und Auswerteverfahren (beide Apr 1991)

Der Kerbschlagbiegeversuch war früher in DIN 50115 genormt. DIN EN 10045-1 gilt für die als ISO-U-Probe und ISO-V-Probe bekannten Probenformen.

Einige andere bewährte Probenformen sind in der Folgeausgabe DIN 50115 erhalten geblieben, die auch zwei ergänzende Auswertungsverfahren enthält (Einzelheiten s. Norm).

Bei der Prüfung wird eine in der Mitte gekerbte Probe, die auf zwei Auflagern und gegen zwei Widerlager liegt, unter den in der Norm festgelegten Bedingungen mit einem Pendelhammer mit einem einzigen Schlag durchschlagen. Die dabei verbrauchte Schlagarbeit wird in Joule gemessen. Diese verbrauchte Schlagarbeit ist ein Maß für die Widerstandsfähigkeit der Werkstoffe gegen schlagartige Beanspruchung.

Angabe der verbrauchten Schlagarbeit KU oder KV in Joule ohne Zusatz gilt nur bei Normalbedingungen (Arbeitsvermögen des Pendelschlagwerks  $300 \text{ J} \pm 10 \text{ J}$ , Normalprobe). Abweichungen davon müssen gekennzeichnet werden, s. Norm.

Einheiten und Benennungen sowie ihre Erklärung s. Tab. 726.1 in Zusammenhang mit Bild 726.2, Probenmaße s. Tab. 727.1, Versuchsanordnung s. Bild 726.3.

Tabelle 726.1 Benennungen

Nummer in Bild 726.2	Benennung	Einheit
1	Länge der Probe	mm
2	Höhe der Probe	mm
3	Breite der Probe	mm
4	Höhe im Kerbgrund	mm
5	Kerbwinkel	Grad
6	Kerbradius	mm
7	lichter Abstand der Widerlager	mm
8	Rundungshalbmesser der Widerlager	mm
9	Hinterschnitt der Widerlager	Grad
10	Winkel des Finnenkeils	Grad
11	Rundungshalbmesser der Finnschneide	mm
12	Hammerscheiben-Dicke	mm
-	verbrauchte Schlagarbeit KU oder KV	Joule

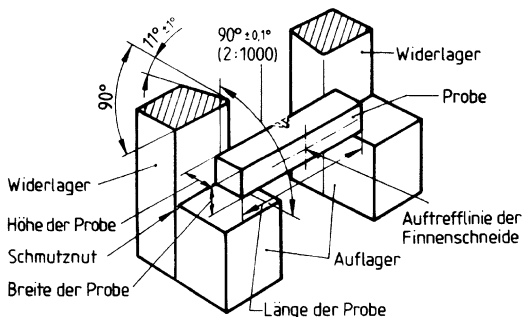


Bild 726.3 Prinzipielle Versuchsanordnung

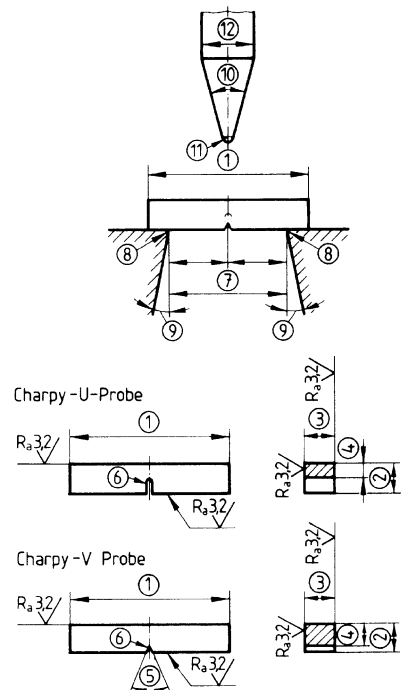


Bild 726.2 Kerbschlagbiegeversuch nach Charpy (DIN EN 10045-1)

Anmerkung: Zur Erklärung der eingekreisten Nummern s. Tab. 726.1

Tabelle 727.1 Probenmaße (DIN EN 10045-1)

Benennung	Probe mit U-Kerb			Probe mit V-Kerb		
	Nennmaß	Grenzabmaße	ISO-Kurzzeichen <sup>1)</sup>	Nennmaß	Grenzabmaße	ISO-Kurzzeichen <sup>1)</sup>
Länge der Probe	55 mm	±0,60 mm	js 15	55 mm	±0,60 mm	js 15
Höhe der Probe	10 mm	±0,11 mm	js 13	10 mm	±0,06 mm	js 12
Breite der Probe						
– Normal-Probe	10 mm	±0,11 mm	js 13	10 mm	±0,11 mm	js 13
– Untermaß-Probe	–	–	–	7,5 mm	±0,11 mm	js 13
– Untermaß-Probe	–	–	–	5 mm	±0,06 mm	js 12
Kerbwinkel	–	–	–	45°	±2°	–
Höhe im Kerbgrund	5 mm	±0,09 mm	js 13	8 mm	±0,06 mm	js 12
Kerbradius	1 mm	±0,07 mm	js 12	0,25 mm	±0,025 mm	–
Abstand zwischen Kerbmitte und Stirnflächen der Probe <sup>2)</sup>	27,5 mm	±0,42 mm	js 15	27,5 mm	±0,42 mm	js 15
Winkel zwischen Symmetrieebene des Kerbs und der Probenlängsachse	90°	±2°	–	90°	±2°	–
Winkel benachbarter Probenlängsflächen zueinander	90°	±2°	–	90°	±2°	–

<sup>1)</sup> Nach DIN ISO 286-1.

<sup>2)</sup> Für Pendelschlagwerke mit automatischer Positionierung der Proben wird ein Grenzabmaß von ±0,165 anstelle von ±0,42 empfohlen.

Für den instrumentierten Kerbschlagbiegeversuch sind die Versuchsführung, die Anforderungen an die Messeinrichtung und die Auswerteverfahren in DIN EN ISO 14556 festgelegt (s. Norm).

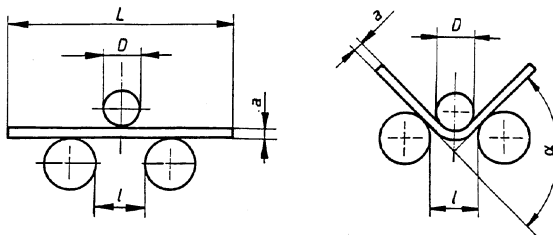
### DIN EN ISO 7438 Metallische Werkstoffe – Biegeversuch (ISO 7438:2005) (Okt 2005)

Der technologische Biegeversuch (Faltversuch) dient dazu, das Biegeverhalten eines metallischen Werkstoffes zu prüfen.

Dazu wird eine Biegeprobe mit rechteckigem, kreisförmigem oder vieleckigem Querschnitt in einer Biegevorrichtung zügig gebogen, bis entweder ein bestimmter Biegewinkel erreicht ist oder bis das Biegevormögen erschöpft ist (Anriss). Der Biegewinkel wird bei beanspruchter Probe (während des Biegens) gemessen.

Der Versuch kann in einer Biegevorrichtung mit Biegestempel und Auflagerrollen (s. Bild 727.2) oder mit Biegestempel und Matrize durchgeführt werden. Die Breite der Biegeprobe soll zwischen 20 und 50 mm liegen. Bei kreisförmigem oder vieleckigem Querschnitt muss der Durchmesser zwischen 20 und 50 mm liegen.

$$l = (D + 3a) \pm a/2$$



727.2 Biegevorrichtung mit Stempel und Auflagerrollen

## 18.2 Prüfung organischer Stoffe

Die Prüfnormen sind nur auf bestimmte Stoffgruppen oder Stoffe anwendbar. Vier Gebiete sind in den nachfolgenden Unterabschnitten behandelt. Darüber hinaus sind z. B. auch Prüfverfahren für Holz, Papier, Pappe und Leder in Normen festgelegt worden.

### 18.2.1 Prüfung von Kunststoffen<sup>1)</sup>

In den folgenden drei Normen für Prüfverfahren von Kunststoffen sind bevorzugte Maße für die Probekörper festgelegt. Prüfungen, die an Probekörpern anderer Abmessungen oder an unter abweichenden Bedingungen hergestellten Probekörpern durchgeführt werden, können Ergebnisse liefern, die nicht vergleichbar sind. Andere Einflüsse, wie die Prüfgeschwindigkeit und die Vorbehandlung der Probekörper, können ebenfalls die Ergebnisse beeinflussen. Folglich müssen diese Einflüsse sorgfältig kontrolliert und aufgezeichnet werden, wenn vergleichbare Daten verlangt werden.

Die Prüfverfahren sind speziell zur Anwendung bei folgenden Werkstoffgruppen geeignet:

- steife und halbsteife thermoplastische Spritzguss- und Extrusionsformmassen einschließlich gefüllter und verstärkter Formmassen als Ergänzung zu ungefüllten Sorten; steife und halbsteife thermoplastische Platten und Folien;
- steife und halbsteife duroplastische Formmassen einschließlich gefüllter und verstärkter Formmassen; steife und halbsteife duroplastische Platten einschließlich Schichtstoffen;
- faserverstärkte duroplastische oder thermoplastische Verbundwerkstoffe mit unidirektionaler oder nichtunidirektionaler Verstärkung, wie Matten, Vliese und Gelege, Gewebe, Rovinggewebe, Kombinations- und Mischverstärkung, Stränge (Rovings) und Kurzfasern; Tafeln aus vorgetränkten Werkstoffen (Prepregs);
- thermotrope flüssigkristalline Kunststoffe.

Die Prüfverfahren sind üblicherweise nicht zur Anwendung bei harten Schaumstoffen und Schichtstoff-Verbundwerkstoffen geeignet.

Die Prüfverfahren werden an Probekörpern angewendet, die entweder in den gewählten Abmessungen geformt oder aus Fertigteilen und Halbzeugen wie Formteilen, Schichtpresstoffen, Folien und extrudierten oder gegossenen Platten ausgearbeitet, geschnitten oder gestanzt werden. In einigen Fällen kann ein Vielzweckprobekörper verwendet werden (DIN EN ISO 3167, s. Norm).

#### DIN EN ISO 527-1 Kunststoffe – Bestimmung der Zugeigenschaften – Allgemeine Grundsätze (ISO 527-1: 1993) (Apr 1996)

In dieser Norm sind die allgemeinen Grundsätze zur Bestimmung der Zugeigenschaften von Kunststoffen und Kunststoff-Verbunden unter bestimmten Bedingungen festgelegt.

Die verschiedenen Probekörpertypen entsprechen den unterschiedlichen Werkstofftypen, für die Prüfbedingungen in den Teilen 2 bis 5 von DIN EN ISO 527 näher beschrieben werden.

Teil 2 Prüfbedingungen für Form- und Extrusionsmassen

Teil 3 Prüfbedingungen für Folien und Tafeln

Teil 4 Prüfbedingungen für isotrop und anisotrop faserverstärkte Kunststoffverbundwerkstoffe

Teil 5 Prüfbedingungen für unidirektional faserverstärkte Kunststoffverbundwerkstoffe

Die Prüfverfahren werden angewendet, um das Zugverformungsverhalten von Probekörpern zu untersuchen und die Zugfestigkeit, den Zugmodul und andere charakteristische Punkte der Zugspannungs-/Dehnungskurve unter festgelegten Bedingungen zu ermitteln.

Die Eigenschaften, die nach dieser Norm ermittelt werden können, sind (s. Bild 729.1):

**Spannung  $\sigma$  (tensile stress):** Die auf die Anfangsquerschnittsfläche innerhalb der Messlänge bezogene Zugkraft am Probekörper zu jedem beliebigen Zeitpunkt des Versuchs.

**Streckspannung  $\sigma_Y$  (yield stress):** Der erste Spannungswert, bei dem ein Zuwachs der Dehnung ohne Steigerung der Spannung auftritt. Sie kann kleiner sein als die maximal erreichte Spannung (s. Bild 707.1 Kurven b und c).

<sup>1)</sup> S. auch Handbuch Kunststoffe – Band 1 Mechanische und thermische Eigenschaften; Prüfnormen (Loseblattsammlung) und Handbuch Kunststoffe – Band 2: Chemische und optische Gebrauchseigenschaften; Verarbeitungseigenschaften; Prüfnormen (Loseblattsammlung) Beuth-Verlag GmbH, Berlin, Wien, Zürich.



**Bruchspannung  $\sigma_B$  (tensile stress at break):**

Die Spannung beim Bruch des Probekörpers.

**Zugfestigkeit  $\sigma_M$  (tensile strength):** Die Maximalspannung, die der Probekörper während eines Zugversuchs trägt.

**Spannung bei x % Dehnung  $\sigma_x$  (tensile stress at x % strain):** Die Spannung, bei der die Dehnung den festgelegten Wert x in % erreicht. Sie kann z. B. gemessen werden, wenn die Spannungs-/Dehnungskurve keine Streckgrenze aufweist (s. Bild 728.1, Kurve d).

**Dehnung  $\varepsilon$  (tensile strain):** Die auf die ursprüngliche Länge bezogene Änderung der Messlänge. Sie wird verwendet für Dehnungen bis zum Streckpunkt.

**Streckdehnung  $\varepsilon_Y$  (yield strain):** Die Dehnung bei der Streckspannung (s. Bild 729.1, Kurven b und c).

**Bruchdehnung  $\varepsilon_B$  (tensile strain at break):** Die Dehnung bei der Bruchspannung, wenn der Bruch vor Erreichen eines Streckpunktes erfolgt (s. Bild 729.1, Kurven a und d).

**Dehnung bei der Zugfestigkeit  $\varepsilon_M$  (tensile strain at tensile strength):** Die Dehnung bei der Maximalspannung, wenn diese ohne oder im Streckpunkt auftritt (s. Bild 729.1, Kurven a und d).

**Nominelle Dehnung  $\varepsilon_t$  (nominal tensile strain):** Die auf die ursprüngliche Länge bezogene Änderung der Einspannlänge zwischen den Klemmen (Klemmenweg). Sie wird verwendet für Dehnungen jenseits eines Streckpunktes. Sie stellt die totale relative Verlängerung dar, die in der freien Einspannlänge des Probekörpers auftritt.

**Nominelle Bruchdehnung  $\varepsilon_{tB}$  (nominal tensile strain at break):** Die nominelle Dehnung bei der Bruchspannung, wenn der Probekörper jenseits eines Streckpunktes bricht (s. Bild 729.1, Kurve b und c).

**Nominelle Dehnung bei der Zugfestigkeit  $\varepsilon_{tM}$  (nominal tensile strain at tensile strength):** Die nominelle Dehnung bei der Zugfestigkeit, wenn diese jenseits eines Streckpunktes auftritt (s. Bild 729.1, Kurve b).

**Elastizitätsmodul aus dem Zugversuch; Zugmodul  $E_t$  (modulus of elasticity in tension):** Der Quotient aus dem Spannungsunterschied  $\sigma_2 - \sigma_1$  und dem entsprechenden Dehnungsunterschied ( $\varepsilon_2 = 0,0025$ ) - ( $\varepsilon_1 = 0,005$ ) (s. Bild 728.1, Kurve d). Diese Definition trifft nicht auf Folien und Gummi zu.

Zur Bestimmung der Festigkeits- und Dehnungswerte wird ein Probekörper mit einer festgelegten gleich bleibenden Prüfgeschwindigkeit bis zum Reißen gedehnt.

**DIN EN ISO 178 Kunststoffe – Bestimmung der Biegeeigenschaften (ISO 178:2001) (Apr 2006)**

Das Prüfverfahren wird für die Untersuchung des Biegeverhaltens der Probekörper und für die Bestimmung der Biegefestigkeit, des Biegemoduls und anderer charakteristischer Punkte der Spannungs-/Dehnungskurve unter den definierten Bedingungen der Biegebeanspruchung verwendet.

Das Prüfverfahren ist für Probekörper geeignet, die entweder direkt in den gewählten Maßen geformt werden, aus dem Mittelteil eines Norm-Vielzweckprobekörpers (DIN EN ISO 3167, s. Norm) ausgearbeitet werden oder aus fertigen oder halbfertigen Produkten wie Formteilen, Schichtstoffen und extrudierten oder gegossenen Tafeln ausgearbeitet werden.

Für konstruktive Zwecke können nur Biegeeigenschaften von Materialien mit linearem Spannungs-/Dehnungsverhalten angewendet werden. Bei nichtlinearem Werkstoffverhalten sind Biegeeigenschaften nur nominell. Die Biegeprüfung sollte deshalb vorzugsweise an spröden Werkstoffen angewendet werden, die im Zugversuch schwierig zu prüfen sind.

Eigenschaften, die nach dieser Norm ermittelt werden können, sind (s. Bild 730.1):

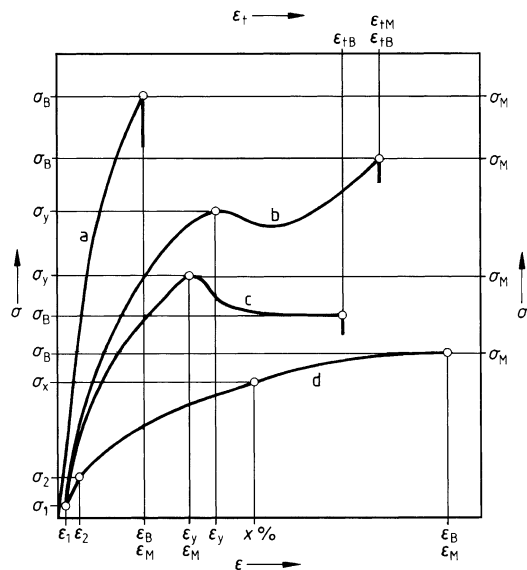


Bild 729.1 Typische Spannungs-/Dehnungskurven

Kurve a spröde Werkstoffe

Kurven b und c zähe Werkstoffe mit Streckpunkt

Kurve d zähe Werkstoffe ohne Streckpunkt

Die Wertepaare zur Berechnung des Elastizitätsmoduls  $E_t$  sind lediglich für Kurve d mit  $(\sigma_1, \varepsilon_1)$  und  $(\sigma_2, \varepsilon_2)$  angegeben ( $\varepsilon_1 = 0,0005$ ;  $\varepsilon_2 = 0,0025$ ).

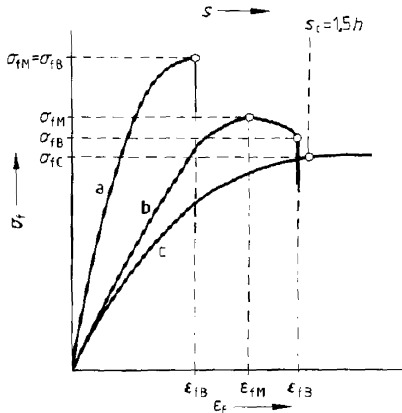


Bild 730.1 Typische Kurvenverläufe der Biegespannung  $\sigma_f$  in Abhängigkeit von der Biegedehnung  $\epsilon_f$  und der Durchbiegung  $s$

- Kurve a – Probekörper, der vor dem Fließen bricht
- Kurve b – Probekörper, der eine Streckgrenze hat und dann vor Erreichen der Normdurchbiegung  $s_c$  bricht
- Kurve c – Probekörper, der weder eine Streckgrenze hat, noch vor der Normdurchbiegung  $s_c$  bricht

**Biegespannung  $\sigma_f$ :** Die nominale Spannung in der Randfaser des Probekörpers in der Mitte der Stützweite.

**Biegefestigkeit  $\sigma_{fM}$ :** Die maximale Biegespannung, die während eines Biegeversuchs von dem Probekörper ertragen wird (s. Bild 730.1, Kurven a und b).

**Biegedehnung beim Bruch  $\epsilon_{fB}$ :** Die Biegedehnung beim Bruch des Probekörpers (s. Bild 730.1, Kurve a und b).

**Durchbiegung  $s$ :** Die Verschiebung der Ober- oder Unterseite der Probe in der Mitte der Stützweite während des Versuchs gegenüber der ursprünglichen Lage.

**Elastizitätsmodul bei Biegung; Biegemodul  $E_f$ :** Das Verhältnis der Spannungsdifferenz ( $\sigma_{f2} - \sigma_{f1}$ ) und der dazugehörigen Differenz der Dehnungen ( $\epsilon_{f2} = 0,0025$ ) – ( $\epsilon_{f1} = 0,0005$ ).

Zur Durchführung der Prüfung wird ein Probekörper (wie ein Träger auf zwei Stützen) in der Mitte durch eine festgelegte, gleich bleibende Geschwindigkeit der Druckfinne relativ zu den Auflagern stoßfrei beansprucht. Während der Prüfung werden die den zu ermittelnden Eigenschaften entsprechenden Biegekräfte und die zugehörigen Durchbiegungen oder Randfaserdehnungen in Probekörpermitte gemessen.

#### DIN EN ISO 179-1 Kunststoffe – Bestimmung der Charpy-Schlageigenschaften – Teil 1: Nicht instrumentierte Schlagzähigkeitsprüfung (ISO 179-1: 2000 + Amd 1: 2005) Mai 2006)

In dieser Norm ist ein Verfahren für die Bestimmung der Charpy-Schlagzähigkeit von Kunststoffen unter bestimmten Bedingungen festgelegt (Anzahl von Probekörpern und Prüfanordnungen). Die unterschiedlichen Prüfbedingungen sind abhängig vom Werkstofftyp, vom Probekörpertyp und der Kerbart.

Das Prüfverfahren wird benutzt, um das Verhalten bestimmter Probekörper bei den festgelegten Schlagbedingungen zu untersuchen und die Sprödigkeit oder Zähigkeit von Probekörpern innerhalb der Grenzen der Prüfbedingungen festzustellen.

Das Prüfverfahren ist an die Verwendung von Probekörpern angepasst, die aus Formmassen in den gewählten Abmessungen hergestellt, aus dem mittleren Teil des Vielzweckprobekörpers (s. DIN EN ISO 3167) ausgearbeitet oder aus Formteilen und Halbzeugen entnommen werden (z. B. aus Spritzgussteilen, Schichtstoffen, extrudierten oder gegossenen Tafeln).

Das Prüfverfahren soll nicht als Datenquelle für Konstruktionsberechnungen von Teilen dienen. Durch Variation von Prüftemperatur, Kerbgrundradius und/oder Prüfkörperdicke und Herstellbedingungen können jedoch Informationen über das spezifische Materialverhalten gewonnen werden.

Die Eigenschaften, die nach dieser Norm ermittelt werden können, sind:

**Charpy-Schlagzähigkeit (von ungekerbten Probekörpern),  $a_{KU}$ :** Die beim Bruch eines ungekerbten Probekörpers aufgenommene Schlagarbeit, bezogen auf die Anfangsquerschnittsfläche des Probekörpers.

**Charpy-Kerbschlagzähigkeit (von gekerbten Probekörpern)  $a_{KN}$ :** Die beim Bruch eines gekerbten Probekörpers aufgenommene Schlagarbeit, bezogen auf die Anfangsquerschnittsfläche des Probekörpers an der Kerbe, wobei  $N = A, B$  oder  $C$  ist, abhängig von der Art der Kerbe.

**Schmalseitiger Schlag,  $e$  (edgewise):** Die Schlagrichtung parallel zur Breite  $b$  mit Schlag auf die schmale Längsseite  $h \cdot l$  des Probekörpers.

**Breitseitiger Schlag,  $f$  (flatwise):** Die Schlagrichtung parallel zur Dicke  $h$ , mit Schlag auf die breite Längsseite  $b \cdot l$  des Probekörpers.

**Senkrechter Schlag,  $n$  (normal):** Die Schlagrichtung senkrecht zur Schichtebene eines Tafelmaterials. Sie wird für geschichtete verstärkte Kunststoffe eingesetzt.

**Paralleler Schlag,  $p$  (parallel):** Die Schlagrichtung parallel zur Schichtebene eines Tafelmaterials. Sie wird für geschichtete verstärkte Kunststoffe eingesetzt.

Zur Durchführung der Prüfung wird ein Probekörper als waagerechter Balken gelagert und durch einen einzelnen Schlag eines Pendels gebrochen, wobei die Aufschlaglinie in der Mitte zwischen den beiden Probekörper-Widerlagern liegt.

Bei schmalseitigem Schlag auf gekerbte Probekörper ist die Aufschlaglinie genau gegenüber der Einzelkerbe.

Einzelheiten s. Norm.

Weitere Prüfnormen für Kunststoffe sind in DIN EN ISO 10350-1 und DIN EN ISO 10350-2 zusammengestellt, s. Norm.

## 18.2.2 Prüfung von Elastomeren

### DIN 53505 Prüfung von Kautschuk und Elastomeren – Härteprüfung nach Shore A und Shore D (Aug 2000)

Unter der Härte nach Shore wird der Widerstand gegen das Eindringen eines Körpers bestimmter Form unter definierter Federkraft verstanden.

Die Härteskala umfasst einen Bereich von 0 bis 100 Härteeinheiten, wobei 0 der kleinsten und 100 der größten Härte entspricht.

Das in dieser Norm beschriebene Prüfverfahren gestattet die Bestimmung der Härte an Probekörpern und Erzeugnissen aus Kautschuk und Elastomeren. Die Messwerte sind abhängig von deren viskoelastischen Eigenschaften, insbesondere den Spannungswerten nach DIN 53504 (s. Norm). Das Härteprüfgerät nach Shore A ist im Bereich von 10 bis 90 Shore A anwendbar. Härtere Probekörper werden zweckmäßig mit dem Härteprüfgerät nach Shore D gemessen.

Ein weiteres Verfahren für den mittleren Härtebereich ist die Bestimmung der Kugeldruckhärte nach DIN ISO 48, gemessen mit einer Kugel von 1 mm oder 2,5 mm Durchmesser. Weiche Probekörper können mit der Kugel von 5 mm Durchmesser, härtere mit dem Härteprüfgerät nach DIN EN ISO 2039-1 gemessen werden (s. Normen).

Zur Messung nach DIN 53505 wird das Härteprüfgerät, dessen Einzelheiten in der Norm festgelegt sind, stoßfrei auf den Probekörper aufgesetzt. Es soll beim Prüfen mit der Auflagefläche satt aufliegen (s. Bild 731.1). Die Härte ist 3 s nach der Berührung zwischen der Auflagefläche des Härteprüfgerätes und dem Probekörper abzulesen. Bei Probekörpern mit deutlichen Fließigenschaften kann auch nach 15 s abgelesen werden. Die Messdauer ist im Prüfbericht anzugeben.

Eindringkörper gehärtet und poliert

a	∅ (3,00 ± 0,10) mm
b	∅ (1,25 ± 0,15) mm
c	(2,50 ± 0,02) mm
d	(0,79 ± 0,01) mm
r	(0,10 ± 0,01) mm, kugelig
f	∅ (18,0 ± 0,50) mm

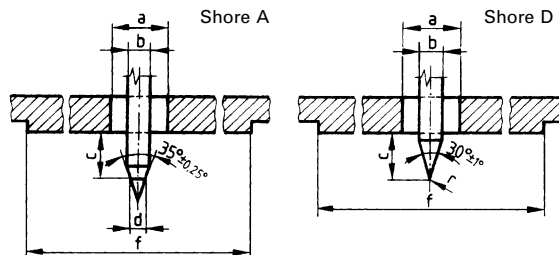


Bild 731.1 Härteprüfung nach Shore – Eindringkörper und Auflagefläche

### DIN 53512 Prüfung von Kautschuk und Elastomeren – Bestimmung der Rückprall-Elastizität (Schob-Pendel) (Apr 2000)

Das Prüfverfahren nach dieser Norm dient zur Beurteilung des Elastizitätsverhaltens von Elastomeren in einem Härtebereich von 30 bis 85 Shore A bzw. IRHD (DIN ISO 48, s. Norm) bei Stoßbeanspruchung. Insbesondere ist dieses Verfahren geeignet, mit einfachen Mitteln erste Anhaltspunkte über das dynamische Verhalten eines Elastomers zu vermitteln.

Bei der Verformung von Elastomeren wird Energie aufgenommen, die teilweise wieder gewonnen wird, wenn das Elastomer wieder in die ursprüngliche Gestalt zurückkehrt. Derjenige Teil der Energie, der als mechanische Energie verloren geht, wird im Elastomer in Wärme umgewandelt.

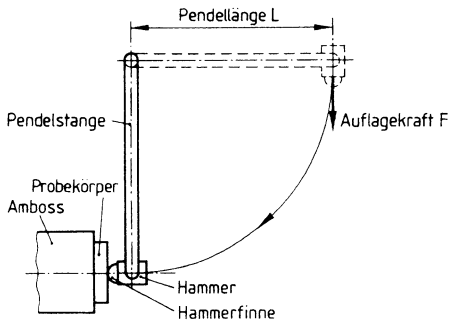


Bild 732.1 Schematische Darstellung der Bestimmung der Rückprallelastizität von Elastomeren

Die Rückprall-Elastizität  $R$  ist das Verhältnis der wiedergewonnenen Energie zur aufgewendeten Energie.  $R$  in % ergibt sich definitionsgemäß aus dem Quotienten der Rückprallhöhe  $h_R$  und der Fallhöhe des Pendels  $h_0$ :

$$R = \frac{h_R}{h_0} \cdot 100$$

Die Rückprall-Elastizität wird mit einer mechanischen Schwingvorrichtung mit einem Freiheitsgrad gemessen (s. Bild 732.1).

Durchführung: Nachdem der Probekörper in die Haltevorrichtung am Amboss eingesetzt wurde und die thermische Konditionierung beendet ist, wird das Pendel 6-mal aus waagerechter Stellung auf dieselbe Stelle des Probekörpers fallen gelassen und jeweils

vor dem nochmaligen Auftreffen auf den Probekörper aufgefangen. Die ersten 3 Schläge dienen der mechanischen Konditionierung des Probekörpers. Die Rückprall-Elastizität wird beim 4., 5. und 6. Schlag abgelesen. Der Median aus den drei Ablesungen wird ermittelt.

Aus den Medianwerten von mindestens 2 Probekörpern wird das arithmetische Mittel der Rückprall-Elastizität  $R$  errechnet.

## 18.2.3 Prüfung von Beschichtungsstoffen, Beschichtungen, Pigmenten und Füllstoffen

Aus der Vielzahl der vorliegenden Normen mit Prüfverfahren werden nachfolgend nur die wichtigsten Normen kurz behandelt.

Hinweise auf weitere Normen s. Tab. 735.2 und 735.3.

Prüfungen an Beschichtungen werden entweder an speziell für diesen Zweck hergestellten Probenplatten (Norm-Probenplatten aus Stahl, verzinktem Stahl, Weißblech, Aluminium und Glas n. DIN EN ISO 1514, s. Norm) oder an beschichteten Fertigerzeugnissen (bzw. an aus diesen entnommenen Probenstücken) durchgeführt. Für die Beurteilung der erhaltenen Prüfergebnisse ist die Kenntnis der Schichtdicke der Beschichtung erforderlich (Messung nach DIN EN ISO 2808, s. Norm).

### DIN EN ISO 2409 Lacke und Anstrichstoffe – Gitterschnittprüfung (ISO 2409:1992) (Okt 1994)

Durch die Gitterschnittprüfung wird die Haftfestigkeit beurteilt. In die Beschichtung wird mit einem genormten Schneidgerät (Einschneidengerät oder Mehrschneidengerät) ein bis zum Untergrund durchgehendes Schnittband mit 6 Schnitten und im rechten Winkel dazu ein weiteres Schnittband mit 6 Schnitten gezogen, sodass ein Gitter mit 25 Quadraten entsteht. Der Schnittabstand beträgt in Abhängigkeit von der Schichtdicke 1 mm (bis 60  $\mu\text{m}$ ), 2 mm (über 60 bis 120  $\mu\text{m}$ ) oder 3 mm (über 120  $\mu\text{m}$  bis 250  $\mu\text{m}$ ). Nach Bürsten mit einer Bürste in festgelegter Weise werden die Gitterschnitte mit einer Lupe beurteilt. Anhand der Tab. 733.1 wird der Gitterschnitt-Kennwert ermittelt.





### DIN EN ISO 1519 Beschichtungsstoffe – Dornbiegeversuch (zylindrischer Dorn) (ISO 1519: 2002) (Okt 2003)

Der Dornbiegeversuch dient zur Beurteilung der Dehnbarkeit und der Haftfestigkeit von Beschichtungen bei Biegebeanspruchung. Die Probenplatten werden mit der Beschichtung nach außen stetig innerhalb von 1 bis 2 Sekunden um 180° um Biegedorne von festgelegtem Durchmesser (2 mm bis 32 mm) gebogen. Das Biegen wird, beginnend mit dem dicksten Biegedorn, bis zu demjenigen Biegedorn durchgeführt, bei dem sich Risse in der Beschichtung zeigen.

### DIN EN ISO 1520 Beschichtungsstoffe – Tiefungsprüfung (ISO 1520: 1999) (Apr 2002)

Bei der Tiefung wird das Verhalten von Beschichtungen bei Verformung ermittelt. In die unbeschichtete Seite der Probenplatten wird mit gleichmäßiger Vorschubgeschwindigkeit (etwa 0,2 mm/Sekunde) die Kugelspitze eines Stößels eingedrückt (s. Bild 733.2), bis sich an der Oberfläche der Beschichtung Risse zeigen. Als Tiefung wird der Weg des Stößels von der Nullstellung an in mm auf 0,5 mm angegeben.

Tabelle 733.1 Auswertungstabellen für Gitterschnittprüfung

Gitterschnitt-Kennwert	Beschreibung	Bild
0	Die Schnittländer sind vollkommen glatt, keines der Quadrate des Gitters ist abgeplatzt.	–
1	An den Schnittpunkten der Gitterlinien sind kleine Splitter der Beschichtung abgeplatzt; abgeplatzte Fläche bis etwa 5 % Gitterschnittfläche.	
2	Die Beschichtung ist längs der Schnittländer und/oder an den Schnittpunkten der Gitterlinien abgeplatzt; abgeplatzte Fläche bis etwa 15 % der Gitterschnittfläche.	
3	Die Beschichtung ist längs der Schnittländer teilweise oder ganz in breiten Streifen abgeplatzt, und/oder einige Quadrate sind ganz oder teilweise abgeplatzt; abgeplatzte Fläche bis etwa 35 % der Gitterschnittfläche.	
4	Die Beschichtung ist längs der Schnittländer in breiten Streifen und/oder einige Quadrate sind ganz oder teilweise abgeplatzt; abgeplatzte Fläche bis etwa 65 % der Gitterschnittfläche.	
5	Abgeplatzte Fläche größer als bei Kennwert 4	–

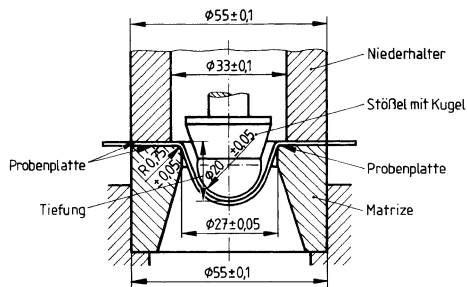


Bild 733.2 Tiefungsprüfgerät

### DIN EN ISO 4628-1 Beschichtungsstoffe – Beurteilung von Beschichtungsschäden – Bewertung der Menge und der Größe von Schäden und der Intensität von gleichmäßigen Veränderungen im Aussehen – Teil 1: Allgemeine Einführung und Bewertungssystem (ISO 4628-1:2003) (Jan 2004)

Die Norm legt das System zum Bewerten der Menge und der Größe von Beschichtungsschäden sowie der Intensität von Veränderungen im Aussehen von Beschichtungen fest und enthält die Grundlagen des Systems der Normenreihe DIN EN ISO 4628. Dieses System ist insbesondere für Schäden gedacht, die durch Alterung und Bewitterung hervorgerufen werden, und für gleichmäßige Veränderungen wie Farbänderungen, z. B. Vergilbung.

Die anderen Teile von DIN EN ISO 4628 enthalten Vergleichsbilder oder andere Hilfsmittel zum Bewerten einzelner Schadensarten.

Es sind dies im Einzelnen:

Teil 2: Bewertung des Blasengrades

Teil 3: Bewertung des Rostgrades

Teil 4: Bewertung des Rissgrades

Teil 5: Bewertung des Ablätterungsgrades

Teil 6: Bewertung des Kreidungsgrades nach dem Klebebandverfahren

Teil 7: Bewertung des Kreidungsgrades nach dem Samtverfahren

Teil 8: Bewertung der von einem Ritz ausgehenden Enthaftung und Korrosion

Teil 10: Bewertung der Filiformkorrosion

Es wurde festgelegt, dass die Menge und Größe von Schäden und die Intensität von Veränderungen durch Kennwerte von 8 bis 5 zu bewerten sind. Der schadensfreie Zustand oder keine Veränderung wird mit „0“ bewertet. Der Kennwert „5“ gilt für so große Schäden oder so starke Veränderungen, dass darüber hinausgehende Bewertungen nicht sinnvoll sind. Die anderen, den Kennwerten 1, 2, 3 und 4 entsprechenden Bewertungen sind so festgelegt, dass Schäden oder Veränderungen im gesamten Bereich unterschieden werden können.

Wenn Schäden oder Veränderungen genauer angegeben werden sollen, dürfen auch halbe Stufen der Kennwerte verwendet werden.

### Bewertung der Menge von Schäden

Die Menge von Beschichtungsschäden in der Form von Ungleichmäßigkeiten oder örtlichen Fehlern in der Beschichtung, die unregelmäßig verteilt sind oder nur an bestimmten Stellen auftreten, wird nach Tab. 734.1 bewertet.

Tabelle 734.1 Kennwerte zum Bewerten der Menge von Schäden

Kennwert	Menge der Schäden
0	keine, d. h. keine erkennbaren Schäden
1	sehr wenige, d. h. kleine, gerade noch signifikante Anzahl von Schäden
2	wenige, d. h. kleine, aber signifikante Anzahl von Schäden
3	mäßig viele Schäden
4	Schäden in beträchtlicher Anzahl
5	sehr viele Schäden

### Bewertung der Größe von Schäden

Falls gefordert und sinnvoll, wird die Durchschnittsgröße (Größenordnung) von Schäden nach Tab. 734.2 bewertet.

Tabelle 734.2 Kennwerte zum Bewerten der Größe von Schäden

Kennwert	Größe der Schäden <sup>1)</sup>
0	nicht sichtbar bei 10facher Vergrößerung
1	nur sichtbar bei bis zu 10facher Vergrößerung
2	gerade sichtbar mit bloßem Auge (auf Normalsichtigkeit korrigiertes Sehvermögen)
3	deutlich sichtbar mit bloßem Auge (auf Normalsichtigkeit korrigiertes Sehvermögen) (bis zu 0,5 mm)
4	Bereich 0,5 mm bis 5 mm
5	größer als 5 mm

<sup>1)</sup> Falls in den Folgeteilen von DIN EN ISO 4628 nicht anders festgelegt.

Wenn eine zu prüfende Fläche Schäden unterschiedlicher Größe zeigt, richtet sich der Kennwert für die Größe nach den größten Schäden, sofern diese zahlreich genug und für die Fläche typisch sind. Die Größe eines Schadens muss mit der Bezeichnung  $S_n$  angegeben werden, wobei  $S$  Größe (= size) bedeutet und  $n$  der Kennwert ist. Ein mit bloßem Auge (auf Normalsichtigkeit korrigiertes Sehvermögen) gerade sichtbarer Schaden wird mit  $S_2$  bezeichnet.

### Bewertung der Intensität von Veränderungen

Die Intensität von gleichmäßigen Veränderungen des Aussehens einer Beschichtung, wie Farbveränderung, z. B. Vergilbung, wird nach Tab. 735.1 bewertet.

Tabelle 735.1 Kennwerte zum Bewerten der Intensität von Veränderungen

Kennwert	Intensität der Veränderung
0	nicht verändert, d. h. keine wahrnehmbare Veränderung
1	sehr gering, d. h. gerade wahrnehmbare Veränderung
2	gering, d. h. deutlich wahrnehmbare Veränderung
3	mittel, d. h. sehr deutlich wahrnehmbare Veränderung
4	stark, d. h. ausgeprägte Veränderung
5	sehr starke Veränderung

Einen Überblick über die wichtigsten genormten Prüfverfahren für unverarbeitete Beschichtungsstoffe gibt Tab. 735.2, für Beschichtungen Tab. 735.3. Probennahme von Beschichtungsstoffen nach DIN EN ISO 15528 Vorprüfung und Vorbereitung von Proben für die Prüfung nach DIN EN ISO 1513 (s. Normen).

Tabelle 735.2 Prüfverfahren für unverarbeitete Beschichtungsstoffe (Auswahl)

Eigenschaft	DIN	ISO
Auslaufzeit	EN ISO 2431	
Dichte	EN ISO 2811-1 bis EN ISO 2811-4	
Deckvermögen	55984, 55987, EN ISO 6504-1	
Flammpunkt	EN ISO 1516, EN ISO 1523, EN ISO 3679, EN ISO 3680, EN ISO 13736	
Volumen an nicht flüchtigen Anteilen	53219	3233
Gehalt an flüchtigen und nicht flüchtigen Anteilen	EN ISO 3251	

Bei den Prüfverfahren für Pigmente und Füllstoffe ist zu unterscheiden zwischen solchen, die im Lieferzustand durchgeführt werden, und solchen, mit denen bestimmte Eigenschaften in Anwendungsmedien, wie Lack- und Druckfarbenbindemitteln, Kunststoffen, Elastomeren usw., beurteilt werden sollen. Eine Auswahl von genormten Prüfverfahren enthält Tab. 736.1. Für vergleichende Echtheitsprüfungen von Farbstoffen in Anwendungsmedien bilden die in DIN 53235-1 festgelegten Farbtiefestands für 1/3-, 1/9- und 1/25-Standardfarbtiefe (ST) sowie die Mess- und Auswertungsbedingungen für die Bestimmung von Farbunterschieden nach DIN 53236 eine wichtige Grundlage (s. Normen).

Tabelle 735.3 Prüfverfahren für Beschichtungen (Auswahl)

Eigenschaft/Prüfung	DIN
Beständigkeit gegen Flüssigkeiten	EN ISO 2812-1 bis -5
Blasengrad	EN ISO 4628-2
Eindruckversuch nach Buchholz	EN ISO 2815
Glanzmessung	EN ISO 2813
Haftfestigkeit (Abreißmethode)	EN ISO 4624
Kreidungsgrad	53159, EN ISO 4628-6
Künstliches Bewittern und Bestrahlen	EN ISO 11341 und EN ISO 11507
Rostgrad	EN ISO 4628-3
Salzsprühnebelprüfung	EN ISO 7253
Schwingungsversuch mit Pendel	EN ISO 1522
Trockengrad	53150, EN 29117, EN ISO 1517

Tabelle 736.1 Prüfverfahren für Farbmittel

Eigenschaft	DIN	Anwendung für		
		Pigmente	Füllstoffe	Farbstoffe
Farbmittel im Lieferzustand				
Dichte	EN ISO 787-10	+	+	
Gehalt an flüchtigen Bestandteilen	EN ISO 787-2	+	+	
– salzsäurelöslichen Schwermetallen	53770-1 bis 53770-16	+	+	
– schwerlöslichen Anteilen	55977			+
– wasserlöslichen Anteilen	EN ISO 787-3, EN ISO 787-8	+	+	
Löslichkeit	EN ISO 7579			+
pH-Wert	EN ISO 787-9	+	+	
Ölzahl	EN ISO 787-5	+	+	
Siebrückstand	53195, 53196, EN ISO 787-18	+	+	
Farbmittel im Anwendungsmedium				
<b>Allgemein</b>				
Streuvermögen	53164, EN ISO 787-24	+	+	
Farbstärke	EN ISO 787-24	+		+
<b>Farbmittel in Öl/Lackbindemitteln</b>				
Aufhellvermögen	55982, 55982 Bbl. 1	+		
Dispergierbarkeit	EN ISO 8780-1 bis -6 EN ISO 8781-1 bis -3	+		
Farbstärke	EN ISO 787-16	+		
Streuvermögen	EN ISO 787-24	+		
<b>Farbmittel in Kunststoffen</b>				
PVC weich	EN 14469-1 bis -4	+		+
PVC hart	53774-1, 53774-2 und 53774-5	+		+
<b>Farbmittel in Baustoffen</b>	EN 12878	+	+	

Normen mit Technischen Lieferbedingungen liegen für die meisten anorganischen Pigmente und für Füllstoffe vor (DIN 55902ff.). Dies gilt auch für die internationale Normung. Die entsprechenden Internationalen Normen gelten aber meist nur für die Verwendung der Pigmente bzw. Füllstoffe in Beschichtungsstoffen.

## 18.2.4 Prüfung von Textilien

Neben Prüfverfahren zur Ermittlung der mechanischen Eigenschaften, z. B. den Zugeigenschaften, DIN EN ISO 13934-1 und DIN EN ISO 13934-2, gibt es zahlreiche genormte Verfahren zur Prüfung besonderer Eigenschaften der Textilien, z. B. chemische Prüfverfahren im Zusammenhang mit dem Textilkennzeichnungsgesetz und dem Lebensmittel- und Bedarfsgegenständegesetz, Farbechtheitsnormen und Prüfnormen für das Brennverhalten von Textilien.

Die Probenahme von Fasern, Garnen und Flächegebilden ist in DIN EN 12751 festgelegt, s. Norm.



## 18.3 Zerstörungsfreie Prüfung

Die zerstörungsfreie Prüfung wird bevorzugt zur Ermittlung von Inhomogenitäten an Bauteilen aus metallischen Werkstoffen eingesetzt. Man unterscheidet hierbei u. a.:

**Durchstrahlungsverfahren** mittels Röntgen- oder Gammastrahlen, für Schweißverbindungen z. B. festgelegt in DIN EN 1435 (nachstehend auszugsweise wiedergegeben), für Gussstücke aus Eisenwerkstoffen in DIN EN 12681,

**Ultraschall-Prüfverfahren** mit u. a. DIN EN 1330-4 als wichtiger Verständigungsnorm (nachstehend auszugsweise wiedergegeben). DIN EN 583-1 als Fachgrundnorm für das Prüfverfahren, DIN EN 12668-1 bis DIN EN 12668-3 als Prüfnormen für Ultraschall-Prüfsysteme und DIN EN 1714 als Prüfnorm für Schweißverbindungen.

**Elektrische und magnetische Verfahren**, z. B. magnetische Streuflussverfahren, DIN 54130 Magnetpulverprüfung von Schweißverbindungen, DIN 1290 und induktive Verfahren (Wirbelstromverfahren), DIN 1330-5, DIN EN 12084, DIN 54141-1, DIN 54141-2, DIN 54141-3 und DIN EN 1711.

**Oberflächenverfahren**, darunter z. B. das Eindringverfahren, DIN EN 571-1 (nachstehend auszugsweise wiedergegeben).

Die Terminologie für die zerstörungsfreie Prüfung ist in der Normenreihe DIN EN 1330 festgelegt, die zur Zeit aus 11 Teilen besteht.

Die zunehmende Anwendung von Verfahren der zerstörungsfreien Prüfung hat eine wachsende Zahl entsprechender Prüfnormen zur Folge.

### DIN EN 1435 Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen – Durchstrahlungsprüfung von Schmelzschweißverbindungen (Sep 2002)

Durch diese Norm soll erreicht werden, dass Durchstrahlungsbilder eine dem Prüfgegenstand angemessene und dem Stand der Prüftechnik entsprechende Bildqualität aufweisen. Anforderungen an die Bildqualität, die nur mit Hilfe von Bildgüteprüfkörpern (BPK) nach DIN EN 462-1 und DIN EN 462-2 gestellt werden, geben keine volle Gewähr für optimale Bildqualität; es sind zusätzliche Regeln und Erfahrungswerte der Prüftechnik zu beachten, die in dieser Norm angegeben werden.

Die für die Prüfempfindlichkeit maßgebenden Bedingungen werden den beiden folgenden Klassen zugeordnet:

Klasse A: Grundtechnik

Klasse B: verbesserte Prüftechnik

Die Klasse ist nach den prüftechnischen Anforderungen zwischen Besteller und Hersteller der Durchstrahlungsaufnahme zu vereinbaren.

Für die Durchstrahlung von ebenen Schweißnähten gilt die Aufnahmeordnung nach Bild 738.1. In der Norm sind 9 weitere Aufnahmeanordnungen für einwandige Durchstrahlung gekrümmter Schweißnähte angegeben.

Die Wahl der Strahlenquelle richtet sich nach der durchstrahlten Dicke des Prüfgegenstandes  $w$ , der geforderten Klasse, der gewählten Aufnahmeanordnung und dem Werkstoff.

Zulässige Dickenbereiche des Prüfgegenstandes s. Tab. 738.2.

Die Bildschicht soll im Allgemeinen möglichst dicht an den zu prüfenden Prüfgegenstandsausschnitt herangebracht werden. Es ist sicherzustellen, dass jederzeit eine eindeutige Zuordnung von Durchstrahlungsbild und Schweißnahtabschnitt möglich ist. Weitere Einzelheiten s. Norm.

Von besonderer Bedeutung sind die Normen über den Strahlenschutz bei der Anwendung von Durchstrahlungsverfahren, die im Zusammenhang mit der Röntgenverordnung (RöV) von 2003 und der Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) von 2002 stehen:

- DIN 54113-1 Zerstörungsfreie Prüfung – Strahlenschutzregeln für die technische Anwendung von Röntgeneinrichtungen bis 1 MV – Teil 1: Allgemeine sicherheitstechnische Anforderungen
- DIN 54113-2 – Teil 2: Sicherheitstechnische Anforderungen und Prüfung für Herstellung, Errichtung und Betrieb
- DIN 54115-1 Zerstörungsfreie Prüfung – Strahlenschutzregeln für die technische Anwendung umschlossener radioaktiver Stoffe – Teil 1: Ortsfester und ortsveränderlicher Umgang in der Gammadiagnostik
- DIN 54115-1 Bbl. 1 – Abschätzung von Kontrollbereichen
- DIN 54115-3 – Teil 3: Organisation des Strahlenschutzes bei Umgang und Beförderung in der Gammadiagnostik
- DIN 54115-4 – Teil 4: Herstellung und Prüfung ortsveränderlicher Strahlengeräte für die Gammadiagnostik
- DIN 54115-5 – Teil 5: Bautechnische Strahlenschutzvorkehrungen für die Gammadiagnostik
- DIN 54115-6 – Teil 6: Inspektion, Wartung und Funktionsprüfung von ortsveränderlichen Strahlengeräten

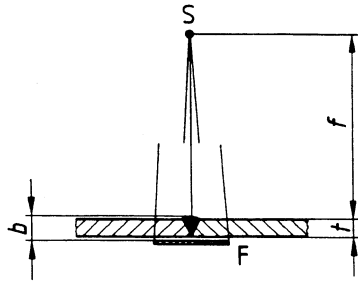


Bild 738.1

Aufnahmeordnung für ebene Schweißnähte und einwandige Durchstrahlung

S Strahlenquelle

F Bildschirm (Film)

f Abstand Strahlenquelle – Prüfgegenstand

b Abstand Prüfgegenstand – Film

t Nenndicke

Tabelle 738.2 Dickenbereich des Prüfgegenstandes für Gammastrahler und für Röntgenstrahler ab 1 MeV Grenzenergie für Stahl, Kupfer und Nickel-Basis-Legierungen

Strahlenquelle	Durchstrahlte Dicke w (mm)	
	Klasse A	Klasse B
Tm 170	$w \leq 5$	$w \leq 5$
Yb 169 <sup>1)</sup>	$1 \leq w \leq 15$	$2 \leq w \leq 12$
Se 75 <sup>2)</sup>	$10 \leq w \leq 40$	$14 \leq w \leq 40$
Ir 192	$20 \leq w \leq 100$	$20 \leq w \leq 90$
Co 60	$40 \leq w \leq 200$	$60 \leq w \leq 150$
Röntgenstrahlen mit Energien von 1 MeV bis 4 MeV	$30 \leq w \leq 200$	$50 \leq w \leq 180$
Röntgenstrahlen mit Energien über 4 MeV bis 12 MeV	$w \leq 50$	$w \leq 80$
Röntgenstrahlen mit Energien über 12 MeV	$w \leq 80$	$w \leq 100$

1) Für Aluminium und Titan ist die durchstrahlte Dicke des Werkstoffs  $10 \text{ mm} < w < 70 \text{ mm}$  für Klasse A und  $25 \text{ mm} < w < 55 \text{ mm}$  für Klasse B.

2) Für Aluminium und Titan ist die durchstrahlte Dicke des Werkstoffs  $35 \text{ mm} \leq w \leq 120 \text{ mm}$  für Klasse A.

### DIN EN 571-1 Zerstörungsfreie Prüfung – Eindringprüfung – Teil 1: Allgemeine Grundlagen (Mrz 1997)

Die Eindringprüfung wird angewendet zum Auffinden von Fehlern, z. B. Rissen, Überlappungen, Falten, Poren und Bindefehler, die zur Oberfläche hin offen sind. Es wird vorwiegend bei metallischen Werkstoffen angewendet, kann jedoch auch bei anderen Werkstoffen eingesetzt werden, vorausgesetzt, diese Werkstoffe werden von den Prüfmitteln nicht angegriffen und/oder sind nicht extrem porös. Die Norm enthält keine Maßstäbe für die Annahmekriterien geprüfter Teile und keine Aussagen über die Eignung einzelner Prüfmittelsysteme für bestimmte Anwendungsfälle. Der Begriff Fehler wird hier übergeordnet in dem Sinne verwendet, dass keine Bewertung im Hinblick auf die Zulässigkeit oder Unzulässigkeit eingeschlossen ist.

Bei der Eindringprüfung werden auf die vorgereinigte Prüffläche geeignete Eindringmittel aufgetragen, die in Fehler, die zur Oberfläche hin offen sind, eindringen. Nach Zwischenreinigung der Prüffläche wird ein Entwickler aufgebracht, der das in den Fehlern verbliebene, stark färbende oder fluoreszierende Eindringmittel aufnimmt und eine deutlich sichtbare, verbreiterte Fehleranzeige bewirkt.

Die Wirksamkeit des Verfahrens hängt u. a. von den Eigenschaften der Prüfmittel, von der Oberflächenbeschaffenheit des zu prüfenden Teils, vom Werkstoff und der Art der Fehler sowie von der Prüftemperatur und vom Ablauf des Prüfvorganges ab.

Der Prüfvorgang läuft im Allgemeinen in folgenden Stufen ab:

- |  |                    |
|--|--------------------|
| a) Vorbereitung und Vorreinigung             | e) Inspektion      |
| b) Eindringvorgang                           | f) Protokollierung |
| c) Zwischenreinigung einschließlich Trocknen | g) Nachreinigung   |
| d) Entwicklungsvorgang                       |                    |

Beim Eindringverfahren gibt es verschiedene Prüfmittelsysteme. Unter einem Prüfmittelsystem wird die nach DIN EN ISO 3452-2 geprüfte Kombination folgender Prüfmittel verstanden: Eindringmittel, Zwischenreiniger und Entwickler; Einzelheiten s. Norm.

### DIN EN 1330-4 Zerstörungsfreie Prüfung – Terminologie – Teil 4: Begriffe der Ultraschallprüfung (Mrz 2000)

Diese Norm enthält Festlegungen der Begriffe, die im Bereich der Ultraschallprüfung in Wort und Schrift zu verwenden sind, um eine einheitliche Terminologie zu schaffen. Die Begriffe sind in vier Abschnitte eingeteilt: 1. Grundbegriffe, 2. Begriffe in Bezug auf Schall, 3. Begriffe in Bezug auf die Prüfausrüstung, 4. Prüftechnische Begriffe. In Tab. 739.1 ist ein Auszug wiedergegeben.

Tabelle 739.1 Ausgewählte Begriffe und Definitionen der Ultraschallprüfung<sup>1)</sup>

Begriff	Definition
Mehrfachecho-Technik	Technik, bei der Wiederholungsechos von der gegenüberliegenden Oberfläche oder von Inhomogenitäten für die Bewertung verwendet werden.
Durchschallungstechnik	Ultraschallprüftechnik, bei der die Qualität eines Werkstoffes anhand des Durchschallungssignals beurteilt wird. Sie kann sowohl mit Impulsen als auch mit Dauerschall durchgeführt werden.
Impuls-Echo-Technik	Technik, bei der Ultraschallimpulse in einem Zyklus ausgesendet und nach Reflexion wieder empfangen werden.
Tauchtechnik	Ultraschallprüftechnik, bei der Prüfgegenstand und Prüfkopf in eine Flüssigkeit eingetaucht sind, die als Koppelmittel oder schallbrechendes Medium verwendet wird. Das Eintauchen kann vollständig oder teilweise erfolgen.
Direkteinschallung	Technik, bei der das Bündel von Ultraschallwellen ohne vorherige Umlenkung in einen bestimmten Bereich des Prüfgegenstandes gerichtet wird.
Anschallung mit Umlenkung	Verwendung einer oder mehrerer Grenzflächen des Prüfgegenstandes, um das Schallbündel mittels Reflexion in das Prüfvolumen zu leiten.
Einschallwinkel	Winkel zwischen der akustischen Achse der gebrochenen Schallwelle und der Grenzflächennormalen.
V-Durchschallung	Technik, bei der zwei Prüfköpfe so angeordnet werden, dass sich ihre Bündelachsen treffen und über Umlenkung ein „V“ bilden.
W-Durchschallung	Technik, bei der zwei Prüfköpfe so angeordnet werden, dass sich ihre Bündelachsen treffen und über Umlenkung ein „W“ bilden.
Einkopftechnik	Technik, bei der zur Erzeugung und zum Nachweis von Ultraschallwellen nur ein Prüfkopf verwendet wird.
Zweikopftechnik	Ultraschallprüftechnik, bei der zwei Prüfköpfe verwendet werden. Beide Prüfköpfe können als Sender und Empfänger benutzt werden.
Tandemtechnik	Prüftechnik, bei der zwei oder mehrere Winkelprüfköpfe mit üblicherweise gleichem Einschallwinkel verwendet werden, die in die gleiche Richtung zeigen und ihre akustischen Achsen in derselben Ebene senkrecht zur Prüffläche haben, wobei ein Prüfkopf zum Aussenden und der andere Prüfkopf zum Empfang der Ultraschallenergie verwendet wird. Zweck dieser Technik ist vorwiegend der Nachweis von Reflektoren, die senkrecht zur Oberfläche orientiert sind.
Kontakttechnik	Prüftechnik, bei der die Prüfkopfsohle(n) direkten Kontakt mit dem Prüfgegenstand hat oder haben (mit oder ohne Koppelmittel).
Wedeln	Technik, bei der der Winkelprüfkopf um die Normale zur Prüffläche geschwenkt wird, die durch den Schallaustrittspunkt geht.

<sup>1)</sup> Die Norm enthält auch die englische und französische Übersetzung der Begriffe und Definitionen.

## 18.4 Klimate

Da alle Gegenstände und Lebewesen von Klimaten umgeben und deren Einflüssen ausgesetzt sind, ist es besonders für die Materialprüfung notwendig und wichtig, Klimate, bei denen vorzugsweise geprüft und gemessen werden soll, und deren Begriffe sowie die entsprechenden Klimaeinrichtungen festzulegen. Dies ist in folgenden Normen geschehen.

### **DIN 50010-1 Klimate und ihre technische Anwendung – Klimabegriffe – Allgemeine Klimabegriffe (Okt 1977)**

Zur Vereinheitlichung und besseren Übersicht sind die in den verschiedenen Normen vorkommenden Begriffe, die bei der Messung klimatischer Einwirkungen benötigt werden, zusammengefasst und geordnet worden. So z. B.:



## 18.5 Prüfbescheinigungen

### DIN EN 10204 Metallische Erzeugnisse – Arten von Prüfbescheinigungen (Jan 2005)

In der Norm sind die verschiedenen Arten von Prüfbescheinigungen festgelegt, die dem Besteller in Übereinstimmung mit den Vereinbarungen bei der Bestellung für die Lieferung von allen metallischen Erzeugnissen, unabhängig von der Art ihrer Herstellung, zur Verfügung gestellt werden. Sie sind in Verbindung mit den Normen anzuwenden, in denen die allgemeinen technischen Lieferbedingungen festgelegt sind (enthalten selbst also keine Angaben darüber, welche Prüfungen durchzuführen sind).

Die Norm darf auch für nichtmetallische Erzeugnisse angewendet werden. Informationen über den möglichen Inhalt von Prüfbescheinigungen können aus entsprechenden Dokumenten entnommen werden, z.B. DIN EN 10168 für Stahl, s. Norm.

Ausführliche Erläuterungen zur Anwendung der Norm sind in einem Beuth-Kommentar mit dem Titel „Prüfbescheinigungen – Anwendung von DIN EN 10204“ zusammengestellt. Schwerpunkte dieser Veröffentlichung sind:

- Prüfbescheinigungen im Überblick, Grundsätze für die Anwendung der Norm;
- Prüfbescheinigungen aus der Sicht des Herstellers;
- Rechtliche Aspekte von Prüfbescheinigungen;
- Prüfbescheinigungen im Online-Datenaustausch.
- Antworten auf häufig gestellte Fragen von Anwendern

Zu beziehen über den Beuth Verlag GmbH, 10772 Berlin  
(Hausanschrift: Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin).

Die Arten der Prüfbescheinigungen sind mit ihren wichtigsten Merkmalen in Tab. 741.1 zusammengestellt.

Tabelle 741.1 Zusammenstellung der Prüfbescheinigungen

Norm-Bezeichnung	Bescheinigung	Inhalt der Bescheinigung	Bestätigung der Bescheinigung durch
2.1	Werksbescheinigung 2.1	Bestätigung der Übereinstimmung mit der Bestellung ohne Angabe von Prüfergebnissen	den Hersteller
2.2	Werkszeugnis 2.2	Bestätigung der Übereinstimmung mit der Bestellung mit Angabe von Prüfergebnissen auf der Grundlage nichtspezifischer Prüfung	
3.1	Abnahmeprüfzeugnis 3.1	Bestätigung der Übereinstimmung mit der Bestellung mit Angabe von Prüfergebnissen spezifischer Prüfung	den von der Fertigungsabteilung unabhängigen Abnahmebeauftragten des Herstellers
3.2	Abnahmeprüfzeugnis 3.2		den von der Fertigungsabteilung unabhängigen Abnahmebeauftragten des Herstellers und den vom Besteller beauftragten Abnahmebeauftragten oder den in den amtlichen Vorschriften genannten Abnahmebeauftragten

# 19 Elektrotechnik

Bearbeitet von G. Imgrund

Die gesamte Normung auf dem Gebiet der Elektro- und Kommunikationstechnik wird von der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE wahrgenommen. Sie betreut über 120 000 Seiten DIN-Normen – ohne ETSI – davon rund 55 000 Seiten elektrotechnische Sicherheitsnormen, die – zusätzlich als VDE-Bestimmung gekennzeichnet – das VDE-Vorschriftenwerk bilden. Die elektrotechnische Normung findet vorzugsweise auf internationaler Ebene (IEC) statt, mit dem Ergebnis, dass etwa 85 % der Europäischen Normen auf IEC-Ergebnissen basieren.

Die DKE ist als Normenausschuss ein Organ des DIN. Gleichzeitig ist die DKE der im VDE VERBAND DER ELEKTROTECHNIK ELEKTRONIK INFORMATIONSTECHNIK e. V. zuständige Geschäftsbereich für die Erarbeitung des VDE-Vorschriftenwerkes. Sie wird vom VDE getragen. Die Arbeitsergebnisse der DKE werden als DIN-Normen veröffentlicht; diese werden zusätzlich als VDE-Bestimmungen gekennzeichnet, wenn sie Festlegungen zur Abwendung von Gefahren für Menschen, Tiere und Sachen enthalten, die sich aus der Anwendung des elektrischen Stromes ergeben. DIN-Normen, die zugleich VDE-Bestimmungen oder VDE-Leitlinien sind, werden als DIN-VDE-Normen herausgegeben (DIN 820-11, s. Norm).

Die DKE ist das deutsche Mitglied in IEC und CENELEC sowie die zuständige deutsche Normenorganisation bei ETSI (s. Abschn. 5). Damit ist sie einerseits zuständig für die Vertretung der deutschen Interessen in der internationalen und europäischen Normung auf dem Gebiet der Elektro- und Kommunikationstechnik und andererseits verantwortlich für die Übernahme der entsprechenden internationalen und regionalen Arbeitsergebnisse in das Deutsche Normenwerk, insbesondere im Rahmen der europäischen Harmonisierung.

Im Rahmen der europäischen Harmonisierung spielen die EG-Niederspannungsrichtlinie (2006/95/EG) und die EMV-Richtlinie (2004/108/EG) eine besondere Rolle.

Die EG-Niederspannungsrichtlinie bildete die Basis für die erfolgreiche Neue Konzeption in Europa und war die erste EG-Richtlinie, die lediglich Schutzziele festlegte und zu deren Konkretisierung auf harmonisierte Normen, die von CENELEC erarbeitet werden, verweist. Die Niederspannungsrichtlinie gilt für elektrische Betriebsmittel, die im Spannungsbereich AC 50 V bis AC 1000 V oder DC 75 V bis DC 1500 V betrieben werden (nähere Informationen s. VDE-Schriftenreihe 69 „EG-Niederspannungsrichtlinie“ erschienen im VDE-VERLAG, Berlin).

Eine weitere für die Elektrotechnik wichtige EG-Richtlinie stellt die EMV-Richtlinie dar. Als phänomenbezogene Richtlinie behandelt sie die elektromagnetische Störaussendung und Störfestigkeit von elektrischen und elektronischen Geräten. Nähere Informationen s.: „CE-Kennzeichnung für Elektrotechnik und Maschinenbau“ und „CE-Konformitätskennzeichnung“, beide erschienen im VDE-VERLAG, Berlin.

Weitere Informationen zu:

- EG-Niederspannungsrichtlinie und EMV-Richtlinie s.: [http://ec.europa.eu/enterprise/electr\\_equipment/index\\_de.htm](http://ec.europa.eu/enterprise/electr_equipment/index_de.htm)
- DKE: [www.dke.de](http://www.dke.de)
- VDE-VERLAG: [www.vde-verlag.de](http://www.vde-verlag.de)

## 19.1 Allgemeine Fachnormen für die Elektrotechnik

### 19.1.1 Spannungen, Ströme, Frequenzen

#### 19.1.1.1 Spannungen

##### DIN IEC 60038 IEC-Normspannungen (Nov 2002)

**Nennspannung** ist diejenige Spannung, nach der ein Netz oder ein Betriebsmittel benannt ist und auf die bestimmte Betriebseigenschaften bezogen werden.

Im Bereich der „Niederspannung“ sind die bisherigen Spannungswerte 380/220 V und 415/240 V für Drehstromnetze der elektrischen Energieversorgung durch einen einzigen, weltweit genormten Einheitswert **400/230 V** ersetzt worden. Durch die für die Übergangszeit in Europa bis zum Jahre 2008 vorgegebenen Grenzabweichungen für die Betriebsspannung der Netze wird erreicht, dass die für

380/220 V bemessenen elektrischen Betriebsmittel bis zum Ende ihrer Lebensdauer sicher betrieben werden können. Die Norm enthält – unterteilt nach Gleichstrom, Wechselstrom 50 Hz bzw. 60 Hz, Einphasenwechselstrom  $16\frac{2}{3}$  Hz – die genormten Nennspannungen mit den jeweils zulässigen niedrigsten und höchsten Spannungen.

Diese DIN-IEC-Norm enthält auch Nennspannungswerte, die lediglich im Ausland (z. B. Nordamerika) üblich sind. Solche Werte sind für den exportierenden Hersteller wichtig. Die nachstehenden Werte sind ein Auszug aus der Norm, Einzelheiten s. Norm.

#### **Wechselstromnetze mit einer Nennspannung zwischen 100 V und 1000 V**

Einphasen-Dreileiternetze: 240/120 V

Drehstrom-Vierleiter- oder Dreileiternetze: 400/230 480/277 690/400 1000 V

#### **Gleichstrom- und Wechselstrom-Bahnnetze**

Gleichstromnetze: (600) 750 1500 3000 V

Wechselstrom-Einphasennetze: (6250) 15000 (für  $16\frac{2}{3}$  Hz) 25000 V

#### **Drehstromnetze mit einer Nennspannung über 1 kV**

3 6 10 (15) 20 35 (45) 66 110 132 (150) 220 (300) (363) 420 525 765  
1200 kV

Klammerwerte sollen nicht für neue Netze verwendet werden.

#### **Betriebsmittel mit Nennspannungen unter 120 V Wechselspannung oder unter 750 V Gleichspannung (Vorzugswerte halbfett)**

Wechselspannungen: 5 **6** **12** 15 **24** 36 42 **48** 60 100 **110**

Gleichspannungen: 2,4 3 4 4,5 5 **6** 7,5 9 **12** 15 **24** 30 **36** 40 **48** **60** **72**  
80 **96** **110** 125 **220** 250 **440** 600

Aus technischen und wirtschaftlichen Gründen können zusätzliche Spannungen für bestimmte Anwendungsgebiete erforderlich sein.

### **19.1.1.2 Ströme**

#### **DIN EN 60059 IEC-Normwerte für Bemessungsströme (Mrz 2000)**

Diese Norm legt Normwerte für Bemessungsströme elektrischer Betriebsmittel, Apparate, Instrumente und Geräte fest. Die Normwerte sollten zur Auslegung von Versorgungssystemen oder Betriebsmitteln sowie als Betriebscharakteristika angewandt werden. Sie wird nicht zur Bemessung der Ströme von Komponenten oder Teilen eines elektrischen Betriebsmittels angewandt.

Genormte Bemessungsströme in A sind: 1 – 1,25 – 1,6 – 2 – 2,5 – 3,15 – 4 – 5 – 6,3 – 8 sowie das 10-, 100-, 1000-, 10000-fache dieser Werte und außerdem 100000 – 125000 – 160000 – 200000

Die Werte 1,6 – 3,15 – 6,3 und 8 dürfen auch durch 1,5 – 3 – 6 – 7,5 ersetzt werden. Dies gilt auch für das Produkt der Werte mit 10 n (n ist eine positive ganze Zahl).

### **19.1.1.3 Frequenzen**

#### **DIN 40005 Nennfrequenzen von $16\frac{2}{3}$ bis 10000 Hz (Dez 1969)**

Diese Nennfrequenzen gelten für elektrische Anlagen und Betriebsmittel in der Energieversorgung und Industrie. Hiervon ausgenommen sind insbesondere die Frequenzen für Fernwirk- und Fernmesstechnik und Rundsteueranlagen sowie Frequenzen für Steuerstromkreise, die beschränkt sind auf eine Werkzeugmaschine oder eine Kombination von Werkzeugmaschinen.

**Nennfrequenz** ist diejenige Frequenz, für die eine elektrische Anlage oder ein Betriebsmittel ausgelegt ist und auf die sich die anderen Nenngrößen beziehen.

Frequenzabweichungen von  $\pm 5\%$  sind zulässig, um asynchrone Antriebe sowie Wechsellipoltypen von Generatoren mit wirtschaftlicher Auslegung der Erregung zu ermöglichen (fett gedruckte Werte sind Vorzugswerte).

#### **Genormte Nennfrequenzen in Hz**

Energieversorgung: **50**

Installation auf Schiffen: **50** **60**

elektrische Bahnen:  **$16\frac{2}{3}$**  50

industrielle Anwendung: **50 100 150 200 250 300 400 500 600 750 1000 1200**  
 1500 **2000** 2400 3000 **4000** 8000 **10000**

Luftfahrt: 400

Daneben gelten für den Export für bestimmte Gebiete 60 Hz und Vielfache davon.

## 19.1.2 Dokumentation in der Elektrotechnik

### Anforderungen an die technische Dokumentation

Je nach Komplexität der Produkte und Systeme erfordert die Aufgabe der Erstellung einer technischen Dokumentation mehr oder minder umfangreiche Angaben (Informationen) über das Produkt und seine Einsatzumgebung bzw. seine Einsatzbedingungen. Diese Informationen müssen von der ersten Idee an über Entwicklung, Fertigung, Vertrieb, Inbetriebnahme, Wartung bis hin zur Instandhaltung und ggf. Entsorgung zweckbezogen übermittelt werden. Damit ein Produkt kostengünstig hergestellt und wirtschaftlich eingesetzt werden kann, müssen bestimmte Voraussetzungen erfüllt sein. Die im Laufe des Entstehungsprozesses bzw. sogar die über den gesamten Lebenszyklus des Produkts anfallenden produktrelevanten Informationen müssen eine durchgängige Informationskette bilden, die:

- nicht abreißen darf,
- lückenlos sein muss,
- die Forderung nach Klarheit und Einheitlichkeit in Darstellung und Informationsinhalt erfüllt,
- von allen Beteiligten verstanden und korrekt ausgewertet werden kann.

Zur Vereinfachung der entsprechenden Kommunikation wird eine festgelegte Verständigungsgrundlage benötigt, die als Schnittstelle zwischen den beteiligten Partnern in den einzelnen Phasen des Lebenszyklus des Produkts fungiert. Für den Bereich der Elektrotechnik sind Festlegungen zu dieser Kommunikationsschnittstelle enthalten in Internationalen Normen

- über graphische Symbole für Schaltpläne (IEC 60617 Datenbank)
- die das Layout von Dokumenten der Elektrotechnik betreffen (IEC 61082)
- die die Kennzeichnungsnotwendigkeiten und somit die Beziehungen zwischen den Objekten in der Realität und ihrer Darstellung in Plänen betreffen (IEC 61346).

Diese Internationalen Normen berücksichtigen Anforderungen der elektronischen Datenverarbeitung, sind aber primär darauf ausgerichtet, die sachbezogene Kommunikation zwischen Menschen zu erleichtern bzw. zu ermöglichen. Diese Festlegungen können somit als eine Mensch-Mensch-Schnittstelle bezeichnet werden und sind die Voraussetzung für eine effektive Teamarbeit.

Die Integration der Ergebnisse unterschiedlicher Team-Partner erfordert insbesondere unter dem Gesichtspunkt der Editierbarkeit effiziente Arbeitsmittel. Der Einsatz von Rechnern ermöglicht zwar die Auswertbarkeit und einfache Editierbarkeit von Schaltplänen und zugehörigen Dokumenten, die Nutzung der elektronischen Datenverarbeitung erfordert aber gleichzeitig Präzisierungen, die aufgrund des menschlichen Vorstellungsvermögens vorher nicht notwendig waren. Festlegungen, die speziell aus den Anforderungen eines Rechnereinsatzes resultieren, sind in den Internationalen Normen über die Mensch-Maschine-Schnittstelle bzw. Maschine-Maschine-Schnittstelle (IEC/ISO 81714, IEC 61286, IEC 62023, ISO 10303-210 und -212) enthalten. Mit Hilfe dieser Festlegungen ist nicht nur der elektronische Austausch von Schaltplänen und zugehöriger Dokumentation möglich, sondern sind auch weitere Schritte in Richtung rechnerunterstützter Auswertbarkeit der den Schaltplänen hinterlegten Logik getan.

Die Technik von heute erfordert, dass die Dokumentation in der Elektrotechnik zweckbezogen dargestellt ist. Das heißt, für verschiedene Zwecke, z. B. Engineering, Wartung, Entsorgung, werden unterschiedliche Dokumente gefordert. Eine Betrachtung dieser unterschiedlichen Dokumente ergibt, dass sie teilweise große Schnittmengen gleicher Informationsinhalte besitzen. Das wirft ein Problem auf, insbesondere bei Produktänderungen oder -erweiterungen. Dieses Problem kann nur zufriedenstellend dadurch gelöst werden, dass

- eine Information unabhängig von der Anzahl ihrer Darstellung nur einmal hinterlegt sein darf,
- alle Informationen für die jeweilige Nutzung zugänglich sind und
- die Information nur von der für sie zuständigen Stelle geändert werden darf.

Dies führt heutzutage zwangsläufig dazu, dass die notwendigen Informationen sinnvollerweise in relational verknüpften Datenbanken abzulegen sind, womit eine Änderung in der Informationsdarstellung, nämlich ein Übergang von der Zeichnung zu einer anwenderorientierten datenbankbasierten Darstellung, verbunden ist (IEC/ISO 82045).



Bei der Realisierung dieser Darstellung sind neue Fragestellungen von Seiten der Normung zu beantworten. Voraussetzung für eine Datenbankdarstellung sind Vorgaben zur:

- **Informationsmodellierung** d. h. die Informationen, die im Laufe eines Lifecycles eines Produkts anfallen, müssen in ihren Beziehungen zueinander beschrieben sein (z. B. ISO 10303-210 und ISO 10303-212).
- **Informationsgenerierung** d. h. die Datenelementtypen der Informationen müssen definiert sein (IEC 61360).
- **Informationsablage** d. h. die Informationen müssen entsprechend ihrem Informationsgehalt strukturiert aufbereitet sein (z. B. IEC 62023).
- **Informationsverwaltung** d. h. die zwischen den Informationen vorhandenen Relationen müssen über alle Lifecycle-Phasen widerspruchsfrei sein (IEC/ISO 82045).
- **Informationszugriff** d. h. die Informationen müssen zwischen unterschiedlichen Maschinen austauschbar sein können (z. B. IEC 61082, IEC 61346).

Normative Festlegungen zu diesen Bereichen oder Fragestellungen wurden bei der Erarbeitung der nachfolgend aufgeführten Festlegungen über Schaltzeichen, Darstellungsregeln und Kennzeichnungsaufgaben in der Elektrotechnik genauso berücksichtigt wie die Belange der mit der Elektrotechnik verwandten technischen Disziplinen.

Eine Übersicht der Normen zur Informationsdarstellung in der Elektrotechnik und verwandter Disziplinen ist mit der Reihe der DIN-VDE-Taschenbücher „Dokumentation in der Elektrotechnik“ gegeben:

- DIN-VDE-Taschenbuch 530 Dokumentation in der Elektrotechnik – Darstellungsregeln
- DIN-VDE-Taschenbuch 531 Dokumentation in der Elektrotechnik – Kennzeichnungsaufgaben

In der DIN-VDE-Taschenbuchreihe 530ff. sollen zu folgenden Schwerpunkten weitere Taschenbücher erscheinen:

- Schaltzeichen
- CAD-Belange
- Dokumentenmanagement
- Datenelemente und Merkmale

### 19.1.2.1 Schaltzeichen

Schaltzeichen dienen zur Darstellung von Funktionalitäten elektrischer Betriebsmittel in Schaltplänen. Sie sind zwar für Anforderungen in der Elektrotechnik konzipiert; ihre Anwendung zur Darstellung gleicher Funktionalitäten auf anderen technischen Gebieten wird aber empfohlen. Bei der Darstellung der Betriebsmittel steht der funktionale Gesichtspunkt des Betriebsmittels im Vordergrund und nicht die technologische Realisierung der Funktion. Beispiele für die Kombinationsmöglichkeiten genormter Symbole zur Darstellung weiterer in der Norm nicht explizit dargestellter Funktionalitäten sind ebenfalls enthalten.

Tabelle 746.1 Strom und Spannungsarten







Nr.	Form	Beschreibung
02-02-03		<p>Gleichstrom</p> <p>Die Spannung darf rechts am Schaltzeichen angegeben werden, die Systemart links.</p> <p><b>Beispiel:</b> 2/M === 220/110 V</p>
02-02-04		<p>Wechselstrom</p> <p>Die Frequenz oder der Frequenzbereich darf rechts am Schaltzeichen angegeben werden.</p> <p><b>Beispiele:</b></p>
02-02-05	~ 50 Hz	Wechselstrom, 50 Hz
02-02-06	~ 100...600 kHz	Wechselstrom mit dem Frequenzbereich 100 kHz bis 600 kHz
		Die Spannung darf rechts am Schaltzeichen angegeben werden.
		Die Anzahl der Außenleiter und die übrigen Leiter dürfen links am Schaltzeichen angegeben werden.

Tabelle 747.1 Wechselstrom, verschiedene Frequenzbereiche

Nr.	Form	Beschreibung
02-02-09		Wechselstrom, verschiedene Frequenzbereiche Die folgenden Schaltzeichen dürfen angewendet werden, wenn z. B. zwischen verschiedenen Frequenzbereichen zu unterscheiden ist. Niedrige Frequenzen (Stromversorgungs- oder Infraschallfrequenzen)
02-02-10		Mittlere Frequenzen (Tonfrequenzen)
02-02-11		Hohe Frequenzen (Ultraschall-, Rundfunk-, Trägerfrequenzen)
02-02-12		Gleichgerichteter Strom mit Wechselstromanteil (falls eine Unterscheidung zu geglättetem Gleichstrom erforderlich ist)
02-02-07	3/N ~ 400/230 V 50 Hz	<b>Beispiel:</b> Dreiphasen-Vierleitersystem mit drei Außenleitern und einem Neutraleiter, 400 V (230 V zwischen jedem Außenleiter und dem Neutraleiter), 50 Hz (s. auch DIN EN 61293)
02-02-08	3/N ~ 50 Hz/TN-S	Wenn es erforderlich ist, ein System in Übereinstimmung mit den Kennzeichen nach IEC 60364-3 anzugeben, muss diese Kennzeichnung dem Schaltzeichen beigelegt sein. <b>Beispiel:</b> Dreiphasen-Fünfleitersystem mit drei Außenleitern, einem Neutraleiter und einem Schutzleiter, 50 Hz, direkte Endung eines Punkts, Neutral- und Schutzleiter getrennt

**Anmerkung:** Das grafische Symbol stellt die idealisierte Kurvenform dar. In den Beispielen ist das Schaltzeichen am Leitungszug dargestellt. Weitere Informationen können zugefügt werden.

Tabelle 747.2 Impulsformen






Nr.	Form	Beschreibung
02-10-01		Positiver Impuls
02-10-02		Negativer Impuls
02-10-03		Wechselstrom-Impuls
02-10-04		Positive Schrittfunktion
02-10-05		Negative Schrittfunktion

Tabelle 748.1 Pulsmodulationsarten

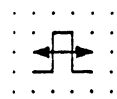


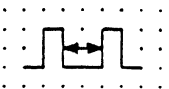
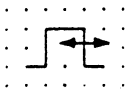

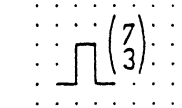
Nr.	Form	Beschreibung
10-12-01		Pulslagemodulation Pulsphasenmodulation (PPM)
10-12-02		Pulsfrequenzmodulation (PFM)
10-12-03		Pulsamplitudenmodulation (PAM)
10-12-04		Pulsabstandsmodulation
10-12-05		Pulsdauermodulation (PDM)
10-12-06		Pulsodemodulation (PCM) Der Asteriskus muss durch die Angabe des Codes ersetzt werden.
10-12-07		<b>Beispiel:</b> 3-aus-7-Code

Tabelle 748.2 Symbole für Funkstellen

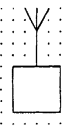
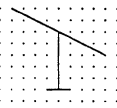

Nr.	Form	Beschreibung
10-06-01		Funkstelle, allgemein Die Schaltzeichen 02-05-04 oder 02-05-05 (s. Norm) werden zur Darstellung einer Sende- oder Empfangsfunkstelle angewendet. Anwendungsbeispiele s. Tab. 749.2
10-06-08		Relaisstelle, passiv, allgemein
10-06-09		Weltraumfunkstelle, allgemein

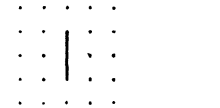
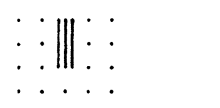
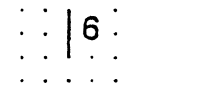
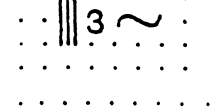
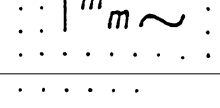
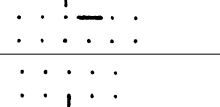
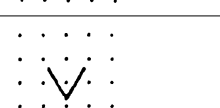
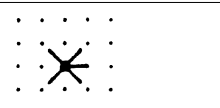
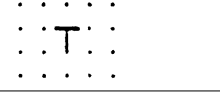


Tabelle 749.1 Kennzeichen an Antennen für Funkstellen für Senden und/oder Empfangen

Nr.	Form	Beschreibung
02-05-02		Ausbreitung in beide Richtungen, gleichzeitig Gleichzeitiges Senden und Empfangen (voll duplex)
02-05-03		Ausbreitung in beide Richtungen, nicht gleichzeitig Abwechselnd Senden und Empfangen (halbduplex)
02-05-04		Senden Der Punkt darf entfallen, wenn die Bedeutung der Pfeilspitze in Verbindung mit dem Schaltzeichen, auf das sie sich bezieht, eindeutig ist. Beispiel s. Schaltzeichen 10-06-04.
02-05-05		Empfangen Der Punkt darf entfallen, wenn die Bedeutung der Pfeilspitze in Verbindung mit dem Schaltzeichen, auf das sie sich bezieht, eindeutig ist. Beispiel s. Tab. 749.2.

Tabelle 749.2 Beispiele für Funkstellen

Nr.	Form	Beschreibung
10-06-02		Funkstelle für gleichzeitiges Senden und Empfangen über dieselbe Antenne
10-06-03		Funkpeil-Empfangsstelle Funkpeiler
10-06-06		Funkleitstelle
10-06-07		Funkstelle für abwechselndes Senden und Empfangen über dieselbe Antenne, fahrbar
10-06-12		Erdefunkstelle zur Bahnverfolgung einer Weltraumfunkstelle, dargestellt mit Parabolantenne
10-06-13		Erdefunkstelle für Verbindungen über eine Weltraumfunkstelle

Tabelle 750.1 Kennzeichen für Schaltungsarten von Wicklungen

Nr.	Form	Beschreibung
06-01-01		Eine Wicklung 1. Die Anzahl der Wicklungen sollte angegeben sein – entweder durch die Zahl der Linien – oder durch eine hinzugefügte Zahl.
06-01-02		<b>Beispiele:</b> Drei getrennte Wicklungen
06-01-03		Sechs getrennte Wicklungen 2. Das Schaltzeichen 06-01-01 darf auch angewendet werden, um Wicklungen darzustellen, die außerhalb auf verschiedene Arten verbunden werden können.
06-01-04		<b>Beispiele:</b> Drei getrennte Wicklungen, Dreiphasen-System
06-01-05		$m$ getrennte Wicklungen, $m$ -Phasensystem
06-01-06		Zwei getrennte Wicklungen, Vierleitersystem
06-02-01		Zweiphasenwicklung, L-Schaltung
06-02-02		Dreiphasenwicklung, V-Schaltung ( $60^\circ$ )
06-02-03		Vierphasenwicklung, Neutralleiter herausgeführt
06-02-04		Dreiphasenwicklung, T-Schaltung
06-02-05		Dreiphasenwicklung, Dreieckschaltung Dieses Schaltzeichen darf zur Darstellung einer Mehrphasen-Polygonschaltung angewendet werden, wenn eine Ziffer die Anzahl der Phasen angibt.

Fortsetzung s. nächste Seite

Tabelle 750.1, Fortsetzung




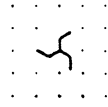
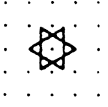
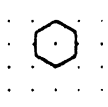
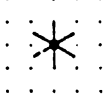



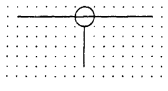



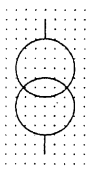


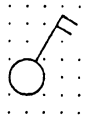
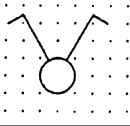
Nr.	Form	Beschreibung
06-02-06		Dreiphasenwicklung, offene Dreieckschaltung
06-02-07		Dreiphasenwicklung, Sternschaltung Dieses Schaltzeichen darf zur Darstellung einer Mehrphasen-Sternschaltung angewendet werden, wenn eine Ziffer die Anzahl der Phasen angibt.
06-02-08		Dreiphasenwicklung, Sternschaltung, Neutraleiter herausgeführt
06-02-09		Dreiphasenwicklung, Zickzackschaltung
06-02-10		Sechshephasenwicklung, Doppeldreieckschaltung
06-02-11		Sechshephasenwicklung, Polygonschaltung
06-02-12		Sechshephasenwicklung, Sternschaltung
06-02-13		Sechshephasenwicklung, Gabelschaltung, Neutraleiter herausgeführt

Tabelle 752.1 Symbole für Leiter und Verbindungen, Netze und Elektroinstallationen

Nr.	Form	Beschreibung
03-01-01		Verbindungen Gruppe von Verbindungen <b>Beispiele:</b> – Leiter – Kabel – Leitung – Übertragungsweg  Stellt eine einzelne Linie eine Gruppe von Leitern dar, darf die Anzahl der Leiter durch kurze Schrägstriche oder durch eine kurze schräge Linie mit einer Zahl angezeigt werden. Die Länge des Symbols darf dem Lay-out des Diagramms angepasst werden.
03-01-02	Form 1	<b>Beispiele:</b> Drei Verbindungen  Zusatzinformationen dürfen wie folgt angebracht werden: – Stromart – Netzart – Frequenz – Spannung – Anzahl der Leiter – Querschnitt einzelner Leiter – chemisches Symbol des Leitermaterials
03-01-03	Form 2	Der Anzahl der Leiter folgt ein „x“ und dann der Querschnitt. Bei unterschiedlichen Leiterquerschnitten sollten die Angaben durch ein Pluszeichen „+“ getrennt werden.
03-01-06		Verbindung, bewegbar
03-01-07		Leiter, geschirmt Die Darstellung 03-01-10 (s. Norm) darf angewendet werden, wenn sich mehrere Leiter in dem selben Schirm oder Kabel befinden, oder wenn sie verdreht sind. Allerdings sind die Symbole für diese Leiter mit denen anderer Verbindungen vermischt. Das Symbol für Kabel, Schirm oder Verdrehung wird oben, unten oder neben der vermischten Gruppe von Leitersymbolen dargestellt. Das Symbol muss über eine leitende Linie mit den Darstellungen der Leiter innerhalb des Schirmes, Kabels oder Verdrehung verbunden sein.
11-03-01		Leiter im Erdreich Erdkabel
11-03-04		Leiter in einem Kabelkanal Leiter in einer Trasse Zusätzliche Angaben dürfen über der Linie, welche die Kabelkanalführung darstellt, angegeben werden, zum Beispiel die Zahl der Kanäle.
11-03-05		<b>Beispiel:</b> Leiter in einem sechsfachen Kabelkanal.
11-11-01		Neutralleiter (N) Mittelleiter (M)
11-11-02		Schutzleiter (PE)
11-11-03		Neutralleiter mit Schutzfunktion (PEN)

Fortsetzung s. nächste Seite

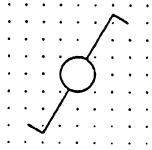
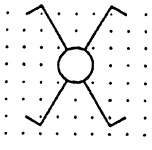

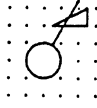
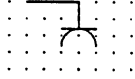
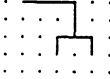

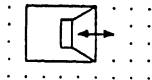
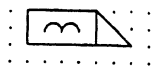
Tabelle 752.1, Fortsetzung

Nr.	Form	Beschreibung
03-02-04	Form 1 	T-Verbindung
03-02-05	Form 2 	Das Symbol 03-02-04 ist mit dem Kreuzungs-, Verbindungspunkt gezeigt.
11-08-01		Abzweigdose Das Schaltzeichen zeigt einen einzigen Abzweig von einem Leiter. 1. Die Linie innerhalb des Kreises darf durch eine Bezeichnung ersetzt werden. 2. Die Linie, welche den abzweigenden Leiter darstellt, darf weggelassen werden, wenn dadurch keine Unklarheit verursacht wird.
11-12-06		Hausanschlusskasten Das Schaltzeichen ist mit Anschlüssen dargestellt.
11-12-07		Verteiler Das Schaltzeichen ist mit fünf Anschlüssen dargestellt.
06-15-01		Primärzelle, -element Sekundärzelle, -element Batterie von Primär- oder Sekundärzellen, Akkumulator Die längere Linie kennzeichnet den positiven Pol, die kürzere den negativen.
06-09-01	Form 1 	Transformator mit zwei Wicklungen
06-09-02	Form 2 	In Form 2 dürfen gleiche Phasenlagen gekennzeichnet werden.
06-09-03	Form 2 	<b>Beispiel:</b> Transformator mit zwei Wicklungen, dargestellt mit Kennzeichnung gleicher Phasenlagen. An den gekennzeichneten Enden der Wicklung gleichzeitig eintretende Ströme erzeugen Magnetflüsse in gleicher Richtung.
11-14-04		Schalter, zweipolig
11-14-05		Serienschalter, einpolig, zum Beispiel für mehrere Helligkeitsstufen

Fortsetzung s. nächste Seite



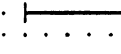
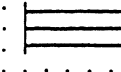
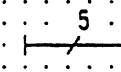
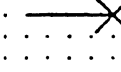
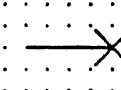


Tabelle 752.1, Fortsetzung

Nr.	Form	Beschreibung
11-14-06		Wechselschalter, einpolig
11-14-07	 	Kreuzschalter Darstellung im Stromlaufplan
11-14-08		Dimmer
11-13-04		Schutzkontaktsteckdose
11-13-09		Fernmeldesteckdose, allgemein Zur Unterscheidung verschiedener Dosen dürfen z. B. folgende Bezeichnungen angewendet werden: TP = Telefon FX = Telefax M = Mikrofon ☞ = Lautsprecher FM = UKW-Rundfunk TV = Fernsehen TX = Telex
11-14-10		Taster
11-16-05		Wechselsprechstelle, zum Beispiel Haus- oder Torsprechstelle
11-16-04		Türöffner

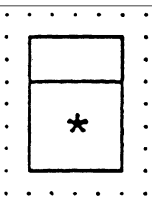
Fortsetzung s. nächste Seite

Tabelle 752.1, Fortsetzung

Nr.	Form	Beschreibung
08-10-08		Gong Einschlagwecker
08-10-01		<p>Lampe, allgemein Leuchtmelder, allgemein</p> <p>Ist die Angabe der Farbe erwünscht, wird in der Nähe des Symbols eine der folgenden Kennungen angegeben:</p> <p>RD = rot YE = gelb GN = grün BU = blau WH = weiß</p> <p>Ist die Angabe der Lampenart erwünscht, wird in der Nähe des Symbols eine der folgenden Kennungen angegeben:</p> <p>Ne = Neon XE = Xenon Na = Natriumdampf Hg = Quecksilber I = Jod IN = Glühfaden EL = Lumineszenz ARC = Lichtbogen FL = Fluoreszenz IR = Infrarot UV = Ultraviolett LED = Leuchtdiode</p>
11-15-04		Leuchte für Leuchtstofflampe, allgemein
11-15-05		<p><b>Beispiele:</b> Leuchte mit drei Leuchtstofflampen</p>
11-15-06		Leuchte mit fünf Leuchtstofflampen
11-15-01		Leuchtenauslass Das Schaltzeichen ist mit Leitung dargestellt.
11-15-02		Leuchtenauslass auf Putz Das Schaltzeichen ist mit nach links führender Leitung dargestellt.

Fortsetzung s. nächste Seite

Tabelle 752.1, Fortsetzung

Nr.	Form	Beschreibung
08-01-03		<p>Messgerät, integrierend zum Beispiel: Elektrizitätszähler</p> <p>Der Asteriskus muss entsprechend den Regeln aus Abschnitt 1.1 der Norm ersetzt werden.</p> <p>Dieses Schaltzeichen darf auch für ein Fernmessgerät angewendet werden, das die Anzeige eines integrierenden Messgeräts wiederholt. Anwendungsbeispiel s. Norm</p> <p>Dieses Schaltzeichen darf mit dem Schaltzeichen eines registrierenden Messgeräts zur Darstellung eines kombinierten Instruments kombiniert werden. Anwendungsbeispiel s. Norm</p> <p>Schaltzeichen nach IEC 60617-2, Hauptabschnitt 5 dürfen zum Bestimmen der Richtung des Energieflusses angewendet werden. Anwendungsbeispiele s. Norm</p> <p>Die Anzahl der Rechtecke am oberen Rand des Schaltzeichens gibt die Anzahl der Summierer eines Mehrtarif-Elektrizitätszählers an. Anwendungsbeispiel s. Norm</p>

In der IEC 60617 Datenbank (eine Übernahme als DIN-Norm befindet sich in Vorbereitung) sind jeweils die Grundsymbole, Symbolelemente, Kennzeichen und Schaltzeichen enthalten, die zur Darstellung von Funktionalitäten elektrischer Betriebsmittel in Schaltplänen benötigt werden. Zusammengesetzte graphische Symbole sind nur in begrenzter Zahl gezeigt. Ist für ein konkretes Betriebsmittel kein Schaltzeichen enthalten, kann durch Kombinieren von Grundsymbolen, Symbolelementen, Kennzeichen oder Schaltzeichen ein neues graphisches Symbol gebildet werden.

Die graphischen Symbole für Schaltpläne sind auf einem Rastermaß mit dem Modul  $M = 2,5 \text{ mm}$  gestaltet. Hierdurch wird ihre Anwendung in rechnerunterstützten Systemen erleichtert. Die Anschlusslinien der graphischen Symbole für Schaltpläne liegen auf Rasterlinien; sie enden an Kreuzungspunkten von Rasterlinien. Zwischen benachbarten Anschlusslinien ist ein Abstand von mindestens  $2M$  einzuhalten (DIN EN 81714).

In den Tabellen sind Auszüge aus der IEC 60617 Datenbank wiedergegeben. Eine komplette Zusammenstellung der Schaltzeichen, die in der o. g. DIN-VDE-Taschenbuchreihe 530ff herausgegeben werden soll, befindet sich in Vorbereitung. Die jedem Schaltzeichen zugeordnete Nummer ist die Nummer des entsprechenden Symbols unter der es in den Publikationen der Reihe IEC 60617 aufgeführt war. Diese Nummer wird in der IEC 60617 Datenbank mitgeführt.

Schaltzeichen für integrierte Bausteine, die aus verschiedenen eigenständigen Funktionseinheiten, wie Schalter, Speicher, Zähler, Verstärker, zusammengesetzt sind unterliegen besonderen Gestaltungsregeln. Zwischen den einzelnen integrierten Bausteinen (binäre und analoge Elemente genannt) werden Informationen ausgetauscht, wenn von außen über die Anschlüsse des Bausteins (Pins) Befehle eintreffen. Entwickler elektronischer Baugruppen benötigen für jeden Baustein ein Datenblatt. In diese sind die Funktionen jedes Anschlusses durch Tabellen (Funktionstabellen, Wahrheitstabellen) oder mit einer Beschreibung ausführlich dargelegt. Dem Datenblatt ist zu entnehmen, welche Funktionen jeder Anschluss hat und wie die Funktionen sich gegenseitig beeinflussen.

In einem Schaltplan wird jeder integrierte Baustein durch ein graphisches Symbol dargestellt. Um die Darstellungsweisen der auf einem Datenblatt enthaltenen Informationen einheitlich in ein graphisches Symbol zu überführen bestehen:

Durch ein graphisches Symbol wird dargestellt, welche Funktion der Baustein hat, welche Funktionen jeder Anschluss hat und wie die Anschlüsse sich gegenseitig beeinflussen („steuern“), d. h. wie ihre Funktionen voneinander abhängen. So kann ohne das zugehörige Datenblatt dem Schaltzeichen entnommen werden, welche Auswirkung ein Logik-Befehl hat, der an einen Eingang des Bausteins angelegt wird, und welche Eingangsbedingungen nötig sind, um bestimmte Ausgangswerte zu erzielen. An Hand dieser Informationen kann auf einem Schaltplan der Austausch von Logik-Befehlen zwischen den Bausteinen verfolgt werden. Der Schaltplan wird lesbar.

**Die ebenfalls in der IEC 60617 enthaltenen Symbole und Regeln für analoge und binäre Elemente sind für die Darstellung von Bauteilen bestimmt, die derartige Funktionen ausführen. Die meisten davon können auch auf nicht-elektrische Systeme (z. B. pneumatische, hydraulische und mechanische) angewendet werden.**

**Grundbegriffe** (s. Bild 757.1)

Der Interne Logik-Zustand ist der Logikzustand innerhalb einer Symbolkontur an einem Ein- oder Ausgang. (Dieser Zustand kann weder gemessen noch beobachtet werden.)

Der Externe Logik-Zustand ist der Logikzustand, außerhalb einer Symbolkontur:

- bei einem Eingang: vor irgendwelchen externen Kennzeichen an diesem Eingang,
- bei einem Ausgang: nach irgendwelchen externen Kennzeichen an diesem Ausgang.

*Anmerkung:* Eine Unterscheidung zwischen internen- und externen-Zustand ist z. B. aufgrund von Negierungen an Ein-/Ausgängen notwendig. Bei negierten Signalen ist an einem Ein-/Ausgang der externe-Zustand „0“ der interne-Zustand aber „1“.

Der Logik-Pegel bezeichnet die physikalische Eigenschaft, von der vorausgesetzt wird, dass sie einen Logikzustand einer binären Variablen darstellt.

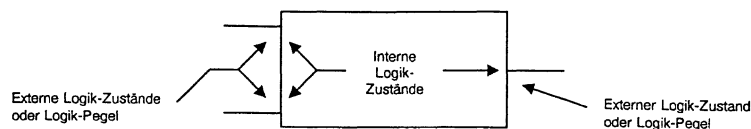


Bild 757.1 Darstellung der Logik-Zustände

### Darstellung des Konzepts

Für die Kennzeichnung der zwei Logik-Zustände einer binären Variablen werden die Ziffern 0 und 1 genutzt. Sie werden als „0-Zustand“ und als „1-Zustand“ bezeichnet.

Eine binäre Variable kann beliebigen physikalischen Größen gleichgesetzt werden für die zwei voneinander getrennte Wertebereiche definiert werden können. Diese voneinander getrennten Wertebereiche werden in dieser Norm „Logik-Pegel“ genannt und mit H und L bezeichnet.

H wird als Kennzeichen für den Logik-Pegel mit dem mehr positiven algebraischen Wert verwendet und L für den Logik-Pegel mit dem weniger positiven algebraischen Wert.

### Zusammensetzung der Symbole

Ein Symbol besteht aus einer Kontur oder einer Konturenkombination, zusammen mit einem oder mehreren Kennzeichen (s. Bild 757.2).

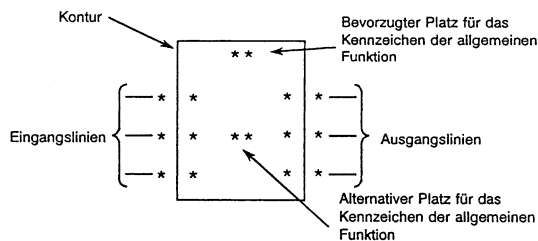


Bild 757.2 Zusammensetzung der Symbole für binäre Elemente

Die Anwendung der Symbole erfordert außerdem die Darstellung von Eingangs- und Ausgangslinien.

Wenn die Funktion eines Elementes vollständig durch die Kennzeichen an seinen Ein- und/oder Ausgängen bestimmt ist, ist kein allgemeines Funktionskennzeichen erforderlich.

Eine Information, die nicht genormt ist und sich auf spezifische Eingänge oder Ausgänge bezieht, darf in eckigen Klammern innerhalb der Kontur neben dem betreffenden Eingang

bzw. Ausgang angegeben werden. Sie sollte irgendwelchen Kennzeichen an den Eingängen oder Ausgängen folgen bzw. vorangehen (s. Tab. 767.1, Symbol 12-51-06). Alle Ausgänge eines einzelnen, nicht unterteilten Symbol haben immer identische interne Logik-Zustände. Diese sind durch die Funktion des Elementes bestimmt, außer, wenn durch ein zugehöriges Kennzeichen oder eine Bezeichnung innerhalb der Kontur etwas anderes angezeigt wird. In einer Anordnung mehrerer Elemente gelten sowohl die explizit dargestellten Funktionskennzeichen als auch die gemäß den Regelvereinfachungen (s. nachfolgenden Abschn. Anwendung und Kombination von Konturen) implizit vorhanden. Einige Abbildungen erhalten außerhalb der Kontur Kleinbuchstaben, die nicht Teil der Symbole sind, sondern lediglich zur Identifizierung der Ein- und Ausgänge in der Beschreibung dienen.

Das Seitenverhältnis der Konturen ist beliebig.

**Anwendung und Kombination von Konturen.** Um bei der Darstellung einer Gruppe zusammengehöriger Elemente Platz zu sparen, können die einzelnen Konturen aneinandergesetzt oder ineinander geschachtelt werden.

Folgende Regeln müssen dabei beachtet werden:

- Es gibt keine Logik-Verbindung zwischen Elementen, deren gemeinsame Konturenlinie in der Richtung des Signalfusses verläuft (s. Bild 758.1). (Diese Regel gilt nicht zwingend in solchen Anord-

nungen, in denen es zwei oder mehr Richtungen und Signalfusses gibt, z. B. in Symbolen mit einem Steuerblock oder einem Ausgangsblock oder mit der Abhängigkeitsnotation.)

- Es gibt wenigstens eine Logik-Verbindung zwischen Elementen, deren gemeinsame Konturenlinie senkrecht zur Richtung des Signalfusses verläuft (s. Bild 758.2).
- Jede Verbindung kann durch Kennzeichen auf einer oder auf beiden Seiten der gemeinsamen Konturenlinie dargestellt werden. Wenn Unklarheiten über die Anzahl der Logik-Verbindungen entstehen können, kann das Symbol für eine interne Verbindung (s. Tab. 761.1) Symbol 12-08-01) verwendet werden (s. Bild 758.3).
- Wenn auf keiner Seite der gemeinsamen Konturenlinie Angaben gemacht werden, wird angenommen, dass nur eine einzige Logik-Verbindung existiert (s. Bild 758.1).

Bild 758.1 Grundkonzept bei der Anwendung und Kombination von Konturen

*Anmerkung:* Diese Regel gilt nicht notwendigerweise bei Anordnungen, in denen es zwei oder mehr Signalflussrichtungen gibt, wie zum Beispiel bei Symbolen mit einem Steuerblock, einem Ausgangsblock oder mit Abhängigkeitsnotation.

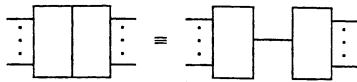
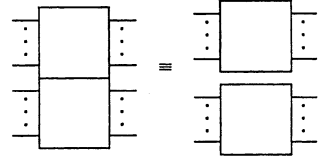


Bild 758.2 Grundkonzept bei der Anwendung und Kombination von Konturen

Jeder Asteriskus markiert den Platz für ein Funktionskennzeichen

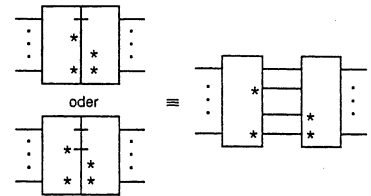


Bild 758.3 Grundkonzept bei der Anwendung und Kombination von Konturen

**Abhängigkeitsnotation**

Die Art der Darstellung mit der in einem Graphischen Symbol angegeben wird wie die Funktion eines Anschlusses die Funktionen anderer Anschlüsse steuert, d. h. in welcher Weise die Anschlüsse voneinander abhängen, nennt man Abhängigkeitsnotation. Damit ist es möglich, Logik-Beziehungen zwischen Ein- und Ausgängen eines Bausteins anzugeben, ohne dass im graphischen Symbol die entsprechenden Elemente und Verbindungen graphisch dargestellt werden. Funktionsabläufe innerhalb eines Bausteins, die das allgemeine Funktionskennzeichen nur andeutet, werden durch die Abhängigkeitsnotation präzisiert. In der Regel beschreibt die Abhängigkeitsnotation die Beziehungen zwischen internen Logik-Zuständen.

**Steuerblock**

Der Steuerblock darf in einer Anordnung von zusammengehörenden Elementen als Ort für Eingänge oder Ausgänge verwendet werden, die mit mehr als einem oder mit keinem Element der Anordnung verbunden sind. Solche Eingänge und Ausgänge sind, wenn nötig, zu kennzeichnen.

Ist ein am Steuerblock dargestellter Eingang ein steuernder Eingang im Sinne der Abhängigkeitsnotation, dann ist er als Eingang nur mit jenen Elementen der Anordnung verbunden, in denen seine Kennzahl erscheint. Ist ein am Steuerblock dargestellter Eingang kein steuernder Eingang im Sinne der Abhängigkeitsnotation, dann ist er für alle Elemente der Anordnung gemeinsamer Eingang oder er steuert alle Elemente (s. Bild 758.4). Der Steuerblock wird an einem Ende einer Anordnung zusammengehörender Elemente platziert.

*Anmerkung:* Wenn nichts anderes angegeben, wird das Element, das dem Steuerblock am nächsten liegt, als niedrigstwertiges Element angenommen.

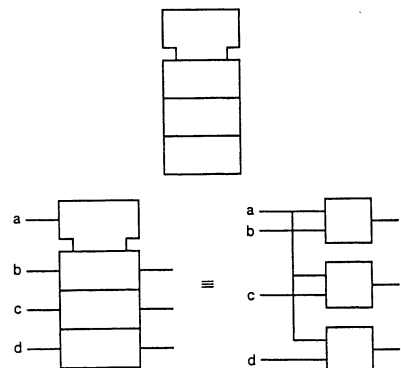


Bild 758.4 Grundkonzept bei der Anwendung von Steuerblöcken

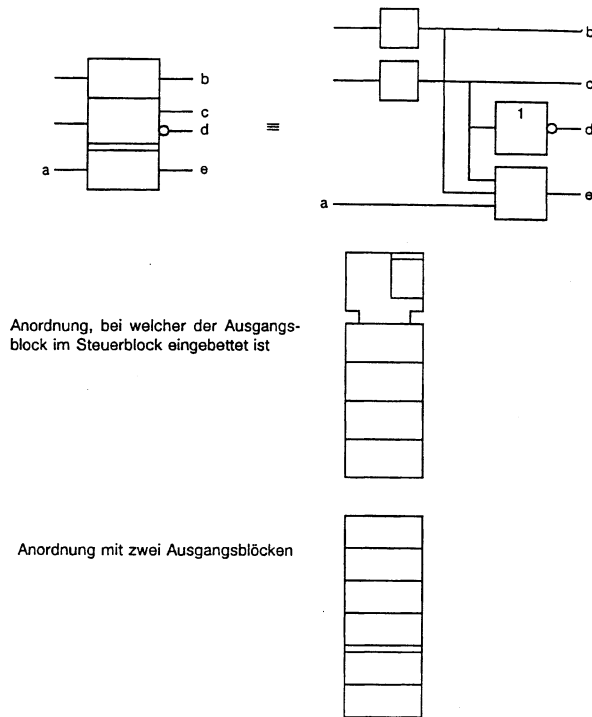


Bild 759.1 Grundkonzept bei der Anwendung von Ausgangsblöcken

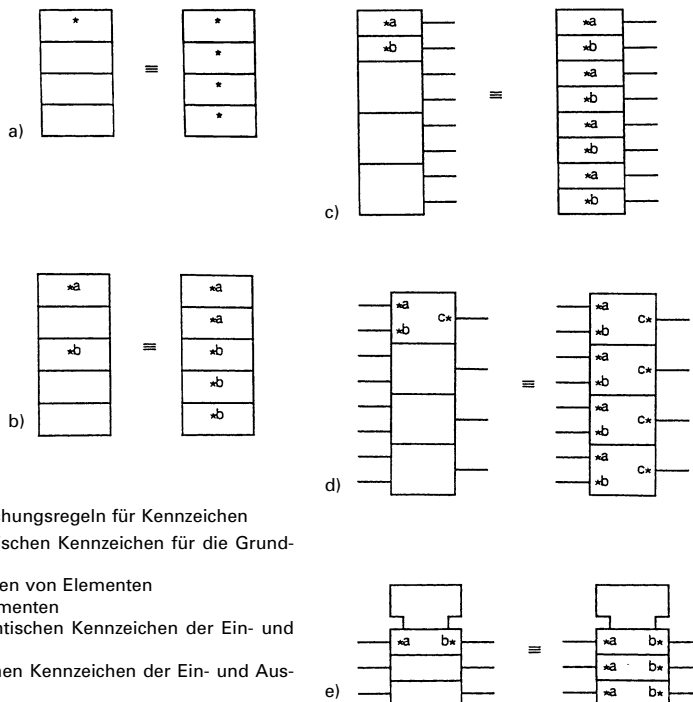


Bild 759.2 Darstellung der Vereinfachungsregeln für Kennzeichen

- a) Gruppe von Elementen mit identischen Kennzeichen für die Grundfunktion
- b) Zwei aufeinander folgende Gruppen von Elementen
- c) Zwei gemischte Gruppen von Elementen
- d) Gruppen von Elementen mit identischen Kennzeichen der Ein- und Ausgänge, ohne Steuerblock
- e) Gruppe von Elementen mit gleichen Kennzeichen der Ein- und Ausgänge, mit Steuerblock

## Ausgangsblock

Ein gemeinsamer, von allen Elementen der Anordnung abhängiger Ausgaben kann als Ausgang eines Ausgangsblocks dargestellt werden (s. Ausgang e Bild 759.1). Falls irgendein Element der Anordnung mehr als einen Ausgang besitzt, darf der Ausgangsblock nur verwendet werden, wenn diese Ausgänge immer identische interne Logik-Zustände haben.

Es gibt eine interne Verbindung von jedem Element zur Ausgangsblock, ohne dass diese dargestellt wird. Zusätzlich kann der Ausgangsblock noch andere Eingänge besitzen. Diese müssen explizit dargestellt werden (s. Bild 759.1). Die Funktion des Ausgangsblocks muss angegeben werden.

Jeder Eingang eines Ausgangsblocks, der mit einem Ausgang eines Elementes der Anordnung verbunden ist, hat den gleichen internen Logik-Zustand wie dieser Ausgang.

Ein Ausgangsblock wird dargestellt:

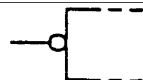
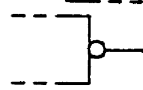
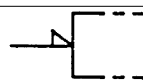
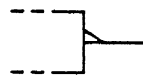
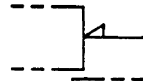
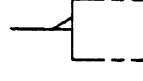
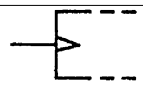

- innerhalb des Steuerblockes (s. Bild 759.1)
- oder am Ende der Anordnung, gegenüber dem Steuerblock, sofern einer vorhanden ist (s. Bild 759.1).

Sollen in einer Anordnung mehrere Ausgangsblöcke dargestellt werden, braucht die Doppellinie nur in einem gezeichnet zu werden (s. Bild 759.1).

## Vereinfachungsregeln für Kennzeichen

Bei der Darstellung einer Anordnung von Elementen mit gleichen Kennzeichen genügt es, die Symbole innerhalb der Kontur nur im ersten Element anzugeben, vorausgesetzt, dass keine Unklarheit entsteht (s. Bild 759.1a) und b), d) und e)). In gleicher Weise genügt es, in einer Anordnung von gleichen, unterteilten Elementen nur das erste vollständig darzustellen und die anderen durch eine leere Kontur (s. Bild 759.1c)). Es wird angenommen, dass die Kennzahlen von steuernden Eingängen bzw.

Tabelle 760.1 Beispiele für Kennzeichen an Ein- und Ausgängen

Nr.	Symbol	Beschreibung
12-07-01		Negation, gezeigt an einem Eingang
12-07-02		Negation, gezeigt an einem Ausgang Der interne 1-Zustand korrespondiert mit dem externen 0-Zustand. <i>Anmerkung:</i> Die Anschlusslinie darf den Kreis schneiden.
12-07-03		Logik-Polarität, gezeigt an einem Eingang Polaritätsindikator, gezeigt an einem Eingang
12-07-04		Logik-Polarität, gezeigt an einem Ausgang Polaritätsindikator, gezeigt an einem Ausgang
12-07-05		Logik-Polarität, } gezeigt an einem Eingang bei Polaritätsindikator } Signalfluss von rechts nach links
12-07-06		Logik-Polarität, } gezeigt an einem Ausgang bei Polaritätsindikator } Signalfluss von rechts nach links Der interne 1-Zustand korrespondiert mit dem L-Pegel an der Anschlusslinie.
12-07-07		Dynamischer Eingang Der (flüchtige) interne 1-Zustand korrespondiert mit dem Übergang vom externen 0-Zustand zum externen 1-Zustand. In allen anderen Fällen ist der interne Logik-Zustand 0. In Schaltplänen, in denen das Symbol Logik-Polarität verwendet ist, korrespondiert der (flüchtige) interne 1-Zustand mit dem Übergang vom L- zum H-Pegel an der Anschlusslinie. In allen anderen Fällen ist der interne Logik-Zustand 0.
12-07-08		Dynamischer Eingang mit Negation Der (flüchtige) interne 1-Zustand korrespondiert mit dem Übergang vom externen 1-Zustand zum externen 0-Zustand. In allen anderen Fällen ist der interne Logik-Zustand 0.

Ausgängen im Sinne der Abhängigkeitsnotation und von Eingängen bzw. Ausgängen, die von diesen gesteuert werden, sich in den einzelnen Elementen der Anordnung voneinander unterscheiden. Siehe auch die Vereinfachungen, die sich aus dem Gebrauch der Abhängigkeitsnotation ergeben.

### Funktionskennzeichen an Ein- und Ausgängen und anderen Verbindungen

Negation, Logik-Polarität und dynamischer Eingang. Die Symbole legen die Beziehungen zwischen internen Logik-Zuständen und externen Logik-Zuständen oder Pegeln fest.

Ist keines der Symbole an einem Eingang oder Ausgang angegeben, wird angenommen, dass der interne Logik-Zustand 1 korrespondiert mit

- dem externen Logik-Zustand 1, wenn im Schaltplan das Symbol für die Logik-Polarität verwendet wird, oder
- dem Logik-H-Pegel, wenn im Schaltplan das Symbol für die Logik-Polarität verwendet wird.

In letzterem Schaltplan existieren keine externen Logik-Zustände.

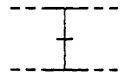
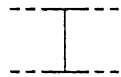
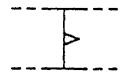
- Die Symbole für Negation und Logik-Polarität dürfen nicht in ein und demselben Schaltplan zusammen verwendet werden. Ausgenommen ist die Darstellung interner Verbindungen mit Negation bei Schaltplänen, in denen das Symbol für Logik-Polarität verwendet wird; s. Normen der Reihe DIN EN 61082.
- In Deutschland wird in der Regel anstelle des Systems der direkten Angabe der Logik-Polarität (z. B. Symbole 12-07-04 in Tab. 760.1) das Symbol der Negation (Symbol 12-07-01 in Tab. 760.1) zusammen mit einer einheitlichen Logik-Vereinbarung (positive Logik) angewendet werden.

### Interne Verbindungen

Hierzu werden Kennzeichen gezeigt, welche die Beziehung zwischen internen Logik-Zuständen an internen Verbindungen angeben.

Eine interne Verbindung ist eine Verbindung innerhalb eines Logik-Elements. Die Darstellung einer solchen Verbindung dient dazu, die logische Beziehung zwischen Elementen zu zeigen, deren Konturen kombiniert sind. In vielen Anwendungen werden die Kennzeichen auch dazu benutzt, um die Funktion komplexer Elemente zu zeigen. In solchen Fällen sollte die Abhängigkeitsnotation angewandt werden, um die Wirkungen irgendwelcher interner Ein- oder Ausgänge zu definieren.

Tabelle 761.1 Beispiele für Interne Verbindungen

Nr.	Symbol	Beschreibung
12-08-01		Interne Verbindung Das Symbol 12-08-01A darf angewendet werden, wenn dadurch keine Unklarheit bezüglich der Anzahl der Logik-Verbindungen verursacht wird.
12-08-01A		Der interne 1-Zustand [0-Zustand] des Eingangs des rechten Elements korrespondiert mit dem internen 1-Zustand [0-Zustand] des Ausgangs des linken Elements. Bei Signalfluss von rechts nach links dürfen diese Symbole nur dann angewendet werden, wenn die Signalfflussrichtung offensichtlich ist. Andernfalls muss das Symbol 12-08-08 (s. Norm) angewendet werden.
12-08-03		Interne Verbindung mit dynamischer Wirkung Der (flüchtige) interne 1-Zustand des Eingangs des rechten Elements korrespondiert mit dem Übergang vom internen 0-Zustand zum internen 1-Zustand des Ausgangs des linken Elements. In allen anderen Fällen ist der interne Logik-Zustand am Eingang des rechten Elements 0.

### Kennzeichen innerhalb der Kontur

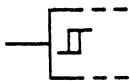

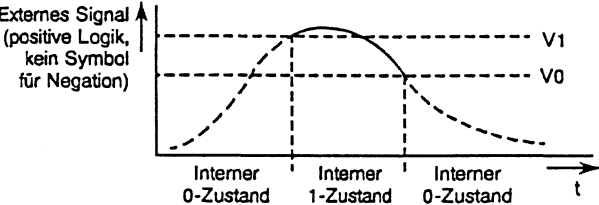
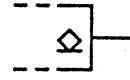

Haben mehrere Eingänge das gleiche Funktionskennzeichen, stehen sie in einer ODER-Beziehung zueinander, außer bei Schwellwert- und Erweiterungseingängen, deren Beziehungen in geeigneter Weise angegeben werden sollten (z. B. Symbol 12-09.02 in Tab. 762.1).

Bei den Beschreibungen der Symbole 12-09-13 bis 12-09-22 (Beispiele s. Tab. 762.1) ist zu beachten, dass es sich hierbei nicht um dynamische Eingänge handelt. Der interne Logik-Zustand dieser Eingänge, der durch den externen Logik-Zustand oder -Pegel bestimmt wird, kann möglicherweise durch die Wirkung anderer Eingänge verändert werden (z. B. durch Cm-Eingänge). Haben Eingänge, die mit ei-



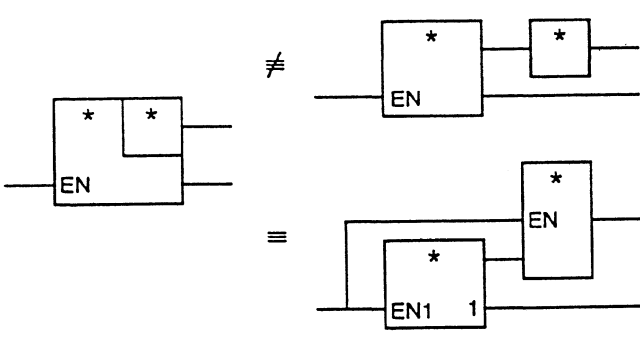
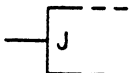
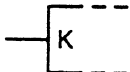
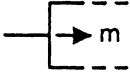
nem der Symbole 12-09-13 bis 12-09-22 bezeichnet sind, dynamische Wirkung, sollte zusätzlich Symbol 12-07-07 aus Tab. 760.1) angewendet werden (s. z. B. Symbol 12-49-12 in Tab. 766.2).

Tabelle 762.1 Beispiele für Kennzeichen innerhalb der Kontur

Nr.	Symbol	Beschreibung
12-09-02		<p>Eingang mit zwei Schwellenwerten Eingang mit Hysterese</p> <p>Der Eingang nimmt den internen 1-Zustand an, wenn der Pegel des externen Signals einen Schwellenwert <math>V_1</math> erreicht. Dieser Zustand bleibt solange erhalten, bis der Pegel des externen Signals durch <math>V_1</math> zurückgegangen ist und einen weiteren Schwellenwert <math>V_0</math> erreicht hat. Erscheint dieses Symbol (ohne das Symbol Negation oder Logik-Polarität) in einem Schaltplan, in dem entweder das Symbol Logik-Polarität oder positive Logik angewendet wird, ist <math>V_1</math> positiver als <math>V_0</math>. Erscheint es in einem Schaltplan mit negativer Logik, ist <math>V_1</math> negativer als <math>V_0</math>.</p> <p>Ist am Eingang das Symbol Negation oder Logik-Polarität gezeigt, ist die Beziehung zwischen <math>V_1</math> und <math>V_0</math> umgekehrt.</p> <p>Abschnitt 30 der Norm zeigt die Anwendung des Symbols  als Kennzeichen für die Grundfunktion eines Elements.</p> <p>Externes Signal (positive Logik, kein Symbol für Negation)</p>  <p>Interner 0-Zustand    Interner 1-Zustand    Interner 0-Zustand</p> <p><i>Anmerkung:</i> Ist das Symbol nicht gezeigt, bedeutet das nicht notwendigerweise, dass <i>keine</i> Hysterese vorliegt. Die meisten Bausteine haben ja in bestimmten Grenzen Hysterese. Das Symbol sollte nur dann angewendet werden, wenn es für das Anwenden des Bausteins wichtig ist, dass die Charakteristik dargestellt ist.</p>
12-09-05		<p>Offener Ausgang (L-Typ), zum Beispiel offener Kollektor eines NPN-Transistors, offener Emitter eines PNP-Transistors, N-Kanal-open-drain, P-Kanal-open-source</p> <p>Ist der Ausgang nicht im externen hochohmigen Zustand, erzeugt er einen relativ niederohmigen L-Pegel.</p>
12-09-11		<p>Freigabe-Eingang</p> <p>Befindet sich der Eingang im internen 1-Zustand, sind alle Ausgänge in ihren normalen definierten internen Logik-Zuständen und haben die durch die Funktion des Elements bestimmte Wirkung auf Elemente oder Logik-Verknüpfungen mit anderen Ausgängen, vorausgesetzt, dass keine anderen Eingänge oder Ausgänge eine dominierende oder gegensätzliche Wirkung haben.</p> <p>Befindet sich der Eingang im internen 0-Zustand, sind alle Ausgänge vom Typ 12-09-05 oder der ferner festgelegten Typen (s. Norm) 12-09-03, 12-09-04, im externen hochohmigen Zustand, alle passiven Pulldown-Ausgänge auf hochohmigem L-Pegel, alle passiven Pullup-Ausgänge auf hochohmigem H-Pegel und alle 3-state-Ausgänge in den normalen definierten internen Logik-Zuständen und externen hochohmigen Zuständen. Alle anderen Ausgänge sind im internen 0-Zustand.</p>

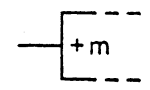
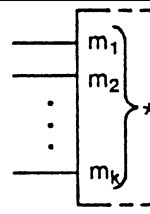
Fortsetzung s. nächste Seite

Tabelle 762.1, Fortsetzung

Nr.	Symbol	Beschreibung
12-09-11, Fortsetzung		<p><i>Anmerkung</i> Der Eingang wirkt nur auf externe Ausgänge. Ist er ein Eingang eines Elements mit einer internen Verbindung, welche durch eines in der Norm festgelegten Symbole 12-08-01 bis 12-08-04 dargestellt ist (auch unter Berücksichtigung der Anmerkung zu Symbol 12-08-01), oder besteht eine interne Verbindung (zum Beispiel über einen Steuerblock, einen Ausgangsblock oder über Abhängigkeitsnotation), dann ist dieser Eingang auch ein EN-Eingang des Elements, mit dem der interne Ausgang verbunden ist. Falls anderenfalls Unklarheit entsteht, zum Beispiel, weil Schaltzeichen eingebettet sind, sollte die EN-Abhängigkeit notiert sein, wie sie im Abschnitt 20 der Norm definiert ist.</p> 
12-09-13		<p>J-Eingang Nimmt der Eingang den internen 1-Zustand an, wird im Element eine 1 gespeichert. Befindet sich der Eingang im internen 0-Zustand, hat er keine Wirkung auf das Element</p>
12-09-14		<p>K-Eingang Nimmt der Eingang den internen 1-Zustand an, wird im Element eine 0 gespeichert. Befindet sich der Eingang im internen 0-Zustand, hat er keine Wirkung auf das Element. Die Kombination J = K = 1 bewirkt jedes Mal <i>einen</i> Wechsel des internen Logik-Zustands des Ausgangs in den komplementären Zustand.</p>
12-09-18		<p>Schiebeeingang von links nach rechts bzw. von oben nach unten Jedes Mal, wenn der Eingang den internen 1-Zustand annimmt, wird die im Element enthaltene Information <i>einmal</i> um m Stellen von links nach rechts bzw. von oben nach unten geschoben, je nach der Lage des Schaltzeichens. Befindet sich der Eingang im internen 0-Zustand, hat er keine Wirkung auf das Element. m muss durch den entsprechenden Wert ersetzt sein. Ist m = 1, darf die 1 entfallen. <i>Anmerkung:</i> Alle oben genannten Richtungen beziehen sich auf ein Schaltzeichen, in dem der Pfeil nach rechts zeigt.</p>

Fortsetzung s. nächste Seite

Tabelle 762.1, Fortsetzung

Nr.	Symbol	Beschreibung
12-09-20		<p>Zähleingang, aufwärts</p> <p>Jedes Mal, wenn der Eingang den internen 1-Zustand annimmt, wird der Inhalt des Elements <i>einmal</i> um <math>m</math> erhöht.</p> <p>Befindet sich der Eingang im internen 0-Zustand, hat er keine Wirkung auf das Element.</p> <p><math>m</math> muss durch den entsprechenden Wert ersetzt sein. Ist <math>m = 1</math>, darf die 1 entfallen.</p>
12-09-24		<p>Bit-Gruppierung für Multibit-Eingang, allgemein</p> <p>Die Eingänge, die mit diesem Symbol gruppiert sind, bilden eine Zahl, die gleich ist der Summe der Gewichte der Eingänge, die sich im internen 1-Zustand befinden. Die Eingänge müssen in steigender oder fallender Reihenfolge ihrer Gewichte angeordnet sein.</p> <p>Die Zahl kann betrachtet werden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- als Zahl, mit der eine mathematische Operation ausgeführt wird, oder</li> <li>- als Kennzahl im Sinne der Abhängigkeitsnotation oder</li> <li>- als Wert, der zum Inhalt des Elements wird.</li> </ul> <p><math>m_1 \dots m_k</math> müssen durch die dezimalen Äquivalente der aktuellen Eingangsgewichte ersetzt sein. Sind alle Gewichte Exponenten von 2, darf <math>m_1 \dots m_k</math> durch die Exponenten der Zweierpotenzen ersetzt sein. Kennzeichen zwischen <math>m_1</math> und <math>m_k</math> dürfen weggelassen sein, wenn dadurch keine Unklarheit entsteht.</p> <p>Der Asteriskus muss ersetzt sein durch die Angabe des Operanden, mit dem die mathematische Operation ausgeführt wird (zum Beispiel P oder Q), durch eine Angabe im Sinn der Abhängigkeitsnotation oder durch CT, wobei dann die Zahl, die durch die Eingänge gebildet wird, derjenige Wert ist, mit dem das Element geladen wird.</p>

### Arten von Abhängigkeiten

Folgende Arten von Abhängigkeiten sind definiert (s. Tab. 765.1):

UND-, ODER und NEGATIONS-Abhängigkeiten geben Boolesche Beziehungen zwischen Eingängen und/oder Ausgängen an.

VERBINDUNGS-Abhängigkeit gibt an, dass ein Ausgang seinen Logik-Zustand einem oder mehreren anderen Eingängen und/oder Ausgängen aufzwingt.

TRANSMISSIONS-Abhängigkeit gibt an, zwischen welchen Anschlüssen ein Weg durchgeschaltet ist.

STEUER-Abhängigkeit kennzeichnet einen Zeitsteuer- oder Takteingang und gibt an, welche Eingänge durch ihn gesteuert werden.

SETZ- und RÜCKSETZ-Abhängigkeiten werden verwendet, um die internen Logik-Zustände in einem bistabilen RS-Flipflop für den Fall  $R = S = 1$  anzugeben.

FREIGABE-Abhängigkeit gibt an, welche Eingänge und/oder Ausgänge durch einen Freigabe-Eingang gesteuert werden (z. B. welche Ausgänge den hochohmigen Zustand annehmen).

MODUS-Abhängigkeit kennzeichnet einen Eingang, der den Betriebsmodus eines Elementes auswählt, und gibt die Eingänge und/oder Ausgänge an, die von diesem Modus abhängen.

ADRESSEN-Abhängigkeit kennzeichnet die Adressen-Eingänge eines Speichers.

„Aktion“ bedeutet:

- dass gesteuerte Eingänge ihre normal definierte Wirkung auf die Funktion des Elementes haben,
- dass gesteuerte Ausgänge den internen Logik-Zustand annehmen, der durch die Funktion des Elementes bestimmt ist.

### Kombinatorische und sequentielle Elemente

Alle Kennzeichen innerhalb einer Kontur sind definiert in Bezug auf den internen Logik-Zustand der entsprechenden Ein- und Ausgänge.

Tabelle 765.1 Arten der Abhängigkeit

	Buchstabe(n)	Wirkung auf gesteuerten Eingang oder Ausgang, wenn sich der steuernde Eingang in folgendem Logik-Zustand befindet:		Abschnitt der Norm
		1-Zustand	0-Zustand	
ADRESSE	A	erlaubt Aktion (Adresse ausgewählt)	verhindert Aktion (Adresse nicht ausgewählt)	23
STEUERUNG	C	erlaubt Aktion	verhindert Aktion	18
FREIGABE	EN	erlaubt Aktion	<ul style="list-style-type: none"> <li>– verhindert Aktion gesteuerter Eingänge</li> <li>– bewirkt den externen hochohmigen Zustand von offenen und 3-state-Ausgängen (hat keinen Einfluss auf den internen Logik-Zustand von 3-state-Ausgängen)</li> <li>– bewirkt hochohmigen L-Pegel von passiven Pulldown-Ausgängen und hochohmigen H-Pegel von passiven Pullup-Ausgängen</li> <li>– bewirkt 0-Zustand von anderen Ausgängen</li> </ul>	20
UND	G	erlaubt Aktion	bewirkt 0-Zustand	14
MODUS	M	erlaubt Aktion (Modus ausgewählt)	verhindert Aktion (Modus nicht ausgewählt)	21
NEGATION	N	komplementiert den Zustand	keine Wirkung	16
RÜCKSETZ	R	gesteuerter Ausgang reagiert wie bei $S = 0, R = 1$	keine Wirkung	19
SETZ	S	gesteuerter Ausgang reagiert wie bei $S = 1, R = 0$	keine Wirkung	19
ODER	V	bewirkt 1-Zustand	erlaubt Aktion	15
TRANSMISSION	X	Weg durchgeschaltet	kein Weg durchgeschaltet	17A
VERBINDUNG	Z	bewirkt 1-Zustand	bewirkt 0-Zustand	17

*Anmerkung:* Ein gesteuerter Eingang [Ausgang], der eine Kennzahl mit Negationsstrich hat, ist gesteuert von demjenigen Logik-Zustand eines Eingangs, welcher das Komplement des Zustands ist, der in der obigen Tabelle angegeben ist.

Viele der in den nachfolgenden Tabellen gezeigten Beispiele beruhen auf handelsüblichen Bauelementen. Wo der Polaritätsindikator nicht verwendet wurde, wird positive Logik vorausgesetzt. Zum leichteren Verständnis wurden Anschlussnummern und Typennummern eingetragen.

Ein und dasselbe Element kann, je nach Anwendungsfall, auf mehrere Arten dargestellt werden. Besonders bei kombinatorischen Elementen wird oft auch die komplementäre Darstellung gewählt, um damit das Lesen eines Schaltplanes zu erleichtern. So wird z. B. ein ODER-Element als UND-Element mit negierten Ein- und Ausgängen dargestellt. Auf jeden Fall soll die Auswahl des Schaltzeichens von der Anwendung des Elementes bestimmt werden.

### Kombinatorische Elemente

Grundregel: Das allgemeine Funktionskennzeichen des Elements zeigt an, wie viele Eingänge sich im internen 1-Zustand befinden müssen, damit die Ausgänge den internen 1-Zustand annehmen.

Tabelle 766.1 Kombinatorische Elemente und deren Anwendung

Nr.	Symbol	Beschreibung
12-27-01		ODER-Element, allgemein Der Ausgang befindet sich nur dann im 1-Zustand, wenn sich ein oder mehr Eingänge im 1-Zustand befinden. <i>Anmerkung:</i> $\geq 1$ darf durch 1 ersetzt werden, wenn dadurch keine Unklarheit entsteht.
12-27-02		UND-Element, allgemein Der Ausgang befindet sich nur dann im 1-Zustand, wenn sich alle Eingänge im 1-Zustand befinden.
12-28-01		UND mit negiertem Ausgang (NAND) (z. B. Teil von SN 7410)
12-28-02		ODER mit negiertem Ausgang (NOR) (z. B. Teil von SN 7427)

Tabelle 766.2 Schieberegister und Zähler, Grundsymbol und Anwendungsbeispiel

Nr.	Symbol	Beschreibung
12-48-01		Schieberegister, allgemein m muss durch die Anzahl der Stufen ersetzt sein.
12-48-02		Zähler mit Zykluslänge $2^m$ , allgemein Zähler modulo $2^m$ , allgemein m muss durch den tatsächlichen Wert ersetzt sein. Um Asynchrone Zähler von anderen Zählern zu unterscheiden, darf dem Kennzeichen der Grundfunktion der Buchstabe R als Präfix angefügt sein. <b>Beispiel:</b> RCTRm.
12-49-12		Zähler; ein Teil teilt durch 5 und 10, der andere durch 6 (z. B. SN 74LS57)

Tabelle 767.1 Speicher, Grundsymbole und Anwendungsbeispiel

Nr.	Symbol	Beschreibung
12-50-01		Nur-Lese-Speicher, allgemein
12-50-02		Programmierbarer Nur-Lese-Speicher, allgemein
12-50-03		Schreib-Lese-Speicher, allgemein
12-50-04		Assoziativspeicher, allgemein
12-51-06		Schreib-Lese-Speicher, 4 × 4 bit, mit getrennten Schreib- und Leseadressen (z. B. SN 74170)

**19.1.2.2 Darstellungsregeln**

Die Reihe der Normen DIN EN 61082 enthält Darstellungsregeln zur Erstellung elektrotechnischer Dokumente, wie z. B. funktionsbezogene Unterlagen (Stromlaufplan, Funktionsplan), Verbindungsunterlagen (Anschlussplan, Kabelliste) und ortsbeschreibende Unterlagen (Anordnungsplan, Installationsplan). Anforderungen, die sich aus einem elektronischen Austausch von Dokumenten der Elektrotechnik ergeben, sind in diesen Normen mit berücksichtigt (s. hierzu auch DIN-VDE-Taschenbuch 530 Dokumentation in der Elektrotechnik – Darstellungsregeln).

**DIN EN 61082-1 Dokumente der Elektrotechnik – Teil 1: Allgemeine Regeln (Mai 1995)**

Diese Norm enthält allgemeine Anforderungen die gültig für alle Unterlagenarten sind. Neben Klassifizierung und Kurzdefinition der gebräuchlichen Unterlagenarten werden Basisaussagen bezüglich Zweck, Struktur und Zusammenhängen einer Dokumentation dargestellt.

In einem weiteren Abschnitt sind allgemeine Darstellungsregeln erfasst, wie Zeichenformat, Linien, Beschriftung, wobei auf entsprechende ISO-Normen verwiesen wird. Letztere sind in einem Anhang auszugsweise wiedergegeben.

Regeln zur Gestaltung von Schaltungsunterlagen in Bezug auf Berücksichtigung der Richtung des Informationsflusses, der Anwendung von Symbolen und Verbindungslinien werden ergänzt um das Aufzeigen der Möglichkeit von Vereinfachungstechniken bei der zeichnerischen Darstellung.

Tabelle 768.1 Häufig genutzte Dokumentenarten

Dokumentenart (Verwendete Bezeichnung)	Beschreibung	Abschnitt in IEC 61082-1	Mindestinformationsinhalt (verbindlich)	Zusatzinformationen (optional)
Blockschaltplan	<i>Übersichtsschaltplan</i> , in dem vorwiegend Blocksymbole verwendet werden	7.2 Übersichtsschaltpläne	–	–
Kabelplan	<i>Anschlussplan</i> , der Informationen über Kabel zwischen unterschiedlichen Objekten enthält	7.5 Anschlusspläne	Identifikation der Kabel und deren Zielen	Identifikation von Leitern, sowie Kenngrößen, Kabelwegen und Funktionen
Kabelliste	<i>Liste</i> mit Informationen zu Kabeln	9 Tabellen	Identifikation der Kabel	Identifikation der Leiter, die Orte der Kabelenden und erforderlichenfalls Kenngrößen, Kabelwegen und Funktionen
Kabelwegezeichnung	<i>Anordnungsplan</i> , in dem die Orte von Kabelstollen, -trägern, -kanälen, Installationssystemen, Auflagen, usw. gezeigt sind	8.3 Anordnungspläne	Identifikation der Kabel und deren Ziele	Identifikation von Bezugspunkten zur Beschreibung von Kabelwegen  Zu installierende oder vorhandene Hilfseinrichtungen zur Unterstützung der Kabelverlegung und zur Befestigung
Kabeltabelle	<i>Tabelle</i> mit Informationen zu Kabeln	9 Tabellen	Identifikation der Kabel	Identifikation der Leiter, die Orte der Kabelenden und erforderlichenfalls Kenngrößen, Kabelwegen und Funktionen
Erdungsschaltplan	<i>Anschlussplan</i> eines Erdungssystems	7.5 Anschlusspläne	Verbindung zu Erdungselektroden und -Schiene, sowie Erdungspunkte bedeutender geerdeter Betriebsmittel	Orte, Maße und/oder Kennzeichen, Verbindungsstellen und Informationen zum Verlegen und Befestigen von Leitern und der Installation von Elektroden
Erdungszeichnung	<i>Anordnungsplan</i> eines Erdungssystems	8.3 Anordnungspläne	Orte von Erdungselektroden und -schiene, sowie Erdungspunkte bedeutender geerdeter Betriebsmittel	Maße und/oder Kennzeichen, Verbindungsstellen und Informationen zum Verlegen und Befestigen von Leitern und der Installation von Elektroden
Erdungsplan	<i>Anordnungsplan</i> eines Erdungssystems	8.3 Anordnungspläne	Orte von Erdungselektroden und -schiene, sowie Erdungspunkte bedeutender geerdeter Betriebsmittel	Maße und/oder Kennzeichen, Verbindungsstellen sowie Verlegungs- oder Eintriebstiefen von Leitern und Elektroden

Fortsetzung s. nächste Seite

Tabelle 768.1, Fortsetzung

Dokumentenart (Verwendete Bezeichnung)	Beschreibung	Abschnitt in IEC 61082-1	Mindestinformationsinhalt (verbindlich)	Zusatzinformationen (optional)
Funktionsbaustein-Sprache (FBS) IEC 61131-3	<i>Netzwerk</i> , in dem die Knoten Funktionsbaustein-Instanzen, grafisch dargestellte Funktionen (Prozeduren), Variablen, Literale und Marken sind	7.3 Funktions-schaltpläne	–	–
Funktionsplan	<i>Funktionsschaltplan</i> , der die Funktionen und das Verhalten eines Steuerungssystems beschreibt, wobei Schritte und Übergänge verwendet werden	7.3 Funktions-schaltpläne	–	–
Installationsschaltplan	<i>Anschlussplan</i> zum Zwecke der elektrischen Installation	7.5 Anschluss-pläne	Vereinfachte Umrisse oder Symbole von Objekten Hauptmaße von Objekten Identifikation von Objekten Abstände	Referenzkennzeichen  Technische Daten
Installationszeichnung	<i>Anordnungsplan</i> zum Zwecke der elektrischen Installation	8.3 Anordnungs-pläne	Vereinfachte Umrisse oder Symbole von Objekten Hauptmaße von Objekten Abstände	Referenzkennzeichen  Technische Daten
Installationsplan	<i>Plan</i> , der die Orte der Komponenten einer Installation zeigt	8.3 Anordnungs-pläne	Vereinfachte Umrisse oder Symbole von Objekten Hauptmaße von Objekten Identifikation von Objekten Abstände	Referenzkennzeichen  Technische Daten
Anweisungsliste (AWL) IEC 61131-3	–	9 Tabellen	–	–
Verbindungsplan	<i>Anschlussplan</i> zwischen unterschiedlichen Einheiten	7.5 Anschluss-pläne	Referenzkennzeichen für Leiter und Kabel Leitungskennzeichen	–
Verbindungstabelle	<i>Anschlussstabelle</i> zwischen unterschiedlichen Einheiten	9.3 Anschluss-tabellen	Referenzkennzeichen für Leiter und Kabel Leitungskennzeichen	–
Kontaktplan (KOP) IEC 61131	–	7.3 Funktions-schaltpläne	–	–
Netzwerkkarte	<i>Anschlussplan</i> eines Netzwerks, dargestellt auf einer Karte	7.5 Anschluss-pläne	–	Orte der Hauptkomponenten (Stationen, Masten, Säulen)  Leiterwege  Identifikation der Ausrüstung
Plan	<i>Zeichnung</i> , die eine Draufsicht, einen Ausschnitt oder Schnitt zeigt.	8.2 Anforderungen an Basisdokumente	–	–

Fortsetzung s. nächste Seite



Tabelle 768.1, Fortsetzung

Dokumentenart (Verwendete Bezeichnung)	Beschreibung	Abschnitt in IEC 61082-1	Mindestinformationsinhalt (verbindlich)	Zusatzinformationen (optional)
Programmschaltplan	<i>Funktionsschaltplan</i> , der Informationen zu Softwareprogrammen zur Implementierung funktionaler Anforderungen bereitstellt	7.3 Funktions-schaltpläne	–	–
Programmliste	<i>Tabelle</i> , die Informationen zu Softwareprogrammen zur Implementierung funktionaler Anforderungen bereitstellt	9 Tabellen	–	–
Programmtabelle	<i>Tabelle</i> , die Informationen zu Softwareprogrammen zur Implementierung funktionaler Anforderungen bereitstellt	9 Tabellen	–	–
Ablaufdiagramm	<i>Diagramm</i> , welches die Aueinanderfolge von Operationen oder den Status der Einheiten eines Systems zeigt	7.3 Funktions-schaltpläne (Diagramm)	–	–
Ablaufabelle	<i>Tabelle</i> , welche die Aueinanderfolge von Operationen oder den Status der Einheiten eines Systems zeigt	9 Tabellen	–	–
Ablaufsprache (AS) IEC 61131-3	Funktionsdiagramm, zur sequentiellen Beschreibung des Verhaltens eines Steuerungssystems (Abgeleitet von IEC 61131-3 und IEC 60848)	7.3 Funktions-schaltpläne (Diagramm)	–	–
Einstrich-Netzschema IEV 601-02-04 (nicht mehr anzuwendender Begriff)	Netzschema, in dem mehrphasige Stromkreise jeweils durch einen Linienzug dargestellt werden.	7.2 Übersichts-schaltpläne 7.4 Stromlaufpläne 7.5 Anschlusspläne	–	–

Fortsetzung s. nächste Seite

Tabelle 768.1, Fortsetzung

Dokumentenart (Verwendete Bezeichnung)	Beschreibung	Abschnitt in IEC 61082-1	Mindestinformationsinhalt (verbindlich)	Zusatzinformationen (optional)
Lageplan	<i>Plan</i> , der die räumliche Lage von baulichen Anlagen, Versorgungsnetzen, Wegen sowie das Gelände in Bezug auf Vermessungspunkte, Zugangsmöglichkeiten und allgemeine Lageanordnung darstellt.	8.2 Anforderungen an Basisdokumente	Geländeform Geographische Orientierungspunkte Nordrichtung Lage und Umriss von Gebäuden Lage und Umriss größerer Baueinheiten Zugangsmöglichkeiten Verkehrszonen Versorgungsnetze Baustellengrenzen Abstände	Benachbarte Einrichtungen (kreuzende Starkstromleitungen, Brücken usw.)
Netzschema IEV 601-02-01 (abzulehnender Begriff)	Topologische Darstellung eines Netzes, deren Informationsinhalt von den jeweiligen Anforderungen abhängt	7.2 Übersichtsschaltpläne 7.4 Stromlaufpläne 7.5 Anschlusspläne	–	–
Betriebs-Netzschema IEV 601-02-02 (abzulehnender Begriff)	Netzschema, das einen bestimmten Betriebszustand wiedergibt	7.2 Übersichtsschaltpläne 7.4 Stromlaufpläne 7.5 Anschlusspläne	–	–
Klemmenanschlussplan	<i>Anschlussplan</i> intern und/oder extern an Klemmen	7.5 Anschlusspläne	Referenzkennzeichen für Leiter und Kabel Leitungskennzeichen	–
Klemmenanschlusstabelle	<i>Anschlusstabelle</i> intern und/oder extern an Klemmen	9.3 Anschlusstabellen	Referenzkennzeichen für Leiter und Kabel Leitungskennzeichen	–
Anschlussfunktionsschaltplan	<i>Stromlaufplan</i> für eine funktionale Einheit mit Darstellung der Anschlusspunkte an der Schnittstelle und einer Beschreibung des internen Verhaltens.	7.4 Stromlaufpläne	Referenzkennzeichen für Leiter und Kabel Leitungskennzeichen	–
Dreiphasen-Netzschema IEV 601-02-03	Schaltplan eines Drehstromnetzes, in dem sowohl alle Außenleiter und der Neutralleiter getrennt dargestellt sind.	7.2 Übersichtsschaltpläne 7.4 Stromlaufpläne 7.5 Anschlusspläne	–	–
Zeitablaufdiagramm	<i>Ablaufdiagramm</i> mit maßstäblicher Zeitachse			

Fortsetzung s. nächste Seite

Tabelle 768.1, Fortsetzung

Dokumentenart (Verwendete Bezeichnung)	Beschreibung	Abschnitt in IEC 61082-1	Mindestinformationseinheit (verbindlich)	Zusatzinformationen (optional)
Topologischer Netzplan IEV 603-02-05	Graphische Darstellung der Netztopologie	7.5 Anschlusspläne	–	–
Geräteverdrahtungsplan	<i>Anschlussstabelle</i> innerhalb einer Einheit	7.5 Anschlusspläne	Leiter- oder Kabeltypinformation (z. B. anerkanntes Typkennzeichen, Katalog- oder Teilenummer, Material, Aufbau, Dimensionen, Isolation, Bemessungsspannung, Farbe, Leiteranzahl, andere technische Daten)  Identifikation oder Repräsentation der Enden (z. B. Betriebsmittel- und/oder Anschlusskennzeichen)	Anweisung oder Methode für Verlegung, Trassenbestimmung, Anschluss, Befestigung, Verdrillung, Schirmung, etc.  Länge der Verbindung  Signalkennzeichen und/oder technische Daten zum Signal  Besondere Klassifikation oder Information  Kennzeichen des Ziels  Leiter- oder Kabelnummer, oder Referenzkennzeichen
Geräteverdrahtungstabelle	<i>Anschlussstabelle</i> innerhalb einer Einheit	9.3 Anschlusstabellen	Leiter- oder Kabeltypinformation (z. B. anerkanntes Typkennzeichen, Katalog- oder Teilenummer, Material, Aufbau, Dimensionen, Isolation, Bemessungsspannung, Farbe, Leiteranzahl, andere technische Daten)  Identifikation oder Repräsentation der Enden (z. B. Betriebsmittel- und/oder Anschlusskennzeichen)	Anweisung oder Methode für Verlegung, Trassenbestimmung, Anschluss, Befestigung, Verdrillung, Schirmung, etc.  Länge der Verbindung  Signalkennzeichen und/oder technische Daten zum Signal  Besondere Klassifikation oder Information  Kennzeichen des Ziels  Leiter- oder Kabelnummer, oder Referenzkennzeichen
Spannungsplan IEV 603-04-24	Zusammenhängende Darstellung der Spannungen aller wichtigen Knoten eines Netzes unter bestimmten Betriebsbedingungen	7.2 Übersichtsschaltpläne	–	–

Tab. 768.1 enthält eine Sammlung häufig verwendeter Dokumentenarten mit Angabe des anzuwendenden Abschnitts aus IEC 61082-1 und beinhaltet auch Informationen zum im Dokument erwarteten Mindestinformativinhalt und zu Zusatzinformationen.

#### **DIN EN 61082-2 Dokumente der Elektrotechnik – Teil 2: Funktionsbezogene Schaltpläne (Mai 1995)**

Dieser Teil enthält spezifische Regeln für funktionsbezogene Dokumente, wie zum Beispiel Übersichtsschaltpläne, Funktionsschaltpläne und Stromlaufpläne. In einem übergeordneten Abschnitt sind gemeinsame Regeln, gültig für alle funktionsbezogenen Unterlagen, aufgezeigt. Insbesondere wird ausgesagt, wie Signalflüsse und Funktionszusammenhänge sinnvollerweise darzustellen sind und wie Zusammenhänge zwischen verschiedenen Unterlagen oder Darstellungsarten zu organisieren und zu beschreiben sind.

Die Publikation erlaubt verschiedene Darstellungsmethoden, wie z. B. die zusammenhängende, die halb zusammenhängende oder die verteilte Darstellung. Die Anwendung graphischer Symbole wird ebenso erläutert, wie die Darstellung von logischen Zuständen bei binären Elementen. Möglichkeiten zur Vereinfachung der Darstellung sind beschrieben.

Jeweils ein eigener Abschnitt beschreibt Zweck, Inhalt und Darstellungsregeln für Übersichtsschaltpläne, Funktionsschaltpläne und Stromlaufpläne. (Anmerkung: Funktionsschaltpläne sind nicht zu verwechseln mit Funktionsplänen; diese sind in IEC 60848 beschrieben, s. Norm.)

#### **DIN EN 61082-3 Dokumente der Elektrotechnik – Teil 3: Verbindungspläne, Verbindungstabellen und Verbindungslisten (Mai 1995)**

Teil 3 enthält spezifische Regeln für verbindungsbezogene Dokumente, wie zum Beispiel Geräteverdrahtungsplan, Verbindungsplan, Anschlussplan und Kabelplan. In einem übergeordneten Abschnitt sind gemeinsame Regeln aufgezeigt, wobei zwischen einer grafischen Darstellungsform und einer Tabellen- oder Listenform unterschieden wird.

#### **DIN EN 61082-4 Dokumente der Elektrotechnik – Teil 4: Ortsbezogene- und Installationsdokumente (Okt 1996)**

Diese Norm enthält Regeln für ortsbeschreibende Dokumente und Installationsdokumente, die hauptsächlich zum Zwecke der Errichtung und Installation angewendet werden. Der Anwendungsbereich umfasst Objekte jeder Größenordnung, d. h., den Anordnungsplan für eine Industrieanlage ebenso wie den Gebäudeinstallationsplan für die Elektroinstallation bis hin zum Anordnungsplan für Schränke, Pulte, Tafeln oder Flachbaugruppen.

Es werden Ausführungsregeln für verschiedene Dokumentenarten gegeben und Aussagen über die jeweiligen Informationsinhalte gemacht. Die beschriebenen Informationsinhalte können je nach Anwendungsfall und Bedarf sehr unterschiedlich sein. Da eine allgemeingültige Festlegung diesbezüglich nicht möglich erscheint, ist eine Methode aufgezeigt, wie hierüber eine Übereinkunft zwischen verschiedenen Partnern vereinbart werden kann.

##### **19.1.2.3 Kennzeichnungsaufgaben**

Zu diesem Thema ist in der Reihe der DIN-VDE-Taschenbücher „Dokumentation in der Elektrotechnik“ das DIN-VDE-Taschenbuch 531 Dokumentation in der Elektrotechnik – Kennzeichnungsaufgaben erschienen.

#### **DIN EN 61175 Industrielle Systeme, Anlagen und Ausrüstungen und Industrieprodukte – Kennzeichnung von Signalen (Jul 2006)**

In dieser Norm sind Regeln zur eindeutigen Identifikation von Signalen und Verbindungen beliebiger Objekte in Anlagen, Systemen, Produkten, zum direkten Einsatz in der Industrie und in CAx-Systemen sowie in allen technischen Bereichen festgelegt. Diese Regeln sollen den Aufbau einheitlicher Kennzeichnungen und die Benennungen zum Zwecke der Identifizierung von Signalen und Verbindungen in elektrotechnischen Anwendungen und in deren Dokumentation ermöglichen.

Unter dem Begriff „Signalkennzeichnung“ wird nicht nur die Beschreibung der Information auf einer funktionalen Verbindung gesehen, sondern auch die Kennzeichnung von speziellen elektrischen Leitern (z. B.: Phasen, Schutzleiter, Mittelpunktleiter). Zu letzterer verwendet die Publikation Kennungen, wie sie bereits in IEC 60445 festgelegt sind (z. B.: L1, L2, L3, PE, M). Da IEC 60445 national als DIN EN 60445 übernommen wurde, ergeben sich an dieser Stelle keine neuen Festlegungen.

Entsprechend der Methodik zur Bildung von Signalkennzeichen und die Art der Darstellung in Dokumenten besteht ein Signalkennzeichen, je nach Bedarf, aus einem Basis-Signalnamen, einer Signalversionskennzeichnung sowie einer Signalpegelkennzeichnung. Das Signalkennzeichen kann mit einem Betriebsmittelkennzeichen kombiniert werden. Damit wird festgelegt, in welcher Umgebung das entsprechende Signal gültig und eindeutig gekennzeichnet ist.

Ein Teil der Norm befasst sich mit der Anwendung der Signalkennzeichnung in vernetzten und verzweigten Systemen. Hier werden Festlegungen getroffen, wie Signale zu kennzeichnen sind, die z. B. verzweigt, zusammengefasst, verstärkt, gespeichert, invertiert oder verzögert werden. Ebenso werden Aussagen gemacht, wie Basis-Signalnamen sinnvollerweise gebildet werden sollen. Die Beschreibung ist aufgeteilt nach:

- Energie- und andere Potentialverbindungen
- Analogsignale
- Binärsignale
- Signale mit Mehrfachfunktion
- Bussignale und andere gruppierte Signale
- Anwendung von arithmetischen und logischen Ausdrücken innerhalb der Signalkennzeichen.

In einem informativen Anhang ist eine Zusammenstellung von Tabellen aus anderen internationalen Normen, die zur Bildung von Signalkennzeichen herangezogen werden können, gegeben. Eine weitere Tabelle enthält zahlreiche Beispiele für die Bildung von Signalnamen nach mnemotechnischen Gesichtspunkten.

**DIN EN 61346-1**                    **Industrielle Systeme, Anlagen und Ausrüstungen und Industrieprodukte: Strukturierungsprinzipien und Referenzkennzeichnung; Teil 1: Allgemeine Regeln (Jan 1997)**

**DIN EN 61346-2**                    **– Teil 2: Klassifizierung von Objekten und Kodierung von Klassen (Dez 2000)**

**Beiblatt 1 zu DIN EN 61346**   **– Anwendungsleitlinien (IEC/TR 61346-3: 2001) (Nov 2002)**

**Beiblatt 2 zu DIN EN 61346**   **– Betrachtungen von Begriffen und deren Zusammenhänge (Feb 1999)**

Die Reihe der Normen DIN EN 61346 dient zur eindeutigen Identifizierung beliebiger Objekte in Anlagen, Systemen, Produkten, zum direkten Einsatz in der Industrie und in CAX-Systemen. Diese Reihe wurde in Zusammenarbeit von Experten aus IEC- und ISO-Komitees erarbeitet und ist somit in ihrem Anwendungsbereich nicht nur auf die Elektrotechnik beschränkt.

**DIN EN 61346-1** führt allgemeingültige Grundlagen und Regeln zur Beschreibung der Struktur von technischen Systemen und der Struktur von Informationen hierüber ein. Basis hierfür ist das Referenzkennzeichen, das aus hierarchisch aufgebauten funktionsbezogenen, ortsbezogenen und produktbezogenen Strukturen abgeleitet wird. Über das Referenzkennzeichen werden die Beziehungen zwischen den zu beschreibenden Objekten in der Realität und den zugehörigen Informationen, zum Beispiel in Dokumenten oder Datenbanken, hergestellt. Für Fertigungs-, Installations-, und Wartungszwecke wird das Referenzkennzeichen oder Teile von ihm an oder in der Nähe des entsprechenden physikalischen Teils, der dem relevanten Objekt entspricht, gezeigt bzw. dargestellt.

Bei Objekten, die ein Referenzkennzeichen oder einen Referenzkennzeichensatz (Gruppe von Referenzkennzeichen) nach IEC 61346-1 haben, muss mindestens ein unverwechselbares Referenzkennzeichen bei jeder Darstellung des Objekts angegeben sein. Das Referenzkennzeichen muss von der unteren Seite des Dokuments her lesbar sein und sollte oberhalb oder links von der Objektdarstellung angeordnet sein. Weitere Details s. IEC 81714-2.

Ein Referenzkennzeichen muss einzeilig geschrieben sein.

Bezüglich der Darstellung von Referenzkennzeichensätzen gilt Folgendes (s. Bild 775.1)

- Der Referenzkennzeichensatz darf einzeilig oder mehrzeilig dargestellt sein.
- Ist der Referenzkennzeichensatz mehrzeilig dargestellt, muss jedes Referenzkennzeichen in einer neuen Zeile beginnen.
- Sind mehr als ein Referenzkennzeichen in derselben Zeile dargestellt, und nicht eindeutig, wie in einer Tabelle, voneinander getrennt, muss das Zeichen SCHRÄGSTRICH (/) als Trennzeichen zwischen den verschiedenen Referenzkennzeichen eingefügt werden.
- Die Reihenfolge der dargestellten Referenzkennzeichen ist ohne Bedeutung.







Referenz- kennzeichen	Mögliche Darstellungsformen von Referenzkennzeichensätzen	
	Alle Referenzkennzeichen in einer Zeile	Jedes Referenzkennzeichen in einer eigenen Zeile
=A1 -B2 +C3	=A1/-B2/+C3 	=A1 -B2 +C3 
=D4-E5+F6	=D4-E5+F6 	=D4-E5+F6 
=G7-H8 +J9	=G7-H8/+J9 	=G7-H8 +J9 

Bild 775.1  
Darstellung von Referenz-  
kennzeichen eines Referenz-  
kennzeichensatzes mit ange-  
deuteter Objektdarstellung

**DIN EN 61346-2** beinhaltet Festlegungen, nach welchen Kriterien Objekte in den nach Teil 1 gebildeten Strukturen zu klassifizieren sind. Als Hauptmerkmal zur Klassifizierung von Objekten wird deren Zweck oder Aufgabe herangezogen. In einer Tabelle sind entsprechende Klassen definiert. Jeder Klasse ist ein Kennbuchstabe zugeordnet, der als Hauptbestandteil des Referenzkennzeichens Verwendung findet. Eine zweite Tabelle klassifiziert und codiert Objekte in der Infrastruktur einer Einrichtung, z. B. in einer Industrieanlage oder einer Station zur Verteilung elektrischer Energie. Diese Tabelle dient als Rahmen für besondere Festlegungen in unterschiedlichen Anwendungsbereichen.

**DIN EN 61355 Klassifikation und Kennzeichnung von Dokumenten für Anlagen, Systeme und Einrichtungen (Nov 1997)**

Dokumentation ist erforderlich, um Informationen für alle Tätigkeiten im Lebenszyklus technischer Produkte, hierin eingeschlossen sind Anlagen, Systeme und deren Ausrüstung, bereitzustellen. Sie kann in jeder Phase oder in jeder Tätigkeit erstellt werden. Dokumente können von anderen Geschäftspartnern zugelifert oder diesen übergeben werden. Unterschiedliche Partner benötigen möglicherweise unterschiedliche Informationen oder dieselben Informationen unter anderen Gesichtspunkten, abhängig davon, was am besten für den beabsichtigten Zweck geeignet ist.

Wird der Begriff „Dokument“ in sehr allgemeinem Sinne angewendet, so umfasst er Informationen in allen möglichen Medien, in denen Daten aufgezeichnet werden können. Die Begrifflichkeiten zur Beschreibung der Dokumentenarten sind jedoch von der Darstellung dieser Informationen auf Papier abgeleitet, d. h., wie die Informationen für den Anwender sichtbar und lesbar gemacht werden.

In dieser Norm sind Regeln und Richtlinien zur Klassifikation und Kennzeichnung von Dokumenten gegeben. Sie ist Grundlage für Vereinbarungen zur Erstellung einer strukturierten Dokumentation, wie sie hauptsächlich für größere Einrichtungen, wie zum Beispiel für Anlagen mit ihren Systemen und Ausrüstungen, benötigt wird. Sie ist offen für Weiterentwicklungen in der Dokumentation und von Dokumentationssystemen und alle technischen Bereiche werden von ihr umfasst. Darüber hinaus werden in dieser Norm Anleitungen zu möglichen Anwendungen gegeben, wie zum Beispiel zur Verständigung über die Dokumentation und zur Identifizierung von Dokumenten sowie Dokumente aus nicht-technischen Bereichen berücksichtigt, wie sie z. B. für und während eines Engineeringprozesses erforderlich sind.

Ein Ziel dieser Norm ist, eine Methode zur verbesserten Kommunikation und zu einem besseren Verständnis zwischen Partnern, die Dokumente austauschen müssen, einzuführen. Um eine Basis für eine Systematik zu erhalten, ist es notwendig, mehr oder weniger zu ignorieren, wie ein Dokument momentan benannt ist. Unterschiedliche Benennungen sind oft für dieselbe Dokumentenart gebräuchlich oder die Benennungen haben für unterschiedliche Partner eine unterschiedliche Bedeutung. Auch sind Zweck und Betrachtungsgegenstand manchmal Bestandteil der Dokumentenbenennung, was ein allgemeingültiges Verständnis behindert. Aus diesem Grunde sollte die Basis für ein allgemeingültiges Verständnis ein Klassifikationsschema sein, welches ausschließlich auf dem Informationsinhalt gegründet ist.

Ein weiteres Ziel dieser Norm ist, Regeln aufzustellen, um Dokumente zu den Objekten, die sie beschreiben, in Bezug zu setzen. Zu diesem Zweck wird ein Dokumentenkennzeichnungssystem eingeführt, welches das Kennzeichen für die Dokumentenart dem Kennzeichen des Objekts, wie es in der Anlage, dem System oder der Ausrüstung genutzt wird, zuordnet. Folgt man den in dieser Norm auf-

gestellten Regeln und Empfehlungen, so spiegelt die Dokumentation die Struktur der „tatsächlich existierenden Einrichtung“. Dadurch ist auch eine Anleitung gegeben für die Ordnung und das Zusammenfassen der Dokumente, aber ebenso für strukturiertes Suchen nach Informationen, zum Beispiel in Dokumenten-Managementsystemen.

Das Prinzip der Klassifikation deckt generell auch die Anforderungen rechnerunterstützt erstellter Dokumentation ab. Es ist abzusehen, dass eine zunehmende Informationsmenge in einem genormten Datenbankformat gespeichert und ausgetauscht werden wird. Die zu liefernde Information kann dann in einer Weise spezifiziert werden, dass jede benötigte und vereinbarte Dokumentenart im Datenverarbeitungssystem des Empfängers aus dieser Datenbank abgeleitet werden kann. Hierzu sind Festlegungen notwendig, zum Beispiel zu Informations- und Datenelementen, zu ausführlichen Darstellungsregeln und zu detaillierten Definitionen von Dokumentenarten, wie sie z. B. mit der in dieser Norm enthaltenen Beschreibung der Dokumentenartenklassen gegeben sind.

## 19.1.3 Benutzerinformationen

### 19.1.3.1 Bedienungsanleitungen

Anleitungen sind das Mittel zum Übertragen von Informationen an die Benutzer, wie ein Produkt korrekt und sicher zu benutzen ist. Als Kommunikationsmittel werden Texte, Wörter, Zeichen, Symbole, Pläne, Illustrationen, hörbare oder sichtbare Information einzeln oder in Kombination angewendet.

Abhängig von den Produkteigenschaften, der Komplexität, dem Risiko und den gesetzlichen Anforderungen darf die Information für die Benutzer auf dem Produkt selbst, auf seiner Verpackung oder in Begleitmaterialien stehen, z. B. einzeln oder in Kombination in Informationsblättern, Handbüchern, Audio- oder Videobändern und rechnerunterstützten Darstellungen.

#### **DIN EN 62079 (VDE 0039) Erstellen von Anleitungen – Gliederung, Inhalt und Darstellung (Nov 2001)**

In dieser Norm sind allgemeine Prinzipien und detaillierte Anforderungen für den Entwurf und die Formulierung aller Arten von Anleitungen zusammengestellt, die für alle Arten von Produkten notwendig oder hilfreich sind. Der Anwendungsbereich umfasst Anleitungen für kleine und einfache Produkte wie z. B. eine Dose Farbe bis hin zu großen und hoch komplexen Produkten wie z. B. große Industrieanlagen. Sie richtet sich an:

- Produkthersteller, technische Redakteure, technische Illustratoren, Softwareentwickler, Übersetzer oder andere Personen, die mit dem Konzipieren und dem Entwerfen solcher Anleitungen betraut sind;
- autorisierte Vertreter der Produkthersteller in dem Land, in dem das Produkt installiert und/oder benutzt wird.

Keine allgemeine Norm kann umfassende Informationen liefern, die jeden Spezialfall abdecken. Daher ist diese Norm nur in Verbindung mit den Anforderungen der spezifischen Produktnormen anzuwenden, oder, falls keine fachspezifischen Informationsanforderungen existieren, mit den relevanten Anforderungen von Normen für ähnliche Produkte. Dabei ist zu beachten, dass einige Produkte sowie ihre begleitenden Anleitungen für ihren Gebrauch Gegenstand gesetzlicher Vorschriften sind und spezielle Anforderungen an Sicherheit und Entsorgung enthalten können.

Der Umfang der mit einem Produkt zu liefernden Dokumentation ist sehr stark von der Komplexität des Produkts bzw. in vielen Ländern von regionalen oder nationalen gesetzlichen Vorschriften abhängig, z. B. der EG-Maschinenrichtlinie. Da diese Norm für alle Arten von Produkten konzipiert ist, wird der Umfang einer Dokumentation in dieser Norm nicht festgelegt. Es werden aber zahlreiche Arten von Anleitungen aufgelistet und aufgeführt wie solche Anleitungen einheitlich zu erstellen sind.

Welche Anleitungen für ein Produkt geliefert werden, ergibt sich in vielen Fällen aus den Verhandlungen zwischen Hersteller/Lieferant und Kunde. Für solche Verhandlungen kann DIN EN 62079 (VDE 0039) als Rahmen dienen.

Die Bewertung der Qualität von Anleitungen sollte allgemeinen Kriterien genügen. DIN EN 62079 (VDE 0039) hat daher einen informativen Anhang, der einige praktische Empfehlungen und eine vorgeschlagene Methodik für die Bewertung enthält. Die Anhänge A, B und C richten sich primär an Experten, die mit solcher Bewertungsarbeit betraut sind; aber sie mögen auch hilfreich für die oben genannten hauptsächlichen Zielgruppen der Norm sein.

### 19.1.3.2 Graphische Symbole für Betriebsmittel (Bildzeichen)











Zielgruppe der Graphischen Symbole für Betriebsmittel (Bildzeichen) ist der Anwender eines elektrotechnischen Produkts. Von dem Anwender wird erwartet, dass er mit der Wirkungsweise des Produkts vertraut ist, zumindest sich mit der (Bedienungs-)Anleitung des Produkts vertraut gemacht hat. Insofern sollten die Bildzeichen, müssen aber nicht notwendigerweise selbsterklärend sein.

Ein graphisches Symbol für Betriebsmittel ist ein optisch wahrnehmbares Gebilde, das durch Schreiben, Zeichnen, Drucken oder andere Verfahren erzeugt wird. Das graphische Symbol für Betriebsmittel steht stellvertretend für einen Gegenstand (das bedeutet nicht nur für materielle, sondern auch für alle immateriellen Dinge, z. B. Zustände, Zusammenhänge, Sachverhalte, Handlungen!) und stellt diesen sprachungebunden dar. Graphische Symbole für Betriebsmittel dienen zur Kennzeichnung von Funktionen, z. B. an Bedienelementen und als Hinweise für den Anwender.

Buchstaben, Ziffern, Satzzeichen und mathematische Zeichen gelten für sich allein nicht als graphische Symbole, können aber Bestandteil davon sein.

Graphische Symbole für Betriebsmittel werden auch in bildlichen Darstellungen angewendet, wie Plänen, Zeichnungen, Bedienungs- oder Gebrauchsanleitungen, Karten, Diagrammen und ähnlichen Unterlagen zur Darstellung und Kennzeichnung von Gegenständen.

Tabelle 777.1 Auswahl Graphischer Symbole für Betriebsmittel, die in der Elektrotechnik Anwendung finden. (In der Spalte „Symbol-Nr. nach ISO 7000 IEC 60417“ verweisen die vierstelligen Nummern unter 5000 auf ISO 7000, die ab 5000 auf IEC 60417.)

Form	Benennung	Anwendung	Symbol-Nr. nach ISO 7000 IEC 60417
	NOT-AUS	Zum Kennzeichnen eines Not-Aus-Bedienungselementes. Das Symbol muss anstelle der Symbole 5110 oder 5178 angewendet werden, da die Sicherheit von Benutzern elektrischer Maschinen und Einrichtungen Vorrang hat.	5638
	Werkstatthandbuch	Zum Kennzeichnen des Bedienungselementes oder der Anzeige eines Werkstatthandbuchs	1640
	Bedienungsanleitung/ Gebrauchsanweisung beachten	Zum Kennzeichnen des Bedienungselementes oder der Anzeige, dass die Bedienungsanleitung/Gebrauchsanweisung beachtet werden muss.	1641
	Schutzleiter	Zum Kennzeichnen des Anschlusses für einen externen Schutzleiter zum Schutz gegen elektrischen Schlag im Falle eines Fehlers oder für eine Anschlussklemme des externen Schutzleiters.	5019
	Gefährliche elektrische Spannung	Zum Hinweis auf Risiken durch gefährliche elektrische Spannung.	5036
	Schutzisolierung; Gerät der Schutzklasse II	Zum Kennzeichnen von Betriebsmitteln, die den Sicherheitsanforderungen der Schutzklasse II entsprechend IEC 60536 genügen.	5172
	Gerät der Schutzklasse III	Zum Kennzeichnen von Betriebsmitteln, die den Sicherheitsanforderungen der Schutzklasse III entsprechend IEC 60536 genügen.	5180
	Tomographische Bewegung mit Röntgenstrahlung	Zum Kennzeichnen der Bedienungs- oder Anzeigenelemente für die tomografische Bewegung mit Röntgenstrahlung.	5402
	Recovery/Recycling, allgemein	Zum Kennzeichnen von Verpackungen, dass diese recycelfähig sind.	1135
	Rasiersteckdose	Zum Kennzeichnen der Steckdosen für elektrische Rasierapparate und für ähnliche Geräte niedriger Leistung.	5225



Eine Zusammenstellung international genormter Bildzeichen ist mit der IEC/ISO Datenbank über Graphische Symbole für Betriebsmittel (sie beinhaltet und ersetzt die Publikationen IEC 60417 und ISO 7000) gegeben.

### 19.1.3.3 Sicherheitszeichen

Mit Sicherheitszeichen wird in der Elektrotechnik, wie auch bei der Sicherheitskennzeichnung am Arbeitsplatz, auf Risiken hingewiesen bzw. ein bestimmtes Verhalten gefordert, sodass mögliche Gefahren, z. B. bei einer Fehlbedienung, nicht auftreten. Die Sicherheitskennzeichnung am Arbeitsplatz dient im Sinne der Unfallverhütung zur Kennzeichnung von Risiken oder Gefahren, die trotz Maßnahmen zu ihrer Verhinderung, des Einsatzes technischer Schutzeinrichtungen oder arbeitsorganisatorischer Maßnahmen, Methoden oder Verfahren verbleiben. Sie ist somit primär eine ortsgebundene und permanente Kennzeichnung und wird überwiegend durch eine fest angebrachte Beschilderung realisiert (s. hierzu auch Abschn. 6.2.4).

Im Bereich der Elektrotechnik sind jedoch situationsabhängig teilweise andere Rahmenbedingungen gegeben.

- Der Kennzeichnungsort ist nicht notwendigerweise der Ort der möglichen Gefahrenquelle.
- Die Kennzeichnung erfolgt situationsabhängig temporär.
- Von der möglichen Gefahrenquelle ist höchstwahrscheinlich eine andere Person betroffen, die die Kennzeichnung ggf. sogar angebracht hat.

Ein Beispiel hierfür ist das Sicherheitszeichen „Schalten verboten“. Diese Kennzeichnung wird parallel – in Verbindung mit weiteren Schutzmaßnahmen natürlich – z. B. an einer Schalttafel während der Durchführung von Wartungsarbeiten angebracht.

Darüber hinaus findet die Sicherheitskennzeichnung im Bereich der Elektrotechnik auch auf Produkten Anwendung. Hier dient sie – neben einer Beschreibung in z. B. der Bedienungsanleitung – als sprachunabhängige Information über Sicherheitsrisiken, die durch Fehlbedienung entstehen können. Zielgruppe dieser Zeichen sind Anwender technischer Produkte sowie Personen, die mit den entsprechenden Produkten nicht vertraut sind. Von dieser Zielgruppe kann nicht unbedingt vorausgesetzt werden, dass sie mit der Wirkungsweise des Produkts und möglicher Gefahren im Fehlerfall oder bei Fehlbedienung vertraut sind. Auch die Kenntnis des Inhalts der (Bedienungs-)Anleitung des Produkts kann nicht vorausgesetzt werden. Insofern ist es notwendig, dass diese Zeichen auffällig, eindeutig und selbsterklärend sind. Daher werden hier die in ISO 3864 enthaltenen Regeln für Sicherheitszeichen auf diesen Anwendungsfall übertragen und sinngemäß angewandt.

Ein Sicherheitszeichen in der Elektrotechnik ist, ebenfalls wie in ISO 3864 angegeben, die Kombination aus einer festgelegten Form mit einer spezifizierten Hintergrundfarbe und einer Graphik die einen bestimmten Sachverhalt darstellt. Das Sicherheitszeichen, auf einem Träger aufgebracht, ist ein Sicherheitsschild, das vorgefertigt an diversen Stellen angebracht werden kann und ein bestimmtes Verhalten fordert, sodass aus einem vorhandenen Restrisiko heraus keine Gefahr für Mensch oder Umwelt erwächst.

Es wird zwischen Verbots-, Warn-, Gebots-, Hinweiszeichen und Zusatzzeichen unterschieden. Die allgemeine Bedeutung des Sicherheitszeichens wird durch die geometrische Form in Verbindung mit einer Sicherheitsfarbe und zugehöriger Kontrastfarbe bestimmt. Die allgemeine Festlegung ist wie folgt:

Tabelle 778.1 In der Elektrotechnik genutzte Form- und Farbcodierung für Aussagen mit Sicherheitsbotschaft

Bedeutung	Geometrische Form	Sicherheitsfarbe	Kontrastfarbe	Farbe des graphischen Symbols
Verbot	Kreis mit Diagonalbalken	Rot	Weiß	Schwarz
Gebot	Kreis	Blau	–	Weiß
Warnung	Gleichseitiges Dreieck	Gelb	Schwarz	Schwarz
Zusatzinformation	Rechteck	Weiß oder Farbe des entsprechenden Sicherheitszeichens	Schwarz oder Kontrastfarbe des entsprechenden Sicherheitszeichens	Farbe des graphischen Symbols des entsprechenden Sicherheitszeichens
Hinweis <sup>1)</sup>	Rechteck	Blau	Weiß	–

<sup>1)</sup> Besondere Form der Zusatzinformation. In der Elektrotechnik mit Textaussagen, auch ohne entsprechendes Gebotszeichen, gebräuchlich.



Bild 779.1  
„Schalten verboten“

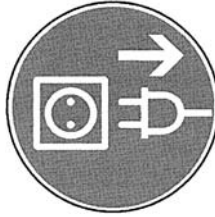


Bild 779.2  
„Vor Öffnen Netzstecker ziehen“  
(Das Zeichen findet primär auf  
Produkten Anwendung)



Bild 779.3  
„Warnung vor gefährlicher,  
elektrischer Spannung“

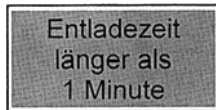


Bild 779.4 Spezielle Zusatzinformation für be-  
fugten Personenkreis (Zielgruppe  
z. B. Wartungspersonal)

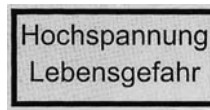


Bild 779.5 Spezielle Zusatzinformation zu einem Warnzeichen  
(Zur Einschätzung der getroffenen Sicherheits-  
maßnahmen. Zielgruppe z. B. Instandhaltung)

Bei der Anwendung der Sicherheitszeichen sind die einschlägigen VDE-Bestimmungen, z. B. DIN VDE 0105-100 (VDE 0105-100) Bestimmungen über den Betrieb von elektrischen Anlagen zu beachten.

## 19.1.4 Mensch-Maschine-Schnittstelle

### 19.1.4.1 Kennzeichnung von Schnittstellen

**DIN EN 60445 (VDE 0197) Grund- und Sicherheitsregeln für die MM-Schnittstelle – Kennzeichnung der Anschlüsse elektrischer Betriebsmittel und einiger bestimmter Leiter einschl. allgemeine Regeln für ein alphanumerisches Kennzeichnungssystem (Aug 2000)**

Gegenstand dieser Sicherheitsgrundnorm ist es, Verfahren zur Kennzeichnung der Anschlüsse und allgemeine Richtlinien für ein alphanumerisches System zur Anschlusskennzeichnung elektrischer Betriebsmittel festzulegen. Sie gilt für die Kennzeichnung der Anschlüsse elektrischer Betriebsmittel, wie Widerstände, Sicherungen, Relais, Leiter, Transformatoren, umlaufende elektrische Maschinen und – sofern anwendbar – Kombinationen solcher Betriebsmittel (z. B. Baugruppen).

#### Kennzeichnungsverfahren

Die Sicherheit von Personen und Sachen fordert ein international einheitliches Kennzeichnungssystem. Wenn die Kennzeichnung der Anschlüsse von Betriebsmitteln und der Enden einiger bestimmter Leiter notwendig ist, müssen eines oder mehrere der folgenden Verfahren angewendet werden:

- Räumliche oder relative Anordnung der Betriebsmittelanschlüsse oder der Enden einiger bestimmter Leiter;
- Farbkennzeichnung der Betriebsmittelanschlüsse und der Enden einiger bestimmter Leiter;
- Kennzeichnung durch graphische Symbole nach IEC 60417 (liegt als IEC 60417-Datenbank vor). Wenn zusätzliche graphische Symbole benötigt werden, müssen sie mit IEC 60617 übereinstimmen;
- Alphanumerische Kennzeichnung entsprechend den nachfolgend genannten Prinzipien.

Die verschiedenen Verfahren sind an sich gleichwertig. Zur Sicherstellung der Übereinstimmung von Dokumentation und Kennzeichnung der Betriebsmittelanschlüsse, wird die alphanumerische Kennzeichnung empfohlen. Für fachgebietsbezogene Anwendungen dürfen weiterreichende Festlegungen, die sich im Einklang mit DIN EN 60445 befinden, getroffen werden.








### Prinzip der alphanumerischen Kennzeichnung

- Zur alphanumerischen Kennzeichnung sind lateinische Großbuchstaben, ausgenommen „I“ und „O“, und arabische Ziffern anzuwenden.
- Die beiden Anschlüsse an den Enden eines einzelnen Elements werden durch aufeinanderfolgende Zahlen unterschieden, wobei die ungerade Zahl kleiner als die gerade Zahl sein muss, z. B. 1 und 2.
- Die zwischen den Endanschlüssen eines einzelnen Elements liegenden Anschlüsse (Anzapfungen) werden durch Zahlen, vorzugsweise in numerischer Reihenfolge, gekennzeichnet, z. B. 3, 4, 5 usw. Die zur Kennzeichnung der Anzapfungen gewählten Zahlen müssen größer sein als die Zahlen zur Kennzeichnung der Endanschlüsse; ihre Zählung beginnt mit der Anzapfung, die dem Endanschluss mit der niedrigeren Zahl am nächsten liegt.
- Wenn mehrere ähnliche Elemente zu einer Gruppe von Elementen zusammengefasst sind, dann muss eines der folgenden Verfahren zum Kennzeichnen der Elemente angewendet werden:
  - Die beiden Endanschlüsse und – soweit vorhanden – die Anzapfungen werden durch Buchstaben unterschieden, die den unter b) und c) angegebenen Zahlen vorangestellt werden; z. B. U, V, W bei Zuordnung der Elemente zu den drei Außenleitern eines Drehstromnetzes.
  - Die beiden Endanschlüsse und – soweit vorhanden – die Anzapfungen durch Zahlen unterschieden, die den unter b) und c) angegebenen Zahlen vorangestellt werden, wo eine Phasenkennzeichnung nicht notwendig oder möglich ist. Um Verwechslungen auszuschließen, müssen die vorangestellten Zahlen durch einen Punkt getrennt werden.
  - Bei Reihenklappen eine numerische Kennzeichnung in aufsteigender Reihenfolge.

### Kennzeichnung von Betriebsmittelanschlüssen für einige bestimmte Leiter








Betriebsmittelanschlüsse, die dazu vorgesehen sind, direkt oder indirekt mit einigen bestimmten Leitern verbunden zu werden und die Enden bestimmter Leiter müssen mit Buchstaben nach Tab. 780.1 gekennzeichnet sein.


Tabelle 780.1 Kennzeichnung von Betriebsmittelanschlüssen, die für einige bestimmte Leiter vorgesehen sind, und Kennzeichnung der Enden dieser Leiter

Bestimmte Leiter	Kennzeichnung der Leiter <sup>1)</sup> und Leiterenden	Kennzeichnung der Betriebsmittelanschlüsse	Grafische Symbole <sup>2)</sup>
Wechselstromleiter			
Außenleiter 1	L1 <sup>4)</sup>	U	
Außenleiter 2	L2 <sup>4)</sup>	V <sup>5)</sup>	
Außenleiter 3	L3 <sup>4)</sup>	W <sup>5)</sup>	
Neutralleiter	N	N	
Gleichstromleiter			
Positiv	L +	+ oder C	
Negativ	L –	– oder D	
Mittelleiter	M	M	
Schutzleiter	PE	PE	
PEN-Leiter	PEN	PEN	
PEM-Leiter	PEM	PEM	
PEL-Leiter	PEL	PEL	
Funktionserdungsleiter	FE	FE	
Funktionspotentialausgleichsleiter <sup>3)</sup>	FB	FB	

<sup>1)</sup> Kennzeichnung durch Farben nach DIN EN 60446 (s. Norm).

<sup>2)</sup> Die wiedergegebenen Symbole haben folgende Symbolnummern nach DIN EN 60417:

 DIN EN 60417-5032	 DIN EN 60417-5006	 DIN EN 60417-5018
 DIN EN 60417-5031	 DIN EN 60417-5019	 DIN EN 60417-5020
 DIN EN 60417-5005		

<sup>3)</sup> Die frühere Unterscheidung zwischen **Äquipotentialverbindung** und **Masse-** oder **Chassisverbindung** gibt es nach IEC 60050-195 nicht mehr. Der Begriff Funktionspotentialausgleichsleiter beinhaltet beide Begriffe. Das grafische Symbol  (DIN EN 60417-5021) ist veraltet.

<sup>4)</sup> Eine Zahl nach „L“ ist nur in Systemen mit mehr als einer Phase notwendig.

<sup>5)</sup> Nur in Systemen mit mehr als einer Phase notwendig.

### DIN EN 60446 (VDE 0198) Grund- und Sicherheitsregeln für die Mensch-Maschine-Schnittstelle – Kennzeichnung von Leitern durch Farben oder numerische Zeichen (Okt 1999)

Diese Norm legt allgemeine Regeln für die Anwendung von bestimmten Farben oder numerische Zeichen für die Kennzeichnung von Leitern fest. Der Zweck ist Doppeldeutigkeit zu vermeiden und eine sichere Betriebsweise sicherzustellen. Für die Kennzeichnung elektrischer Leiter sind folgende Farben erlaubt:

Schwarz, Braun, Rot, Orange, Gelb, Grün, Blau, Hellblau, Violett, Grau, Weiß, Rosa, Türkis.

Es wird empfohlen, dass die Farbkennzeichnung durchgehend über die gesamte Leiterlänge, entweder durch die Farbe der Isolierung oder durch Farbmarken, erfolgt. Zusätzliche Kennzeichnungen, z. B. alphanumerische, sind erlaubt, vorausgesetzt, dass die Farbkennzeichnung eindeutig bleibt. Die Einzelfarben Grün und Gelb sind nur dort erlaubt, wo eine Verwechslungsgefahr mit der Zwei-Farben-Kombination Grün-Gelb ausgeschlossen ist.

Wenn ein Stromkreis einen durch Farbe gekennzeichneten Neutral- oder Mittelleiter enthält, muss die für diesen Zweck angewendete Farbe Blau sein. Um eine Verwechslung mit anderen Farben zu vermeiden, wird eine ungesättigte Farbe Blau, „Hellblau“ genannt, empfohlen. Hellblau darf nicht zur Kennzeichnung anderer Leiter verwendet werden, wenn eine Verwechslung möglich ist.

Beim Fehlen eines Neutral- oder Mittelleiters darf ein mit Hellblau gekennzeichnete Leiter in Kabel- und Leitungssystemen auch für andere Zwecke, ausgenommen als Schutzleiter, angewendet werden. Die Farben Schwarz und Braun werden für Außenleiter in Wechselstrom-Systemen bevorzugt.

Die Zwei-Farben-Kombination Grün-Gelb muss zur Kennzeichnung des Schutzleiters und darf für keinen anderen Zweck angewendet werden. Grün-Gelb ist die einzige Farbkombination zur Kennzeichnung des Schutzleiters. Ansonsten darf jedwede Kombination von zwei der oben aufgeführten Farben angewandt werden, vorausgesetzt, dass keine Verwechslungsgefahr besteht.

PEN-Leiter müssen, wenn sie isoliert sind, durch eines der folgenden Verfahren gekennzeichnet sein:

- Grün-Gelb durchgehend in ihrem ganzen Verlauf, zusätzlich mit hellblauer Markierung an den Leiterenden, oder
- Hellblau durchgehend in ihrem ganzen Verlauf, zusätzlich mit grün-gelber Markierung an den Leiterenden.

### DIN IEC 60757 Elektrotechnik; Code zur Farbkennzeichnung (Jun 1986)

Tabelle 781.1 Code zur Farbkennzeichnung

Farbe	Buchstabencode
Schwarz	BK
Braun	BN
Rot	RD
Orange	OG
Gelb	YE
Grün	GN
Blau	BU
Violett (purpur)	VT
Grau	GY
Weiß	WH
Rosa	Pk
Gold	GD
Türkis	TQ
Silber	SR
Grün-Gelb	GNYE

Auf dem Gebiet der Elektrotechnik wird bei Texten von Beschreibungen, in Schaltungsunterlagen, bei Bezeichnungen usw. zur Kennzeichnung von bestimmten Farben ein Buchstabencode aus Großbuchstaben genutzt.

Farbkombinationen müssen durch Zusammensetzen der jeweiligen Farbcodes, in der Reihenfolge der Tab. 781.1 von oben nach unten gebildet werden.

### DIN EN 61293 Kennzeichnung elektrischer Betriebsmittel mit Bemessungsdaten für die Stromversorgung – Anforderungen an die Sicherheit (Feb 1995)

**Empfohlene Reihenfolge der Angaben.** Nicht erforderliche Angaben dürfen entfallen.

Anzahl der Phasenleiter (z. B. 1, 2, 3)

weitere bezeichnete Leiter (z. B. N, M, PE nach DIN EN 60445)

- Art des Versorgungssystems (AC, DC)
- Spannung oder Strom (Zahlenwert und Einheit)
- Frequenz (Zahlenwert und Einheit)

Tabelle 782.1 Beispiele der Kennzeichnung elektrischer Betriebsmittel mit auf die Stromversorgung bezogene Bemessungswerte

Vollständige Bezeichnung	Grafisches Symbol	Abkürzung
Gleichstrom 10 A	=== 10 A	DC 10 A
Wechselstrom 1 kA	~ 1 kA	AC 1 kA
Gleichspannung 230 V	=== 230 V	DC 230 V
Wechselspannung 400 V	~ 400 V	AC 400 V
Gleich- oder Wechselspannung 250 V	⋈ 250 V	AC/DC 250 V
Gleichspannungsbereich 0 bis 440 V	=== 0 bis 440 V	DC 0 bis 440 V
Einphasen-Zweileitersystem mit 2 Phasenleitern 230 V	2 ~ 230 V	2 AC 230 V
Einphasen-Dreileitersystem mit 1 Phasenleiter und einem Neutral- und einem Schutzleiter 230 V, 50 Hz	1/N/PE ~ 230 V 50 Hz	1/N/PE AC 230 V 50 Hz
Einphasen-Dreileitersystem mit 2 Phasenleitern und einem Neutralleiter 220/110 V, 60 Hz	2/N ~ 220/110 V 60 Hz	2/N AC 220/110 V 60 Hz
Gleichstrom-Dreileitersystem 220 V	2/M === 220 V	2/M DC 220 V
Drehstrom-Dreileitersystem 400 V	3 ~ 400 V	3 AC 400 V
Drehstrom-Vierleitersystem mit kombiniertem Schutz- und Neutralleiter 480/277 V	3/N ~ 480/277 V	3/N AC 480/277 V
Drehstrom-Fünfleitersystem mit getrenntem Neutral- und Schutzleiter 400/230 V	3/N/PE ~ 400/230 V	3/N/PE AC 400/230 V

Weitere Einzelheiten s. Norm

**Beispiel:** 3/N/PE 400/230 V 50 Hz

*Anmerkung:* Der Zahlenwert kann bestehen aus:

- einem einzelnen Wert,
- mehreren Werten in abfallender Reihenfolge durch Schrägstriche getrennt, z. B. 400/230,
- aus einem Bereich, z. B. 0 ... 230

#### 19.1.4.2 Nutzung der Mensch-Maschine-Schnittstellen

##### DIN EN 60073 (VDE 0199) Grund- und Sicherheitsregeln für die Mensch-Maschine-Schnittstelle, Kennzeichnung – Codierungsgrundsätze für Anzeigengeräte und Bedienteile (Mai 2003)

Die Norm stellt allgemeine Regeln zur Zuordnung einzelner Bedeutungen zu bestimmten Farben und ergänzende Mittel für Anzeigeeinrichtungen und Bedienteile auf, um:

- die Sicherheit von Personen, Sachen und/oder Umgebung durch die sichere Beobachtung und Bedienung der Anlage zu erhöhen,
- die genaue Beobachtung, Bedienung und Instandhaltung der Anlage zu erleichtern,
- die schnelle Wahrnehmung von Betriebszuständen und Schaltstellungen zu erleichtern.

Diese Norm gilt für allgemeine Anwendungen:

- von einfachen Fällen, wie einzelnen Anzeigelampen, Druckknöpfe, mechanische Anzeiger, Leuchtdioden (LED's) oder Bildschirme, bis zu umfangreichen Warten, die eine große Vielfalt von Geräten zum Steuern einer Maschine oder eines Prozesses umfassen;
- wo die Sicherheit von Personen, Sachen und/oder der Umwelt betroffen ist, und auch wo Farben und ergänzende Mittel genutzt werden, um die richtige Beobachtung und Bedienung einer Anlage zu erleichtern;
- wo durch ein Technisches Komitee zu einer besonderen Funktion eine bestimmte Art der Codierung zuzuweisen ist.

#### Anzeigegerät

Ein mechanisches, optisches, elektrisches oder elektronisches Gerät, das sichtbare, tastbare oder hörbare Informationen liefert.

### Bedienteil

Der Teil des Betätigungssystems (einer Steuereinrichtung), auf das eine menschliche Kraft ausgeübt wird.

*Anmerkung:* Das Bedienteil darf im Fall eines interaktiven Anzeigebildschirms als der Teil des Bildschirms betrachtet werden, der die Bedienfunktion repräsentiert.

### Beleuchtetes Bedienteil

Bedienteil mit einer integrierten Lichtquelle, welche durch Aufleuchten eine sichtbare Information gibt. Die Lichtquelle darf mit der Betätigung verbunden oder unabhängig davon aufleuchten.

### Mechanischer Anzeiger

Anzeigevorrichtung, die als integrales Teil eines mechanischen oder elektro-mechanischen Schaltgerätes (z. B. Leistungsschalter) die offene oder geschlossene Stellung oder eine Zwischenstellung (z. B. die Stern-Position eines Stern-Dreieck-Schalters) anzeigt, selbst aber nicht zur Bedienung bestimmt ist.

### Signalleuchte

Vorrichtung zum Aussenden eines Lichtstrahls.

### Ergänzende Mittel

Ergänzende Mittel im Sinne dieser Norm sind Codierungen, wie Formen, Positionen oder zeitliche Veränderungen von sichtbaren Codierungen bzw. der Typ, die Frequenz oder die zeitliche Veränderung von hörbaren Codierungen.

### Codierung durch Farben

Aus Gründen der Eindeutigkeit behandelt diese Norm nur folgende Farben für Anzeigeeinrichtungen und Bedienteile: ROT, GELB, GRÜN, BLAU, SCHWARZ, GRAU, WEISS

*Anmerkung:* Die Farbe SCHWARZ wird auch für Anzeigeeinrichtungen benutzt, z. B. für Symbole auf Bildschirmen oder mechanischen Anzeigeeinrichtungen. Neben dem Buntton als der ersten Art der Farbcodierung dürfen weitere Informationen zu einer bestimmten Farbe durch Sättigung, Helligkeit und Kontrast gegeben werden.

Tabelle 783.1 Bedeutung der Farben für die Codierung

Farbe	Bedeutung		
	Sicherheit von Personen oder Umwelt	Prozesszustand	Zustand der Einrichtung
ROT	Gefahr	Notfall	fehlerhaft
GELB	Warnung/Vorsicht	anormal	anormal
GRÜN	Sicherheit	normal	normal
BLAU	vorgeschriebene Bedeutung		
WEISS GRAU SCHWARZ	keine spezielle Bedeutung zugewiesen		

Üblicherweise wird für Lichtquellen und Leuchtmelder kontinuierliches Licht benutzt. Zur weiteren Unterscheidung oder als Zusatzinformation, oder um etwas besonders hervorzuheben, darf auch **Blinklicht**, z. B. für folgende Zwecke angewendet werden: um zusätzliche Aufmerksamkeit zu bewirken; um zu sofortigem Handeln aufzufordern; um den Unterschied zwischen Soll- und Ist-Zustand anzuzeigen; um eine Änderung eines Zustandes anzuzeigen (Blinken während einer Übergangsperiode). Die Farbe der NOT-AUS-Schalter muss ROT sein.

WEISS, GRAU und SCHWARZ sind bevorzugte Farben für STOP/AUS-Bedienteile. SCHWARZ sollte bevorzugt werden, ROT ist auch erlaubt. GRÜN ist unzulässig.

Bei der Benutzung nur eines Schalters sowohl für die betriebsmäßige als auch für die NOT-HALT/AUS-Funktion muss die Farbe ROT angewandt werden.

WEISS, GRAU und SCHWARZ sind bevorzugte Farben für START/EIN-Bedienteile, welche das Einschalten und den Betrieb von Anlagen bewirken. WEISS sollte bevorzugt werden, GRÜN ist erlaubt. ROT ist unzulässig.

Wo die Farben WEISS und SCHWARZ zur Unterscheidung von START/EIN- und HALT/AUS-Bedienteilen eingesetzt werden, ist WEISS für die START/EIN- und SCHWARZ für die HALT/AUS-Bedienteile anzuwenden.

WEISS, GRAU und SCHWARZ sind bevorzugte Farben für Bedienteile, die, wenn sie mehrmals betätigt werden, abwechselnd als START/EIN- und HALT/AUS-Befehlsgeber fungieren.

Tabelle 784.1 Bedeutung der Farben für Anzeigeeinrichtungen unter Berücksichtigung der Sicherheit von Personen, Sachen und/oder Umwelt

1	2	3	4	5	6
Farbe	Bedeutung	Erklärung	Tätigkeit		Anwendungsbeispiele
			des Bedienenden	anderer Personen	
ROT	Gefahr	Gefahr oder Befehl	sofortiges Reagieren auf eine gefährliche Situation	Flucht oder Stop	Zugang verboten
GELB	Warnung	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Störung</li> <li>– fehlerhafter Zustand</li> <li>– Dauer- oder vorübergehendes Risiko (z. B. Zugang zu sich bewegenden oder unter Spannung stehenden Teilen)</li> </ul>	Eingreifen zum Vorbeugen von Gefahr	Evakuierung oder eingeschränkter Zutritt	eingeschränkter Zutritt
GRÜN	Sicherheit	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Anzeige eines sicheren Zustands</li> <li>– sicheres Vorgehen</li> <li>– Weg frei</li> </ul>	kein Handlungsbedarf	kein Handlungsbedarf	Fluchtwege
BLAU	vorgeschriebene Bedeutung	Anzeige einer vorgeschriebenen Tätigkeit	vorgeschriebene Tätigkeit	vorgeschriebene Tätigkeit	vorgeschriebener Weg
WEISS GRAU SCHWARZ	keine spezielle Bedeutung	allgemeine Information	kein Handlungsbedarf	kein Handlungsbedarf	Erklärung eines Weges

Tabelle 784.2 Allgemeine Bedeutung der Farben von Bedienteilen

1	2	3	4
Farbe	Bedeutung	Erläuterung	Anwendungsbeispiele
ROT	Notfall	Handlung im Falle von Gefahr oder Notlage	<ul style="list-style-type: none"> <li>– NOT-AUS</li> <li>– HALT oder AUS mit NOT-AUS-Taster</li> <li>– Einleiten einer Notfunktion</li> </ul>
GELB	anormal	Handlung im Falle eines anormalen Zustands	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Eingreifen zum Unterdrücken des anormalen Zustands</li> <li>– manueller Eingriff zum Neustart eines unterbrochenen automatischen Zyklus</li> </ul>
GRÜN	Sicherheit	Handlung bei sicherem Zustand oder um normale Zustände vorzubereiten	
BLAU	Vorschrift	Zustand mit Handlungsbedarf	– Rückstellfunktion
WEISS GRAU SCHWARZ	keine spezielle Bedeutung zugeordnet	Einleiten von Funktionen	– darf für beliebige Funktionen eingesetzt werden, außer NOT-AUS, z. B: AUS/EIN, HALT/START

Die Anwendung von GELB und GRÜN hierfür ist unzulässig. ROT darf nur in den Fällen angewandt werden, wo dasselbe Bedienteil, anders als ein Drucktaster, für NOT-HALT/AUS und auch für betriebsmäßige HALT/AUS-Funktionen vorgesehen ist.

WEISS, GRAU und SCHWARZ sind bevorzugte Farben für Bedienteile, die, während Betätigung, Bewegung verursachen und diese beim Loslassen wieder abbrechen (z. B. Taster für Kriechgang oder Einrichten). GRÜN ist erlaubt, ROT ist unzulässig.

Für Rückstell-Bedienteile (z. B. Schutzrelais) sind BLAU, WEISS, GRAU oder SCHWARZ zu verwenden. Weitere Einzelheiten s. Norm.

### **DIN EN 60447 (VDE 0196) Grund- und Sicherheitsregeln für die Mensch-Maschine-Schnittstelle, Kennzeichnung; Bedienungsgrundsätze (Dez 2004)**

Die Norm gibt allgemeine Regeln für manuell betätigte Bedienteile, die Teil der Mensch-Maschine-Schnittstelle elektrischer Einrichtungen sind, um die Sicherheit (z. B. von Personen, Sachen, Umgebung) durch sicheren Betrieb der Einrichtung zu erhöhen und die richtige und zeitgerechte Betätigung eines Bedienteils zu erleichtern. Die Regeln werden auch bei Fehler- und Notbedingungen angewandt. Die Norm legt die Wechselbeziehungen zwischen der Funktion eines Bedienteils und seiner Bewegungsrichtung oder der Anordnung in Abhängigkeit von anderen Bedienteilen fest.

#### **Betätigungen und Wirkungen**

Soweit möglich, soll das notwendige Betätigen durch ein Betätigungssystem in Wechselrichtung stehen zu dem geforderten Sollbetriebszustand, entweder entsprechend der Betätigungsrichtung (Bewegung) oder dem jeweiligen Einbauort des Bedienteils.

Üblicherweise gibt es zwei Gruppen von Endzuständen: Zunahme der Wirkungen oder Abnahme der Wirkungen (s. Tab. 785.1). In vielen Fällen ist aber ein Bedienteil nur für einen einzigen Sollbetriebszustand wie Rückstellen, Alarm, Hilfe, Quittierung bestimmt. Die Anordnung solcher Bedienteile soll dann logischen – in der Norm ebenfalls angegebenen – Grundprinzipien folgen. Es darf durch eine Einwirkung des Benutzers nicht möglich sein, die Einrichtung oder den zu steuernden Prozess in einen gefährlichen Zustand zu bringen. Bedienteile müssen logisch, entsprechend ihren betriebsmäßigen und funktionalen Wechselbeziehungen angeordnet sein.

Tabelle 785.1 Klassifizierung von Endzuständen

Art des Zustands	resultierende Endzustände	
	Gruppe 1	Gruppe 2
Änderung einer physikalischen Größe (Spannung, Stromstärke, Leistung, Geschwindigkeit, Frequenz, Temperatur, Beleuchtungsstärke usw.)	Zunahme	Abnahme
Änderung der Bedingung	Einschalten Starten Beschleunigen Einen elektrischen Stromkreis schließen <sup>1)</sup> Entzünden	Abschalten Stoppen Bremsen Einen elektrischen Stromkreis öffnen <sup>2)</sup> Auslöschen
Bewegung eines Objekts oder Fahrzeugs, das in Bezug auf seine Achsen gesteuert wird.	Aufwärts <sup>3)</sup> Nach rechts Vorwärts	Abwärts <sup>3)</sup> Nach links Rückwärts
Bewegung in Bezug auf den Bediener	Weg vom Bediener <sup>3)</sup>	Auf den Bediener hin <sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> Und Öffnen des entsprechenden Erdungsschaltkreises, falls kombiniert.

<sup>2)</sup> Und Schließen des entsprechenden Erdungsschaltkreises, falls kombiniert.













<sup>3)</sup> Für „Heben und Senken“ s. 7.3. in DIN EN 60447 (VDE 0196)

#### **Betätigungsfälle**

Betätigungssinn und Wirkungen, die durch das Betätigen des Bedienteiles entstehen, sind in der Tab. 786.1 einander zugeordnet.



Tabelle 786.1 Klassifizierung von Handlungen

Art des Bedienteiles	Art der Handlung		Richtung der Handhabung	
			Gruppe 1	Gruppe 2
Handrad, Kurbel, Knopf usw.	Drehbewegung		im Uhrzeigersinn 	entgegen Uhrzeigersinn 
Griff, Hebel, Druck-Zug-Taster, usw. mit im Wesentlichen linearer Bewegung <sup>1)</sup>	vertikale Bewegung		von unten nach oben 	von oben nach unten 
	horizontale Bewegung	Rechts – Links	nach rechts 	nach links 
		Vorwärts – Rückwärts <sup>2)</sup>	von dem Bedienenden weg 	auf den Bedienenden zu 
Art der Bedienteilgruppe	Art der Handlung		Punkt für die Ausübung der Handlung	
Gruppe von Griffen, Drucktastern, Hebeln, Zugseilen usw. mit gegensätzlichem Effekt	untereinander	Druck, Zug usw.	 Handlung an der oberen Einrichtung	 Handlung an der unteren Einrichtung
	nebeneinander		 Handlung an der rechten Einrichtung	 Handlung an der linken Einrichtung
Art der Bedienteilgruppe	Art der Handlung		Klassifizierung der Handlung	
VDT mit XY-VDU-Steuergerät	Bewegung und Betätigung (click)		Richtung der Handlung und Punkt für die Ausübung: nicht klassifiziert <sup>3)</sup>	
Tastatur	Drücken von Tasten			
Sensitive Flächen	Berührung			

<sup>1)</sup> Für Druck-Zug-Knöpfe s. Abschnitt 7.2 der Norm.

<sup>2)</sup> Für „Heben und Senken“ s. Abschnitt 7.3 der Norm.

<sup>3)</sup> Soweit als möglich sollten die Regeln des oberen Teiles dieser Tabelle Anwendung finden.

Anmerkung: Falls für gewisse Anwendungsfälle die Angaben der Tab. 785.1 und 786.1 nicht zutreffen, sind die Richtung der Bewegung und die Wirkung der Betätigung eindeutig am Bedienteil anzugeben.

Tabelle 786.2 AUS-Stellung bei linear bewegtem Bedienteil

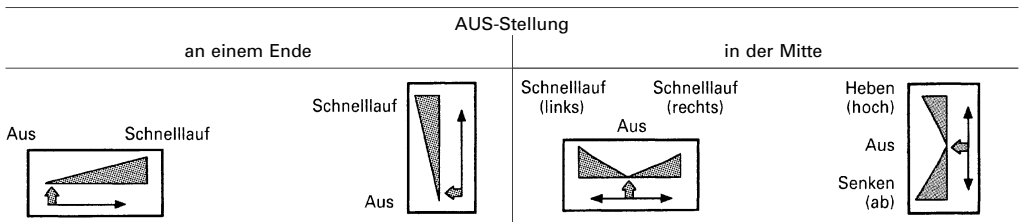
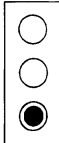





Tabelle 786.3 Anordnung von Bedienteilen für Stop

Anordnung	Bewegungs- bzw. Wirkrichtungen		Art der Bewegung	Bedienteil
	eine	zwei		
untereinander	 <p>Start II (z. B. schnell) Start I (z. B. langsam) Stop</p>	 <p>Heben Stop Senken</p>	Ziehen Drücken	Dreifachkombination mit Halt-Position für eine oder zwei Bewegungsrichtungen
nebeneinander	 <p>Start Start I Start II</p>	 <p>Links Stop Rechts</p>		

Anmerkung: Für Handräder, Knebel, Griffe, Hebel usw. sind bei zwei Bewegungsrichtungen die Angaben nach Tab. 786.3 maßgebend. Die Anordnung für „Halt“ oder „Stop“ befindet sich dabei in der Mitte.

Tabelle 787.1 Beispiele für die Bewegungsrichtung einiger Arten von Bedienteilen  
Der Standpunkt der Bedienperson wird an dem Ort der Bildnummer angenommen. In jedem Bild ist der Pfeil auf eine Gruppe – 1 – Handlung bezogen (s. Tab. 785.1).

Drehbewegung								
Senkrechte Bewegung								
Waage-rechte Bewegung	rechts – links							
	vorwärts – rückwärts							
Kombination ver-schiedener Richtungen								
Zusammengehörende Bedienteile								

## 19.1.5 Kennzeichnung von Betriebsmitteln

### DIN EN 60529 (VDE 0470-1) Schutzarten durch Gehäuse (IP-Code) (Sep 2000)

Die Norm behandelt den Schutz von elektrischen Betriebsmitteln durch Gehäuse, Abdeckungen und dergleichen. Sie umfasst den Schutz von Personen gegen Berühren von unter Spannung stehenden oder sich bewegender Teile, den Schutz der Betriebsmittel mit einer Bemessungsspannung  $\leq 72,5$  kV gegen Eindringen von festen Fremdkörpern und Wasser und legt die Kurzzeichen für die international vereinbarten Schutzarten und die Schutzgrade fest.

Die Schutzarten werden durch ein Kurzzeichen angegeben, das sich aus den beiden Kennbuchstaben IP (= international protection) und 2 Kennziffern für den Schutzgrad zusammensetzt (s. Tab. 787.2 und 788.1). Gegebenenfalls erforderliche zusätzliche Buchstaben bzw. ergänzende stehen nach den Kennziffern (s. Tab. 788.2). Die Schutzart wird auf dem Gehäuse bzw. auf dem Leistungsschild angegeben.

Die erste Kennziffer (0 bis 6) gibt den Schutzgrad gegen Berühren und Eindringen von Fremdkörpern an, die zweite Kennziffer (0 bis 8) den Schutzgrad gegen Eindringen von Wasser. **Beispiel IP 44**

Tabelle 787.2 Schutzgrade für Berührungs- und Fremdkörperschutz

Erste Kennziffer	Schutzgrad (Berührungs- und Fremdkörperschutz)
0	Kein besonderer Schutz
1	Schutz gegen Eindringen von festen Fremdkörpern mit einem Durchmesser $\geq 50$ mm (große Fremdkörper) Fernhalten von Handrücken
2	Schutz gegen Eindringen von festen Fremdkörpern mit einem Durchmesser $\geq 12,5$ mm (mittelgroße Fremdkörper) Fernhalten von Fingern oder ähnlichen Gegenständen
3	Schutz gegen Eindringen von festen Fremdkörpern mit einem Durchmesser $\geq 2,5$ mm (kleine Fremdkörper) Fernhalten von Werkzeugen
4	Schutz gegen Eindringen von festen Fremdkörpern mit einem Durchmesser $\geq 1$ mm (kornförmige Fremdkörper) Fernhalten von Werkzeugen
5	Schutz gegen schädliche Staubablagerungen. Das Eindringen von Staub ist nicht vollkommen verhindert; aber der Staub darf nicht in solchen Mengen eindringen, dass die Arbeitsweise des Betriebsmittels beeinträchtigt wird (staubgeschützt). Vollständiger Berührungsschutz
6	Schutz gegen Eindringen von Staub (staubdicht) Vollständiger Berührungsschutz

Tabelle 788.1 Schutzgrade für Wasserschutz

Zweite Kennziffer	Schutzgrad (Wasserschutz)
0	Kein besonderer Schutz
1	Schutz gegen tropfendes Wasser, das senkrecht fällt. Es darf keine schädliche Wirkung haben (Tropfwasser).
2	Schutz gegen tropfendes Wasser, das senkrecht fällt. Es darf bei einem bis zu 15° gegenüber seiner normalen Lage gekippten Betriebsmittel (Gehäuse) keine schädliche Wirkung haben (schrägfalles Tropfwasser).
3	Schutz gegen Wasser, das in einem beliebigen Winkel bis 60° zur Senkrechten fällt. Es darf keine schädliche Wirkung haben (Sprühwasser).
4	Schutz gegen Wasser, das aus allen Richtungen gegen das Betriebsmittel (Gehäuse) spritzt. Es darf keine schädliche Wirkung haben (Spritzwasser).
5	Schutz gegen einen Wasserstrahl, der aus allen Richtungen gegen das Betriebsmittel (Gehäuse) gerichtet wird. Es darf keine schädliche Wirkung haben (Strahlwasser).
6	Schutz gegen starken Wasserstrahl. Es darf keine schädliche Wirkung haben.
7	Schutz gegen Wasser, wenn das Betriebsmittel (Gehäuse) zeitweilig in Wasser getaucht wird. Wasser darf nicht in schädlichen Mengen eindringen (Eintauchen).
8	Das Betriebsmittel (Gehäuse) ist geeignet zum dauernden Untertauchen in Wasser bei Bedingungen, die durch den Hersteller und Anwender vereinbart sind.

Tabelle 788.2 Zusätzliche und ergänzende Buchstaben

Bestandteil:	Ziffern oder Buchstaben	Bedeutung für den Schutz des <b>Betriebsmittels</b> :	Bedeutung für den Schutz von <b>Personen</b> :
Code Buchstaben	IP	–	–
Zusätzlicher Buchstabe (fakultativ)	A B C D	–	Gegen Zugang zu gefährlichen Teilen mit Handrücken Finger Werkzeug Draht
Ergänzender Buchstabe (fakultativ)	H M  S  W	Ergänzende Information speziell für Hochspannungs-Betriebsmittel Geprüft auf schädliche Wirkung durch den Eintritt von Wasser, wenn die beweglichen Teile des Betriebsmittels (z. B. der Rotor einer umlaufenden Maschine) in Betrieb sind  Geprüft auf schädliche Wirkungen durch den Eintritt von Wasser, wenn die beweglichen Teile des Betriebsmittels (z. B. der Rotor einer umlaufenden Maschine) im Stillstand sind  Geeignet zur Verwendung unter festgelegten Wetterbedingungen und ausgestattet mit zusätzlichen schützenden Maßnahmen oder Verfahren	–

Der zusätzliche Buchstabe gibt den Schutzgrad für Personen gegen den Zugang zu gefährlichen Teilen an. Zusätzliche Buchstaben werden nur verwendet

- wenn der tatsächliche Schutz gegen den Zugang zu gefährlichen Teilen höher ist als der durch die erste Kennziffer angegebene
- oder wenn nur der Schutz gegen den Zugang zu gefährlichen Teilen angegeben wird und die erste Kennziffer durch ein X ersetzt ist.

Solch ein höherer Schutz kann z. B. durch Abdeckungen, geeignete Form von Öffnungen oder Abstände innerhalb des Gehäuses erreicht werden. Ein Gehäuse darf nur mit einem durch den zusätzlichen Buchstaben angegebenen Schutzgrad bezeichnet werden, wenn das Gehäuse auch alle niedrigeren Schutzgrade erfüllt. Wo eine Kennziffer nicht angegeben werden muss, ist sie durch den Buchstaben „X“ zu ersetzen („XX“, falls beide Ziffern weggelassen sind). Zusätzliche Buchstaben und/oder ergänzende Buchstaben dürfen ersatzlos weggelassen werden.

Weitere Einzelheiten s. Norm.

## 19.1.6 Einheitliche Bauweisen, Grundlagen für elektronische Geräte

### Normen der Reihe DIN EN 60917

Der Trend zu stetig steigender funktioneller Integration und immer geringerem Volumen und Raumbedarf für elektronische Bauelemente und integrierte Schaltungen sowie die Einführung neuer Fertigungsverfahren, automatischer Fertigungs- und Prüfeinrichtungen und der Einsatz rechnergestützter Entwicklungssysteme (CAE) bieten den Anwendern beträchtliche technische und wirtschaftliche Vorteile.

Um beim Einsatz neu entwickelter Bauelemente, Fertigungsverfahren und CAE-Systeme sicherzustellen, dass diese Vorteile während der Planung, Konstruktion, Fertigung und Prüfung voll ausgeschöpft werden können, müssen die Bauweisen die folgenden Anforderungen (s. auch IEC Guide 103) erfüllen:

- a) Anordnung der Produkte mit möglichst geringem Flächen- und Raumverlust;
- b) Maßliche Austauschbarkeit der Produkte, z. B. in Bezug auf Außenmaße, Einbaumaße (Befestigungslöcher, Ausschnitte usw.);
- c) Maßliche Kompatibilität und Festlegung der Schnittstellenmaße von Produkten, die:
  - mit anderen Produkten, beispielsweise Messgeräten, Gestellen, Platten und Schränken usw., kombiniert werden;
  - in Gebäuden verwendet werden, die nach einem Modulsystem, z. B. Stützenabstand, Raumhöhe, Türhöhe usw., gebaut worden sind.

Ein Hindernis liegt darin, dass zwei Maßsysteme (Zoll – Meter) verwendet werden, die nicht kompatibel sind. Der Einsatz einer Schnittstelle zwischen beiden Maßsystemen ist ein Weg zur Umgehung dieses Hindernisses. Ziel muss es jedoch sein, nur ein Maßsystem unter Verwendung der SI-Einheiten anzuwenden.

Die in der **Normenreihe DIN EN 60917** erstellten Normen für Bauweisen sind nach folgender Struktur aufgebaut.

#### Fachgrundnorm

Die Fachgrundnorm ist die Basisnorm für alle neuen Bauweisen.

#### Strukturnormen

Die Strukturnormen beschreiben die einzelnen Bauweisen innerhalb des Anwendungsbereichs der Fachgrundnorm. In der Strukturnorm sind die (aus der Fachgrundnorm ausgewählten) Koordinationsmaße als Normmaße, z. B. für Höhe, Breite, Tiefe usw., anzugeben. Es darf mehr als eine Strukturnorm geben, basierend auf verschiedenen Einbauteilungen.

#### Maßnormen

Die Maßnormen enthalten die Festlegungen für Einheiten oder Untereinheiten einer in der betreffenden Strukturnorm beschriebenen Bauweise. Die Einheiten dürfen Schränke, Gestelle, Baugruppenträger, Einschübe, Rückplatten, Frontplatten und steckbare Baugruppen usw. und die festlegbaren Einheiten können Maße, Toleranzen, Anforderungen usw. sein, unter der Vorgabe, dass die mechanische Kompatibilität gewahrt bleibt.

### DIN EN 60917-1 Modulordnung für die Entwicklung von Bauweisen für elektronische Einrichtungen – Teil 1: Fachgrundnorm (Mrz 2001)

Die Modulordnung gilt für die wichtigsten strukturellen Maße elektronischer Einrichtungen zum Einbau in unterschiedliche Anlagen, bei denen maßliche Schnittstellen zu berücksichtigen sind.

Die Norm bezieht sich auf die grundlegenden Konstruktionsparameter und dient nicht zur Festlegung von Fertigungstoleranzen oder -abständen.

Darüber hinaus werden auch Informationen über Schnittstellen zu anderen technischen Bereichen, über technologische Aspekte sowie über fortschrittliche konstruktive Aspekte gegeben.

Diese Norm beinhaltet Standardbegriffe für Teile und Zubehör von Bauweisen für elektronische Einrichtungen.

Sie enthält Definitionen einer Modulordnung für Bauweisen von elektronischen Einrichtungen sowie die Erreichung maßlicher Kompatibilität an den mechanischen Schnittstellen zu benachbarten technischen Einrichtungen, beispielsweise Leiterplatten, Bauelementen, Messgeräten, Möbeln, Räumen, Gebäuden usw.

Außerdem dient sie zur Unterstützung bei der Einführung und Anwendung der Modulordnung, wobei zu berücksichtigen ist, dass:

- die Kompatibilität der Schnittstellenmaße auf elektronischem Gebiet auf der Basis der SI-Einheit Meter angestrebt wird;
- technische und wirtschaftliche Vorteile erzielt werden können, wenn die Bestimmungen angewandt werden.

### Wichtige Begriffe

**Bauweise.** Mechanische Struktur für den Einbau und die Befestigung elektronischer und elektrisch-mechanischer Systeme. Die Kompatibilität zwischen mechanischen Teilen, elektrischen Verbindungen und elektronischen Bauelementen wird durch sie sichergestellt.

**Modulordnung.** Vorschriftenwerk, das ein Verhältnis zwischen den Koordinationsmaßen und dem Grundmodul, den Multimodulen sowie den Einbauteilungen festlegt, die in den Bauweisen zu verwenden sind.

**Koordinationsmaß.** Bezugsmaß zur Koordinierung mechanischer Schnittstellen. Das Koordinationsmaß ist kein Fertigungsmaß mit einer Toleranz.

**Öffnungsmaß.** Öffnungsmaß ist ein spezielles Koordinationsmaß für den nutzbaren Raum zwischen den Einheiten (strukturellen Teilen).

**Grundmodul ( $p$ ).** Kleinster Abstand zwischen benachbarten Rasterlinien, die für die Bauweisen verwendet werden.

**Multimodul ( $Mp$ ).** Ganzzahliges Vielfaches des Grundmoduls.

**Einbauteilung ( $mp$ ).** Teilung, die zur Anordnung von Bauteilen oder Bauteilgruppen in einem gegebenen Raum verwendet wird.

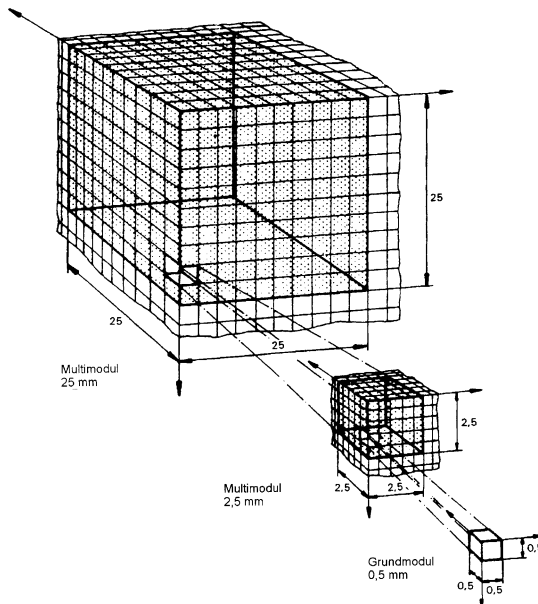
**Bezugsebene.** Maß- und toleranzfreie theoretische Ebene zur Teilung des Raumes.

**Raster.** Zweidimensionale oder dreidimensionale Teilungsanordnung, die entsprechend der Modulordnung, zur Koordinierung der Position verwendet wird.

**Modul.** Dreidimensionale Struktur bei der alle Seiten geradzahlige Vielfache der Teilung sind. Es kann auch als zweidimensionales Raster verwendet werden.

**Gestell- oder Schrankreihe.** Mehrere aneinander gereihete Gestelle oder Schränke.

Weitere Begriffe sind im Internationalen elektrotechnischen Wörterbuch IEC 60050-581 (s. Norm) festgelegt.



### Das modulare Raster

Der Zusammenhang zwischen dem Grundmodul und den Multimodulen ist in Bild 790.1 dargestellt, welches das dreidimensionale modulare Raster für Bauweisen zeigt.

### Grundmodul und Multimodul

**Grundmodul:** Es ist ein Wert von 0,5 mm zu verwenden, der nicht weiter unterteilt werden darf.

**Multimodul:** Für die Ermittlung der Koordinationsmaße wurden in Bild 790.1 die Werte 2,5 mm und 25 mm verwendet. Andere Werte sind nach den Regeln der Modulordnung zulässig, z. B. 2,0 mm und 20 mm (Hinweis: In DIN EN 60097 wird ein Wert von 0,5 mm verwendet.)

Bild 790.1 Modulares Raster

### Koordinationsmaße

Um die Vielfalt der Maße einzuschränken, die sich dem Vielfachen von Modul und Multimodul ergeben können, und um die Verträglichkeit mit Modulordnungen benachbarter technischer Bereiche sicherzustellen, sind die Koordinationsmaße nach Tab. 791.1 bevorzugt zu verwenden.

Tabelle 791.1 Koordinationsmaße

Grundmodul $p = 0,5 \text{ mm}$	Koordinationsmaße $C_i$ mm $C_i = p \times F$		Faktor $F$
	Multimodul		
	$p = 2,5 \text{ mm}$	$p = 25 \text{ mm}$	
40,0	200	2000	80
36,0	180	1800	72
32,0	160	1600	64
30,0	150	1500	60
25,0	125	–	50
24,0	120	1200	48
20,0	100	1000	40
16,0	80,0	800	32
15,0	75,0	–	30
12,5	–	–	25
12,0	60,0	600	24
10,0	50,0	500	20
8,0	40,0	400	16
7,5	–	–	15
6,0	30,0	300	12
5,0	25,0	250	10
4,0	20,0	200	8
3,0	15,0	150	6
2,5	12,5	125	5
2,0	10,0	100	4
1,5	7,5	75	3
1,0	5,0	50	2
0,5	2,5	25	1

Anmerkung: Die Reihe  $C_i = 25 \times F$  könnte erforderlichenfalls nach oben fortgesetzt werden, z. B. 2200 mm, 2400 mm.

Die Koordinationsmaße von Baugruppen und Baugruppenträgern der metrischen Bauweise sind so festgelegt worden, dass auch bestehende 19-Zoll-Baugruppen oder -Baugruppenträger mit einfachen Adaptionsteilen in der metrischen Bauweise wieder verwendet werden können.

### DIN EN 60917-2 Modulordnung für die Entwicklung von Bauweisen für elektronische Einrichtungen – Teil 2: Strukturnorm (Sep 1994)

Dieser Teil der Normenreihe ist eine Strukturnorm für die 25-mm-Bauweise, die die maßliche Kompatibilität der mechanischen Schnittstellen mit den zugehörigen technischen Anwendungen, z. B. Baugruppen, Leiterplatten, Bauelementen, Armaturen, Möbeln, Räumen, Gebäuden usw. sicherstellt.

Er legt die Koordinationsmaße und Teilungen für Schränke, Gestelle, Baugruppenträger und Einschübe jeder Art, die für elektronische Einrichtungen, z. B. Industrieelektronik, Informationstechnik, Messtechnik, Steuerungs- und Regelungstechnik sowie in der Kommunikationstechnik verwendet werden, fest.

**DIN EN 60917-2-1 Modulordnung für die Entwicklung von Bauweisen für elektronische Einrichtungen – Teil 2: Strukturnorm – Schnittstellen – Koordinationsmaße für 25-mm-Bauweise – Hauptabschnitt 1: Maßnorm – Maße für Schränke und Gestelle (Okt 1995)**

In dieser Norm sind Maße festgelegt, die die mechanische Austauschbarkeit von Schränken und Gestellen sowie der Baugruppenträgerbefestigungen sicherstellen. Schränke und Gestelle können aneinander gereiht werden, um größere Funktionseinheiten zu erstellen.

**DIN EN 60917-2-2 Modulordnung für die Entwicklung von Bauweisen für elektronische Einrichtungen – Teil 2: Strukturnorm – Schnittstellen – Koordinationsmaße für 25-mm-Bauweise – Hauptabschnitt 2: Maßnorm – Maße für Baugruppenträger, Einschübe, Rückplatten, Frontplatten und steckbare Baugruppen (Jun 1996)**

Baugruppen werden in Baugruppenträger eingeschoben und dienen zur Aufnahme von elektrischen, elektronischen und mechanischen Bauelementen. Die elektrische Verbindung zwischen Baugruppen und Baugruppenträgern wird durch Steckverbinder hergestellt.

In dieser Norm sind Maße festgelegt, die die mechanische Austauschbarkeit von Baugruppenträgern, Einschüben, Rückplatten, Frontplatten und steckbaren Baugruppen sicherstellen.

## 19.2 Allgemeine Normteile der Elektrotechnik

**DIN EN 60999 (VDE 0609-1) Verbindungsmaterial – Elektrische Kupferleiter – Sicherheitsanforderungen – Teil 1: Allgemeine Anforderungen und besondere Anforderungen für Klemmstellen für Leiter von 0,2 mm bis einschließlich 35 mm (Dez 2000)**

Die Norm gilt für Schraubklemmstellen und schraubenlose Klemmstellen für Verbindungsmaterial – entweder als Einzelteile oder als Gerätebestandteile für den Anschluss elektrischer Kupferleiter, starr (ein- oder mehrdrähtig) und/oder flexibel mit einem Querschnitt von 0,2 mm<sup>2</sup> bis einschließlich 35 mm<sup>2</sup>. Schraubklemmen dienen dem Anschließen und nachfolgendem Lösen eines Leiters oder dem Verbinden und nachfolgendem Trennen von zwei oder mehr Leitern, wobei der Anschluss direkt oder indirekt mittels beliebiger Schrauben oder Muttern hergestellt wird. Schraubenlose Klemmen dienen ebenfalls zum lösbaren Anschließen elektrischer Leiter an elektrische Betriebsmittel oder zum lösbaren Verbinden elektrischer Leiter untereinander. Die Leiter werden z. B. durch Federn, Keile, Exzenter oder Kegel mittelbar oder unmittelbar geklemmt. Die Klemmen brauchen nicht Strom führend zu sein.

Die Norm enthält Anforderungen an die mechanische Festigkeit sowie an die elektrische und thermische Beanspruchbarkeit der Klemmen. Beispiele für die Zugbeanspruchung s. Tab. 792.1.

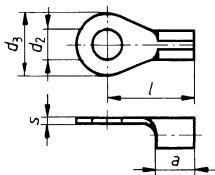
Tabelle 792.1 Klemmen, Zugbeanspruchung

Leiterquerschnitt in mm <sup>2</sup>	1	1,5	2,5	4	6	10	16
Zugkraft in N	35	40	50	60	80	90	100

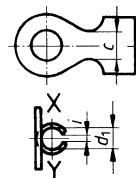
Weitere Einzelheiten über Prüfungen s. Norm.

**DIN 46211 Gestanzte Kabelschuhe für Kupferleiter (Mrz 1965)**

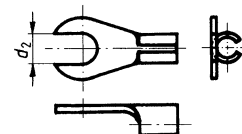
**Form A** gerade, mit Loch



**Abwicklung für A**



**Form C** gerade, mit Schlitz (nur für Anschlussbolzen-Ø ≤ 6 mm)



Abwicklung für C sinngemäß wie für Form A

Bild 792.2

Y–X (s. Form A): Messebene für  $d_1$ ; Zylinderform muss bis  $\geq 240^\circ$  des inneren Umfangs gewahrt sein.

Maß  $l$ , s. nachstehend unter Nenngrößen.

Die Angaben unter \*) zu Bild 794.2 bezüglich der Auflagefläche für Krallenkabelschuhe DIN 46225 gelten hier sinngemäß. Das Maß  $r$  (s. Form A und B DIN 46225) beträgt 4 für  $d_2 = 2,8$  und 4,5 für  $d_2 = 3,7$ , und für die übrigen Größen ist es in Tab. 794.1 angegeben.

Eine Abkröpfung der Hülse  $< 0,5$  mm ist zulässig.

Tabelle 793.1 Hülse, Blechdicke und zugeordnete Leiterdurchmesser

$d_2^{1)}$	$a$	cj13	$i^{1)}$	$s$	Leiterdurchmesser	
					>	bis
1,4 <sup>2)</sup> 2,3 <sup>4)</sup>	3,5 6	3,2 (2) <sup>3)</sup> 5,5 (4,2)	0,1 0,3	0,5 0,8	– 1,4	1,4 2,3
3,4 4,3 5,4	8 10 11,5	6 8 10,5	0,4 0,6 0,8	1 1,2 1,5	2,3 3,4 4,3	3,4 4,3 5,4
6,8 8,2 9,5	13,5 16 19	12,5 15 17	0,8 1,2 1,4	1,8 2 2,5	5,4 6,8 8	6,8 8 9,3
11,2 13,5 15	24 29	19 19	1,6 1,8	3 3,5 4	9,3 11 13,2	11 13,2 14,7

<sup>1)</sup> Toleranzklassen für  $d_1$ : H 14; für  $i \leq 0,6$  sowie 0,8 bei  $d_1 = 5,4$ : H 15, im Übrigen: H 16

<sup>2)</sup> Wert in ( ) für Nenngröße  $2,6 \times 1,4$

<sup>3)</sup> Jedoch 3 für Nenngröße  $3 \times 1,4$

<sup>4)</sup> Wert in ( ) für Nenngröße  $3,5 \times 2,3$

Leiterquerschnitte s. Norm (u. a. nach DIN VDE 0295 (VDE 0295), DIN 72551)

Tabelle 793.2 Anschlussbolzen-Durchmesser und Lappen

Anschlussbolzen-Durchmesser	2,6	3	3,5	4	5	6	8	10
$d_2$ H 13	2,8	3,2	3,7	4,3	5,3	6,5	8,4	10,5
$d_3$ j 13	5,5	6	7	8	10	11 (13) <sup>1)</sup>	15 (17) <sup>2)</sup>	19 (21) <sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> Wert in ( ) für Nenngröße  $6 \times 6,8$

<sup>2)</sup> für  $8 \times 9,5$

<sup>3)</sup> für  $10 \times 11,2$   $10 \times 13,5$   $10 \times 15$

Kabelschuhe für Anschlussbolzen-Durchmesser 12 und 16 s. Norm.

**Nenngrößen** = Anschlussbolzen-Durchmesser (s. Tab. 793.2)  $\times$  Hülsen-Innendurchmesser  $d_1$  (s. Tab. 793.1); zugeordnetes Maß  $l$  jeweils in ( ):

$2,6 \times 1,4$  (9,5)  $3 \times 1,4$  (10)  $3,5 \times 2,3$  (12)  $4 \times 1,4$  (11,5)  $\times 2,3$  (14,5)  $\times 3,4$  (16)  $5 \times 1,4$  (13)  $\times 2,3$  (16)  $\times 3,4$  (18)  $\times 4,3$  (19)  $6 \times 2,3$  (17)  $\times 3,4$  (19)  $\times 4,3$  (21)  $\times 5,4$  (24)  $\times 6,8$  (27)  $8 \times 2,3$  (20)  $\times 3,4$  (23)  $\times 4,3$  (24)  $\times 5,4$  (27)  $\times 6,8$  (30)  $\times 8,2$  (33)  $\times 9,5$  (36)  $10 \times 3,4$  (24)  $\times 4,3$  (26)  $\times 5,4$  (29)  $\times 6,8$  (32)  $\times 8,2$  (35)  $\times 9,5$  (38)  $\times 11,2$  (44)  $\times 13,5$  (44)  $\times 15$  (50)

Werkstoff  $d_1 \leq 3,4$ : CuZn37F30 (Ms63F30)  $\geq 4,3$ : E-Cu F20

Ausführung: vorvernickelt (Schichtdicke  $\approx 1 \mu\text{m}$ ) und feuerverzinkt mit LSn60Pb

**Bezeichnungsbeispiel** (Formbuchstabe, Nenngröße): **Kabelschuh DIN 46211-A6  $\times$  5,4**

Kennzeichnung s. Norm.

**DIN 46225 Gestanzte Krallenkabelschuhe für isolierte Leitungen mit Isolierumfassung (Dez 1976)**

Krallenkabelschuhe werden auch für elektrische Anlagen in Kraftfahrzeugen verwendet.



Tabelle 794.1 Maße für Kabelschuhe

Form	Nenngröße Anschlussbolzen- Durchmesser	Leiter- nenn- quer- schnitt	$d_1$	$d_2$	$d_3$	$d_4$	$a_1$	$a_2$	$b_1$	$b_2$	$c$	$h_1$	$h_2$	$l$	$r$	$s$	Leiter- nenn- quer- schnitts- bereich mm <sup>2</sup>
			H 13	h 13						$+0,2$ 0	$+0,2$ 0	min.	$+0,2$ 0	$+0,2$ 0	max.	min.	
A und B	3-1	1,6	3,2	8	2,2	9	3	3,2	4,5	4	3,4	4,8	18,3	4,5	0,6	von 0,5 bis 1	
	4-1		4,3	8									18,3	6,5			
	5-1		5,3	9,5									17,5	6,5			
	6-1		6,5	12									22	7,5			
A	8-1	8,4	14	21	10												
	10-1	10,5	18,5	24	12												
A und B	3-2,5	2,3	3,2	8	3,5	9	3	4	5,5	5	4,8	5,5	18,3	4,5	0,6	über 1 bis 2,5	
	4-2,5		4,3	8									18,3	6,5			
	5-2,5		5,3	9,5									17,5	6,5			
	6-2,5		6,5	12									22	7,5			
A	8-2,5	8,4	14	21	10												
	10-2,5	10,5	18,5	24	12												
	12-2,5	13	18,5	24	13												
A und B	4-6	3,6	4,3	8	4,8	11	4	5,5	7,2	7,5	5,8	8,2	21,3	6,5	0,8	über 2,5 bis 6	
	5-6		5,3	9,5									20,5	6,5			
	6-6		6,5	12									25	7,5			
A	8-6	8,4	14	24	10												
	10-6	10,5	18,5	27	12												
	12-6	13	18,5	27	13												

Grenzabmaße s. Norm

**Form A**

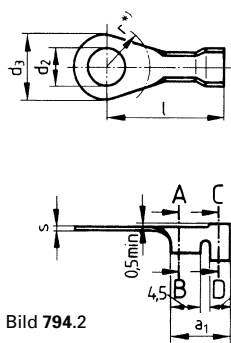
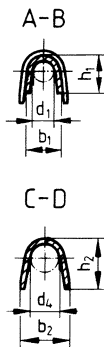
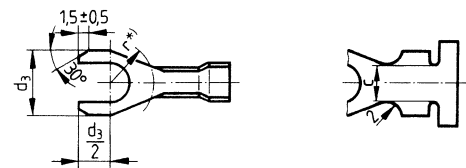


Bild 794.2



**Form B mit Schlitz**

(nur für Anschlussbolzendurchmesser ≤ 6 mm)



übrige Maße u. Angaben wie Form A

\*) Die Auflagefläche muss innerhalb des durch r festgelegten Bereiches eben sein. (Dieser Bereich muss auch bei Kabelschuhen mit angequerschnittener Leitung frei von vorstehenden Drahtenden bleiben.)

Werkstoff: CuZn37F30 nach DIN 17670-1  
CuZn30F43 nach DIN 17670-1 } nach Wahl des Herstellers.

**Anwendungsbeispiel**

**Bezeichnungsbeispiel** Form A, Nenngröße 5-2,5:

**Kabelschuh DIN 46225-A5-2,5**

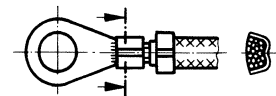


Bild 794.3

Für Mengenanfertigung können die Kabelschuhe in Bandform geliefert und maschinell an die Leitungen angeschlagen werden (s. Norm).

## 19.3 Drehende elektrische Maschinen

### DIN EN 60034-1 (VDE 0530-1) Drehende elektrische Maschinen – Teil 1: Bemessung und Betriebsverhalten (Apr 2005)

Diese Norm gilt grundsätzlich für alle drehenden elektrischen Maschinen. Ausgenommen sind solche, die in anderen Normen behandelt werden (z. B. DIN EN 60349 (VDE 0115)).

Die Norm definiert Begriffe und legt u. a. Anforderungen fest hinsichtlich:

- des Betriebes,
- der Bemessung, abhängig von der Betriebsart und den Bedingungen am Einsatzort,
- des thermischen Verhaltens.

Zudem definiert sie EMV-Anforderungen für drehende elektrische Maschinen, deren Bemessungsspannung AC 1000 V oder DC 1500 V nicht überschreitet und die in Industrieanlagen verwendet werden. Für generelle Sicherheitsfragen wird in der Norm zudem auf Internationale Normen für die elektrische Ausrüstung von Maschinen sowie Geräte für den Hausgebrauch und ähnliche Zwecke verwiesen.

### DIN EN 60034-7 (VDE 0530-7) Drehende elektrische Maschinen – Teil 7: Klassifizierung der Bauarten, der Aufstellungsarten und der Klemmkastenlage (IM-Code) (Dez 2001)

Diese Norm legt Kurzzeichen für Bauformen und die Aufstellung fest, die zur leichteren Verständigung zwischen Hersteller und Abnehmer dienen. Sie enthält zwei Codes und zwar

- Code I, der die Mehrzahl aller drehenden elektrischen Maschinen umfasst und
- Code II, der die denkbaren Möglichkeiten dieser Maschinen enthält.

Die Maschinen, die nicht im Code I oder Code II enthalten sind, sollen durch Klartext beschrieben werden.

#### Code I

Der Code I ist bevorzugt anzuwenden. Er betrifft nur drehende elektrische Maschinen mit Lagerschild-Lager(n) und nur einem Wellenende.

Das Kurzzeichen besteht aus den Buchstaben IM (International Mounting) und den in Tab. 795.1 und 796.1 angegebenen Buchstaben und Zahlen. Tab. 795.1 gilt für drehende elektrische Maschinen mit horizontalen Wellen (IM B...), Tab. 796.1 für drehende elektrische Maschinen mit vertikalen Wellen (IM V...).

#### Code II

Der Code II ist umfassender und kann auf nahezu alle drehenden elektrischen Maschinen angewandt werden.

Die Bauform und die Art der Aufstellung von drehenden elektrischen Maschinen werden mit den Buchstaben IM gefolgt von vier Ziffern bezeichnet. Die ersten drei Ziffern bezeichnen Merkmale der Konstruktion, die vierte Ziffer bezeichnet die Art des Wellenendes.

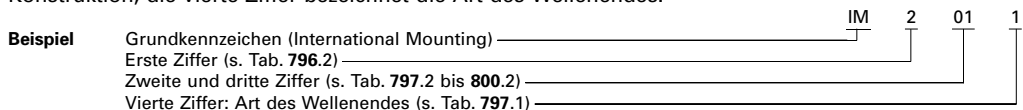
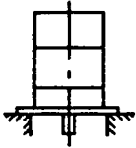
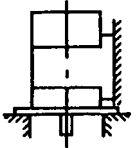
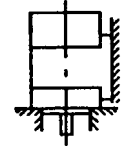


Tabelle 795.1 Bezeichnung von Maschinen mit horizontalen Wellen (IM B...) (Auszug)

Bezeichnung	Skizze	Anzahl der Schildlager	FüÙe	Bauform		Aufstellung (horizontale Welle)
				Flansch	Andere Details	
IM B3		2	mit FüÙen	–	–	FüÙaufstellung, FüÙe unten
IM B5		2	–	mit Flansch	Flanschlagerschild auf Antriebseite, mit Zugang von Gehäuseseite	Flanschbau auf Antriebseite des Flansches

Die Norm enthält die folgenden weiteren Bauformen: IM B6, IM B7, IM B8, IM B9, IM B10, IM B14, IM B15, IM B20, IM B25, IM B30, IM B34 und IM B35.

Tabelle 796.1 Bezeichnung von Maschinen mit vertikalen Wellen (IM V...)

Bezeichnung	Skizze	Bauform				Aufstellung (vertikale Welle)
		Anzahl der Schildlager	Füße	Flansch	Andere Details	
IM V1		2	–	mit Flansch	Flanschlagerschild auf Antriebseite, mit Zugang von Gehäuseseite	Flanschanbau auf Antriebseite des Flansches, Antriebseite unten
IM V15		2	mit Füßen	mit Flansch	Flanschlagerschild auf Antriebseite, mit zugänglicher Rückseite	Fußanbau mit zusätzlichem Flanschanbau auf Antriebseite. Antriebseite nach unten
IM V17		2	mit Füßen	mit Flansch	Lagerschildzentrierung, Rückseite nicht zugänglich, Flansch auf Antriebseite	Fußanbau mit zusätzlichem Flanschanbau auf Antriebseite. Antriebseite nach unten

Die Norm enthält die folgenden weiteren Bauformen: IM V2, IM V3, IM V4, IM V5, IM V6, IM V8, IM V9, IM V10, IM V14, IM V16, IM V18, IM V19, IM V30, IM V31, IM V35, IM V37.

Tabelle 796.2 Bedeutung der ersten Ziffer

Erste Ziffer	Bedeutung	Zugehörige Tabelle für die zweite Ziffer
0	Nicht bestimmt	–
1	Maschinen für Fußanbau, nur mit Schildlager(n)	797.2
2	Maschinen für Fuß- und Flanschanbau, nur mit Schildlager(n)	798.1
3	Maschinen für Flanschanbau, nur mit Schildlager(n), mit Flansch als Teil des Lagerschildes	798.2
4	Maschinen für Flanschanbau, nur mit Schildlager(n), mit Flansch nicht als Teil des Lagerschildes, sondern als Teil des Gehäuses oder eines anderen Bauteils	799.1
5	Maschinen ohne Lager	799.2
6	Maschinen mit Schildlager(n) und Stehlager(n)	800.1
7	Maschinen nur mit Stehlager(n)	800.2
8	Vertikale Maschinen, deren Bauart nicht durch die ersten Ziffern 1 bis 4 abgedeckt ist	801.1
9	Maschinen mit besonderer Aufstellung	801.2

Tabelle 797.1 Bedeutung der vierten Ziffer

Vierte Ziffer	Bedeutung
0	Kein Wellenende
1	Ein zylindrisches Wellenende
2	Zwei zylindrische Wellenenden
3	Ein konisches Wellenende
4	Zwei konische Wellenenden
5	Ein Flanschwellenende
6	Zwei Flanschwellenenden
7	Flanschwellenende auf Antriebseite und zylindrisches Wellenende auf Nichtantriebseite
8	(Nicht bestimmt)
9	Andere Ausführungen

Tabelle 797.2 Bedeutung der zweiten und dritten Ziffer für die erste Ziffer 1 (Auszug) – Maschinen für Fußanbau, nur mit Schildlager(n)

Maschinenbauart		zweite Ziffer	Bezeichnung und Skizze								
			dritte Ziffer								
			0 horizontale Welle, Füße unten	1 Antriebseite unten	2	3 Antriebseite oben	4	5 Antriebseite links, Füße hinten	6 Antriebseite rechts, Füße hinten	7 horizontale Welle, Füße oben	8
Anzahl der Lager	Füße (Getriebe)										
2	normale Füße, (kein Getriebe)	0	IM 1001 	IM 1011 	1) IM 1031 	2) IM 1051 	IM 1061 	IM 1071 	3) 8	4) 9	
2	hochgezogene Füße (kein Getriebe)	1	IM 1101 								

1) Einsetzbar für Betrieb entsprechend den dritten Ziffern 0 und 1.

2) Einsetzbar für Betrieb entsprechend den dritten Ziffern 0, 1 und 3.

3) Einsetzbar für Betrieb entsprechend den dritten Ziffern 0, 1, 3, 5, 6 und 7.

4) Neigung der Welle nicht definiert, jedoch anders als nach den dritten Ziffern 0 bis 8

Die Norm enthält die weiteren Bauformen: IM 1201, IM 1211, IM 1231, IM 1251, IM 1261, IM 1271, IM 1301, IM 1601, IM 1611, IM 1631, IM 1651, IM 1661, IM 1671, IM 1701, IM 1711, IM 1731, IM 1751, IM 1761, IM 1771.

Tabelle 798.1 Bedeutung der zweiten und dritten Ziffer für die erste Ziffer 2 (Auszug) – Maschinen für Fuß- und Flanschbau, nur mit Schildlager(n)

Maschinenbauart		zweite Ziffer	Bezeichnung und Skizze									
			dritte Ziffer									
FüÙe	Anzahl der Flansche und Zugang		0 horizontale Welle, FüÙe unten	1 Antriebsseite unten	2	3 Antriebsseite oben	4	5 Antriebsseite links, FüÙe hinten	6 Antriebsseite rechts, FüÙe hinten	7 horizontale Welle, FüÙe oben	8	9
normale FüÙe	1 Flansch, Zugang von Gehäuseseite	0	IM 2001 	IM 2011 	1) IM 2031 	2) IM 2051 	IM 2061 	IM 2071 	3) 4)			
normale FüÙe	1 Flansch, kein Zugang von Gehäuseseite	1	IM 2101 	IM 2111 	IM 2131 	IM 2151 	IM 2161 	IM 2171 				

1) Einsetzbar für Betrieb entsprechend den dritten Ziffern 0 und 1.

2) Einsetzbar für Betrieb entsprechend den dritten Ziffern 0, 1 und 3.

3) Einsetzbar für Betrieb entsprechend den dritten Ziffern 0, 1, 3, 5, 6 und 7.

4) Neigung der Welle nicht definiert, jedoch anders als nach den dritten Ziffern 0 bis 8.

Die Norm enthält die weiteren Bauformen: IM 2202, IM 2212, IM 2232, IM 2252, IM 2262, IM 2272, IM 2302, IM 2312, IM 2332, IM 2352, IM 2362, IM 2372, IM 2401.

Tabelle 798.2 Bedeutung der zweiten und dritten Ziffer für die erste Ziffer 3 (Auszug) – Maschinen für Flanschbau nur mit Schildlager(n), mit Flansch als Teil des Lagerschildes

Maschinenbauart				zweite Ziffer	Bezeichnung und Skizze							
					dritte Ziffer							
Anzahl der Lager	Flanschposition	Zugang von Gehäuseseite	Flanschfläche in Richtung		0 horizontale Welle	1 Antriebsseite unten	2	3 Antriebsseite oben	4	5 bis 8 (nicht bestimmt)	9	
2	Antriebsseite	ja	Antriebsseite	0	IM 3001 	IM 3011 	1) IM 3031 	2) 3)				
2	Antriebsseite	ja	Nichtantriebsseite	1	IM 3101 	IM 3111 	IM 3131 					

1) Einsetzbar für Betrieb entsprechend den dritten Ziffern 0 und 1.

2) Einsetzbar für Betrieb entsprechend den dritten Ziffern 0, 1 und 3.

3) Neigung der Welle nicht definiert, jedoch anders als nach den dritten Ziffern 0 bis 4.

Die Norm enthält die weiteren Bauformen: IM 3201, IM 3211, IM 3231, IM 3301, IM 3311, IM 3331, IM 3401, IM 3411, IM 3431, IM 3501, IM 3511, IM 3531, IM 3601, IM 3611, IM 3631, IM 3701, IM 3711, IM 3731, IM 3811.

Tabelle 799.1 Bedeutung der zweiten und dritten Ziffer für die erste Ziffer 4 (Auszug) – Maschinen für Flanschbau nur mit Schildlager(n), mit Flansch nicht als Teil des Lagerschildes, sondern als Teil des Gehäuses oder eines anderen Bauteils

Maschinenbauart				zweite Ziffer	Bezeichnung und Skizze						
Anzahl der Lager	Flanschposition	Zugang von Gehäuseseite	Flanschfläche in Richtung		dritte Ziffer						
					0 horizontale Welle	1 Antriebseite unten	2	3 Antriebseite oben	4	5 bis 8 (nicht bestimmt)	9
2	Antriebseite	ja	Antriebseite	0	IM 4001 	IM 4011 	1) IM 4031 	2)  	 	 	3)  
2	Antriebseite	ja	Nichtantriebseite	1	IM 4101 	IM 4111 	IM 4131 	 	 	 	 

1) Einsetzbar für Betrieb entsprechend den dritten Ziffern 0 und 1.

2) Einsetzbar für Betrieb entsprechend den dritten Ziffern 0, 1 und 3.

3) Neigung der Welle nicht definiert, jedoch anders als nach den dritten Ziffern 0 bis 4.

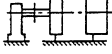
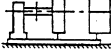
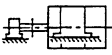
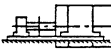
Die Norm enthält die weiteren Bauformen: IM 4201, IM 4211, IM 4231, IM 4301, IM 4311, IM 4331, IM 4401, IM 4411, IM 4431, IM 4501, IM 4511, IM 4531, IM 4601, IM 4611, IM 4631, IM 4701, IM 4711, IM 4731.

Tabelle 799.2 Bedeutung der zweiten und dritten Ziffer für die erste Ziffer 5 (Auszug) – Maschinen ohne Lager

Maschinenbauart		zweite Ziffer	Bezeichnung und Skizze		
Gehäuse	Aufstellung (Befestigungsart)		dritte Ziffer		
			0 (mit Läufer, mit Welle)	1 (mit Läufer, ohne Welle)	2 (nur Ständer)
ohne Gehäuse	nicht festgelegt	0	IM 5002 	IM 5010 	IM 5020 
mit Gehäuse	zylindrische Befestigung	1	IM 5102 	IM 5110 	IM 5120 

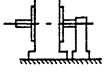
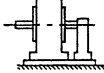
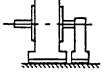
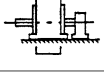
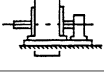
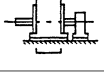
Die Norm enthält die weiteren Bauformen: IM 5202, IM 5210, IM 5220, IM 5402, IM 5410, IM 5240, IM 5502, IM 5510, IM 5520, IM 5602, IM 5610, IM 5620, IM 5702, IM 5710, IM 5720.

**Tabelle 800.1** Bedeutung der zweiten und dritten Ziffer für die erste Ziffer 6 (Auszug) – Maschinen mit Schildlagern und Stehlagern

Maschinenbauart			zweite Ziffer	Bezeichnung und Skizze	
FüÙe	Anzahl der Schildlager	Anzahl der Stehlager		dritte Ziffer	
			0 (ohne Grundplatte)	1 (mit Grundplatte)	
normale FüÙe	2	1 (Antriebseite)	0	IM 6000 	IM 6010 
hochgezogene FüÙe	2	1 (Antriebseite)	1	IM 6100 	IM 6110 










Die Norm enthält die weiteren Bauformen: IM 6201, IM 6211, IM 6301, IM 6311, IM 6600, IM 6610, IM 6700, IM 6710, IM 6811.

**Tabelle 800.2** Bedeutung der zweiten und dritten Ziffer für die erste Ziffer 7 (Auszug) – Maschinen nur mit Stehlagern

Maschinenbauart		zweite Ziffer	Bezeichnung und Skizze			
FüÙe	Anzahl der Stehlager		dritte Ziffer			
		0 (ohne Grundplatte, ohne Sohlplatte)	1 (mit Grundplatte)	2 (mit Sohlplatte)	3 (mit Grundplatte, mit Sohlplatte)	
normale FüÙe	1	0	IM 7001 	IM 7011 	IM 7021 	
hochgezogene FüÙe	1	1	IM 7101 	IM 7111 	IM 7121 	


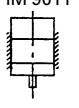




Die Norm enthält die weiteren Bauformen: IM 7201, IM 7211, IM 7221, IM 7301, IM 7311, IM 7321, IM 7400, IM 7410, IM 7420, IM 7430, IM 7500, IM 7510, IM 7520, IM 7530.

Tabelle 801.1 Bedeutung der zweiten und dritten Ziffer für die erste Ziffer 8 (Auszug) – Vertikale Maschinen, deren Bauart nicht durch die ersten Ziffern 1 bis 4 abgedeckt ist

Maschinenbauart			zweite Ziffer	Bezeichnung und Skizze				
Stützlageranordnung	Welle	Schwungrad		dritte Ziffer				
			0 (1 Führungslager unter dem Läufer)	1 (1 Führungslager über dem Läufer)	2 (2 Führungslager, eins über und eins unter dem Läufer)	3 (2 Führungslager unter dem Läufer)	4 (kein Führungslager)	
ohne Stützlager	mit Welle	ohne Schwungrad	0	 IM 8001	 IM 8011	 IM 8021	 IM 8031	 IM 8041
ohne Stützlager	ohne Welle	ohne Schwungrad	1	 IM 8100	 IM 8110	 IM 8120		 IM 8140

Die Norm enthält die weiteren Bauformen: IM 8201, IM 8211, IM 8221, IM 8231, IM 8300, IM 8310, IM 8320, IM 8411, IM 8421, IM 8510, IM 8621, IM 8721, IM 8820.

Tabelle 801.2 Bedeutung der zweiten und dritten Ziffer für die erste Ziffer 9 (Auszug) – Maschinen mit besonderer Aufstellung

Maschinenbauart		zweite Ziffer	Bezeichnung und Skizze						
Anzahl der Schildlager	Aufstellung (Befestigungsart) <sup>3)</sup>		dritte Ziffer						
		0 horizontale Welle	1 Antriebsseite unten	2	3 Antriebsseite oben	4	5 bis 8 (nicht bestimmt)	9	
2	mit zylindrischem Gehäuse für Einbau	0	 IM 9001	 IM 9011	<sup>1)</sup>	 IM 9031	<sup>2)</sup>		<sup>3)</sup>
1	an Gehäusestirnseite auf Antriebsseite	1	 IM 9101	 IM 9111		 IM 9131			

<sup>1)</sup> Einsetzbar für Betrieb entsprechend den dritten Ziffern 0 und 1.

<sup>2)</sup> Einsetzbar für Betrieb entsprechend den dritten Ziffern 0, 1 und 3.

<sup>3)</sup> Neigung der Welle nicht definiert, jedoch anders als nach den dritten Ziffern 0 bis 4.

Die Norm enthält die weiteren Bauformen: IM 9201, IM 9211, IM 9231, IM 9301, IM 9401, IM 9501.



## 19.4 Transformatoren

### DIN EN 60740-1 Kernbleche für Transformatoren und Drosseln – Teil 1: Mechanische und elektrische Eigenschaften (Feb 2006)

In dieser Norm werden Eigenschaften von Kernblechen verschiedener Formen mit ihren entsprechenden Toleranzen festgelegt, die aus verschiedenen Qualitäten weichmagnetischer Legierungen oder Stähle verschiedener Blechdicken hergestellt werden, ihre Kennzeichnung und Verpackung sowie ein Prüfverfahren zur Bestimmung der elektrischen Eigenschaften der Kerne aus diesen Kernblechen.

#### Wichtige Begriffe

##### Kernbleche

hergestellt aus einer magnetischen Legierung, die üblicherweise aus einem oder mehreren Teilen bestehen, die eine vollständige Schicht eines lamellierten Kerns bildet.

##### Füllfaktor

Verhalten des magnetischen Querschnittes zum Gesamtquerschnitt.

##### Werkstoffe

Kernbleche werden üblicherweise aus einem Werkstoff nach Tab. 802.1 hergestellt. Die Kernblechdicke muss für die gebräuchlichen Werkstoffe einem der Werte der Tab. 803.1 entsprechen.

##### Mindest-Füllfaktor

Der Mindest-Füllfaktor für gebräuchliche Werkstoffe und Kernblechdicken darf nicht kleiner sein als die Werte der Tab. 803.2. Die Werte gelten für gleichseitig geschichtete Kernblechstapel mit mindestens 10 mm Höhe, die einem gleichmäßigen Druck von 15 kN/m<sup>2</sup> senkrecht auf die Kernbleche ausgesetzt sind.

##### Bezeichnung der Kernbleche

Die Bezeichnung enthält alle Angaben, die nötig sind, um die Kernbleche ausreichend und unverwechselbar zu beschreiben.

Die Bezeichnung beginnt mit den Buchstaben „LAM“ für das Kernblech, gefolgt von der Nummer dieser Norm. Der nachfolgende Buchstaben „Y“ besagt, dass diese IEC-Bezeichnung von einer eventuell national verwendeten Bezeichnung abweicht. Die anschließende Buchstaben-Ziffer-Folge bezeichnet die Kernform und -größe. Der anschließende Buchstaben „H“ wird verwendet, wenn das Kernblech mit Löchern versehen ist. „X“ wird verwendet für Kernbleche ohne Löcher. Die abschließende Buchstabenkombination entspricht der Werkstoffsorte nach Tab. 802.1.

Tabelle 802.1 Bevorzugte magnetische Stähle und Legierungen für Kernbleche

Werkstoff	Ungefähre Zusammensetzung neben Eisen	Dichte kg/dm <sup>3</sup>	Bezeichnung	
			IEC 60404-1	IEC 60404-8-4 IEC 60404-8-7
Siliziumeisen nicht kornorientiert	1% bis 3% Silizium	7,65	C 21	M 270-35A 5 M 330-35 5 M 330-50A 5
		7,7		M 400-50A 5 M 530-50A 5
		7,8		M 800-50A 5
Siliziumeisen kornorientiert	3,2% Silizium	7,65	C 22	M 165-35S 5
Nickel-Eisen- Legierungen	72% bis 83% Nickel	8,7	E 1	–
	45% bis 50% Nickel (kornorientiert und nicht kornorientiert)	8,25	E 3	
	35% bis 40% Nickel	8,15	E 4	
Kobalt-Eisen- Legierungen	47% bis 50% Kobalt (isotrop)		F 1	

Tabelle 803.1 Werkstoffe und Kernblechdicken

Werkstoffsorte	Blechdicke mm						
	0,5	0,38	0,35	0,3	0,2	0,1	0,05
C 21	○	–	○	–	–	–	–
C 22	–	–	○	–	–	–	–
E 1	–	×	×	○	○	○	×
E 3 nicht kornorientiert	–	×	×	○	○	○	×
E 3 kornorientiert	–	–	–	–	–	○	×
E 4	–	×	×	○	○	○	×
F 1	–	–	×	○	○	○	×

Anmerkung: ○: Vorzugswerte, ×: gebräuchlich, –: nicht gebräuchlich

Tabelle 803.2 Kernblechdicke und Füllfaktor

Kernblechdicke mm	Mindest-Füllfaktor $\eta$		
	Siliziumeisen nicht kornorientiert C 21	Siliziumeisen kornorientiert C 22	Nickel-Eisen-Legierungen und Kobalt-Eisen-Legierungen E, F
0,5	0,95	–	–
0,35	0,94	0,95	0,94
0,30	–	–	0,92
0,20	–	–	0,9
0,10	0,9	0,9	0,85
0,05	–	0,88	0,8

**Beispiel:** LAM IEC 60740-1 YUI-50 H M530-50A 5

### DIN IEC 60740-2 Kernbleche für Transformatoren und Drosseln für nachrichtentechnische und elektronische Einrichtungen – Teil 2: Beschreibung der Mindestpermeabilität von Kernblechen aus weichmagnetischen metallischen Materialien (Aug 1995)

Dieser Teil legt die Anforderungen an die Mindestpermeabilität von Kernblechen aus Silizium-Eisen und Nickel-Eisen-Legierungen entsprechend der Legierungsklassen C2, E1, E3 und E4 fest. Die Anforderungen beziehen sich insbesondere auf die Kernbleche, wie sie in IEC 60740-1 festgelegt sind. Die festgelegten Eigenschaften beziehen sich auf Kernbleche im fertig wärmebehandelten Zustand, gemessen bei 50 Hz oder 60 Hz unter Bedingungen, die einen sinusförmigen Magnetfluss gewährleisten (s. auch Abschn. 8.4.1.2).

### DIN EN 61797-1 Transformatoren und Drosseln für nachrichtentechnische und elektronische Einrichtungen – Spulenkörperhauptmaße – Teil 1: Spulenkörper für laminierte Kerne (Mai 1997)

Die Norm legt die Hauptmaße von Spulenkörpern für Transformatoren und Drosseln fest, in die ein quadratisches Paket aus Kernblechen eingesetzt wird. Die Hauptmaße sind die Maße, die die Austauschbarkeit bezüglich der Kernabmessungen und Raumbedarfsmaße des kompletten Bauteils ermöglichen.

Im Einzelnen werden Maße von Spulenkörpern der Bauarten YE1, YEx2, YUI 1 und YM 1 für die Montage mit Fußwinkeln (Standardbauform mit und ohne Luftkanal) sowie für die Montage für Leiterplatten und Rasterplänen (liegende und senkrechte Bauform) festgelegt.

### DIN EN 61558-1 (VDE 0570-1) Sicherheit von Transformatoren, Netzgeräten und dergleichen – Teil 1: Allgemeine Anforderungen und Prüfungen (Jul 1998)

#### DIN EN 61558-2-1 (VDE 0570-2-1) – Teil 2-1: Besondere Anforderungen an Netztransformatoren für allgemeine Anwendungen (Jul 1998)

#### DIN EN 61558-2-2 (VDE 0570-2-2) – Teil 2-2: Besondere Anforderungen an Steuertransformatoren (Okt 1998)

DIN EN 61558-2-3 (VDE 0570-2-3)	– Teil 2-3: Besondere Anforderungen an Zündtransformatoren für Gas- und Ölbrenner (Sep 2000)
DIN EN 61558-2-4 (VDE 0570-2-4)	– Teil 2-4: Besondere Anforderungen an Trenntransformatoren für allgemeine Anwendungen (Jul 1998)
DIN EN 61558-2-5 (VDE 0570-2-5)	– Teil 2-5: Besondere Anforderungen an Rasiersteckdosen-Transformatoren und Rasiersteckdosen-Einheiten (Okt 1998)
DIN EN 61558-2-6 (VDE 0570-2-6)	– Teil 2-6: Besondere Anforderungen an Sicherheitstransformatoren für allgemeine Anwendungen (Jul 1998)
DIN EN 61558-2-7 (VDE 0570-2-7)	– Teil 2-7: Besondere Anforderungen an Transformatoren für Spielzeuge (Jul 1998)
DIN EN 61558-2-8 (VDE 0570-2-8)	– Teil 2-8: Besondere Anforderungen an Klingel- und Läutewerktransformatoren (Jun 1999)
DIN EN 61558-2-9 (VDE 0570-2-9)	– Teil 2-9: Besondere Anforderungen an Transformatoren für Handleuchten der Schutzklasse III für Wolframdrahtlampen (Jun 2003)
DIN EN 61558-2-13 (VDE 0570-2-13)	– Teil 2-13: Besondere Anforderungen an Spartransformatoren (Aug 2000)
DIN EN 61558-2-15 (VDE 0570-2-15)	– Teil 2-15: Besondere Anforderungen an Trenntransformatoren zur Versorgung medizinischer Räume (Nov 2001)
DIN EN 61558-2-17 (VDE 0570-2-17)	– Teil 2-17: Besondere Anforderungen an Transformatoren für Schaltnetzteile (Jul 1998)
DIN EN 61558-2-19 (VDE 0570-2-19)	– Teil 2-19: Besondere Anforderungen an Störminderungs-Transformatoren (Sep 2001)
DIN EN 61558-2-20 (VDE 0570-2-20)	– Teil 2-20: Besondere Anforderungen an Kleindrosseln (Apr 2001)
DIN EN 61558-2-23 (VDE 0570-2-23)	– Teil 2-23: Besondere Anforderungen an Transformatoren für Baustellen (Apr 2001)

Die Normenreihe behandelt alle Sicherheitsaspekte (wie elektrische, thermische und mechanische) von ortsfesten oder ortsveränderlichen, einphasigen oder mehrphasigen luftgekühlten (natürliche oder erzwungene Kühlung) Trenn- und Sicherheitstransformatoren, Netztransformatoren, Spartransformatoren, Stelltransformatoren und Kleindrosseln, unabhängig davon, ob sie in Geräte eingebaut sind oder nicht. Sie gilt für Transformatoren mit einer Bemessungs-Eingangsspannung von nicht mehr als 1000 V Wechselspannung und einer Bemessungsfrequenz nicht über 1 MHz. (Werte für die Bemessungsleistung und Bemessungsausgangsspannung je nach Transformatorart s. Norm.) Sie gilt ebenso für Trocken-Transformatoren mit gekapselten oder ungekapselten Wicklungen und Netzgeräte, die entsprechende Transformatoren beinhalten.

**Teil 1** der Normenreihe enthält eine Reihe von Begriffsbestimmungen und Festlegungen zu Klassifikationen, Aufschriften, Aufbau, Einzelteilen und Anschlüssen sowie Erwärmungs-, Kurzschluss- und Überlastschutz, Kriech- und Luftstrecken, mechanischer- und Spannungsfestigkeit, die im Allgemeinen für die meisten Transformatortypen anwendbar sind. Für die im Anwendungsbereich der Normenreihe liegenden Transformatorenarten sind je nach Notwendigkeit zusätzliche Anforderungen und Änderungen gegenüber Teil 1 in einem Teil 2 enthalten. Der jeweilige Teil 2 ergibt zusammen mit Teil 1 die jeweilige Produktnorm des Gerätes.

Zusätzlich zu den bisher veröffentlichten Teilen der Normenreihe sollen in weiteren Teilen besondere Anforderungen an

- Streufeldtransformatoren (Teil 2-11),
- Stelltransformatoren (Teil 2-14),
- Netzgeräte und dergleichen (Teil 2-16),
- Transformatoren für medizinische Elektrogeräte (Teil 2-18),
- Transformatoren mit speziellem Dielektrikum (Flüssigkeit, SF<sub>6</sub>) (Teil 2-21)

behandelt werden.

## 19.5 Gleichrichter und Leistungselektronik

### **DIN 41751 Stromrichter – Halbleiter-Stromrichtersätze und Stromrichtergeräte – Kühlarten (Mai 1977)**

Bei der Kühlung von Halbleiter-Stromrichtersätzen und Stromrichtergeräten wird zwischen zwei Kühlarten unterschieden: Der natürlichen Kühlung, das heißt, die Verlustwärme wird durch natürlichen Luftzug abgeführt, und der verstärkten Kühlung. Bei der verstärkten Kühlung wird Kühlluft durch einen Lüfter an die Halbleiter-Stromrichtersätze und Stromrichtergeräte herangeführt. Diese Norm enthält eine Übersicht der gebräuchlichen Kühlarten von Halbleiter-Stromrichtersätzen und Stromrichtergeräten und deren Kurzzeichen.

### **DIN EN 60146-1-1 (VDE 0558-11) Halbleiterstromrichter – Allgemeine Anforderungen und netzgeführte Stromrichter – Teil 1-1: Festlegung der Grundanforderungen (Jun 1998)**

Diese Norm legt Anforderungen an alle Stromrichter und elektronische Leistungsschalter fest, sofern sie gesteuerte und/oder nicht steuerbare elektronische Ventile verwenden.

Die elektronischen Ventile umfassen hauptsächlich Halbleiter-Ventilbauelemente, d. h. Gleichrichterioden und verschiedene Arten von Thyristoren und Transistoren. Ventilbauelemente, die nicht bistabil arbeiten, werden als Schalter angesehen.

Die Norm ist vorwiegend für netzgeführte Stromrichter (solche, die keine fremde Wechselspannungsquelle zum Kommutieren benötigen) zum Gleichrichten und Wechselrichten bestimmt. Sie legt insbesondere fest:

- grundlegende Begriffe und Anforderungen an die Bemessung und Leistungsfähigkeit,
- entsprechende Betriebsbedingungen als Grundlage zur Auslegung der Stromrichter,
- Prüfanforderungen,
- anwendungsspezifische Anforderungen.

Zusätzliche Anforderungen an Stromrichtertransformatoren, in denen diese sich von üblichen Leistungstransformatoren unterscheiden, sind in DIN EN 60146-1-3 (VDE 0558-8) (s. Norm) festgelegt.

### **DIN EN 62040-1-1 (VDE 0558-511) Unterbrechungsfreie Stromversorgungssysteme (USV) – Teil 1-1: Allgemeine Anforderungen und Sicherheitsanforderungen für USV außerhalb geschlossener Betriebsräume (Okt 2003)**

Unterbrechungsfreie Stromversorgungen (USV) nach dieser Norm haben in erster Linie die Aufgabe, eine beständige Wechselstromversorgung sicherzustellen. Eine USV kann darüber hinaus auch dazu dienen, die Qualität der Wechselstromversorgung zu verbessern, indem besondere spezifizierte Werte eingehalten werden.

Diese Norm gilt für bewegliche, ortsfeste, befestigte und einbaubare USV in Niederspannungs-Verteilungssystemen, soweit diese zur Aufstellung in Bereichen vorgesehen sind, zu denen der Benutzer Zugang hat. Es werden Anforderungen festgelegt, mit denen die Sicherheit von Benutzer und Laien, die mit dem Gerät in Kontakt kommen können, und, falls gesondert festgelegt, für das Servicepersonal sichergestellt wird.

Für USV in abgeschlossenen elektrischen Betriebsräumen (solche zu denen nur Elekt-rofachkräfte Zugang haben) gilt DIN EN 62040-1-2 (VDE 0558-512), s. Norm. EMV-Anforderungen sowohl für USV außerhalb als innerhalb abgeschlossener Betriebsräume werden in DIN EN 50091-2 (VDE 0558-520), s. Norm, festgelegt.

## 19.6 Schaltgeräte

### **DIN EN 50001 Niederspannungsschaltgeräte – Abmessungen, allgemeine Regeln (Apr 1973)**

Die Norm DIN EN 50001 war die erste von CENELEC erarbeitete Europäische Norm, sie gilt in allen europäischen Ländern, die Mitglieder von CENELEC sind, als nationale Norm (s. Abschn. 5).

Sie legt ein allgemeines System fest für die Anordnung und Bezeichnung der Abmessungen und unterscheidet dabei zwischen den Abmessungen des Gerätes und den Abmessungen des am Einbauort verfügbaren Raumes.

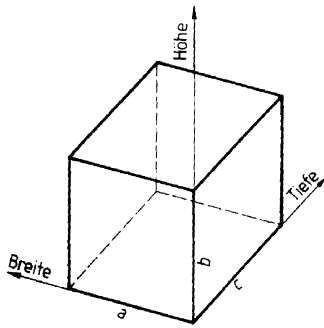


Bild 806.1 Festlegung der Koordinaten

Damit ist es möglich, die Austauschbarkeit verschiedener Geräte zu untersuchen, selbst wenn einzelne Abmessungen dieser Geräte unterschiedlich sind. Durch den Grundmodul 5 mm bzw. 2,5 mm werden die Möglichkeiten der Auswahl bestimmter Werte erheblich eingeschränkt. Die Auswahl einiger Vorzugswerte aus der Reihe der Modulwerte erleichtert das Erstellen von Normen über Aufbausysteme, die Geräte mit unterschiedlichen Abmessungen aufnehmen können.

Die Norm gilt allgemein für Niederspannungs-Schaltgeräte, z. B. Schütze nach IEC 60158-1, Lastschalter und Trenner, Leistungsschalter nach IEC 60157-1, Motorschalter nach IEC 60292-1 und IEC 60292-2, Hilfsstromschaltgeräte nach IEC 60337-1, Schaltrelais nach IEC 60255-1 und IEC 60255-2, Sicherungen nach DIN EN 60269-1 (VDE 0636-10) und DIN EN 60269-2 (VDE 0636-20), die in Kombinationen mit Schaltgeräten, elektrischen Ausrüstungen von Maschinen und industriellen Anlagen laufend verwendet werden. Gegenstand dieser Norm ist die Festlegung von Abmessungen einschließlich der Befestigungsmaße von Niederspannungs-Schaltgeräten.

Tabelle 806.2 Anordnung der Maße

	am Gerät	am Einbauort
Breite	$a$	$x$
Höhe	$b$	$y$
Tiefe	$c$	$z$

**Definitionen**

Für diese Norm gilt:

Die Buchstaben  $a$ ,  $b$  und  $c$  bezeichnen die Maße des Gerätes. Die Buchstaben  $x$ ,  $y$  und  $z$  bezeichnen die Maße des Einbauortes.

Ist für das Gerät nur eine Einbaulage zugelassen, dann gilt:  $a$  entspricht  $x$ ,  $b$  entspricht  $y$ ,  $c$  entspricht  $z$ .

Sind für das Gerät mehrere Einbaulagen zugelassen, dann ist  $b$  in Richtung des Leitungszuges zu legen.

**Modulsystem.** Die Festlegung von Normmaßen für Niederspannungs-Schaltgeräte, die in den Geltungsbereich dieser Norm fallen, erfolgt in den zugehörigen Blättern nach einem Modulsystem mit dem Grundmodul 5 mm bzw. für Geräte mit Abmessungen  $a$  und  $x$  kleiner als 40 mm mit dem Grundmodul 2,5 mm.

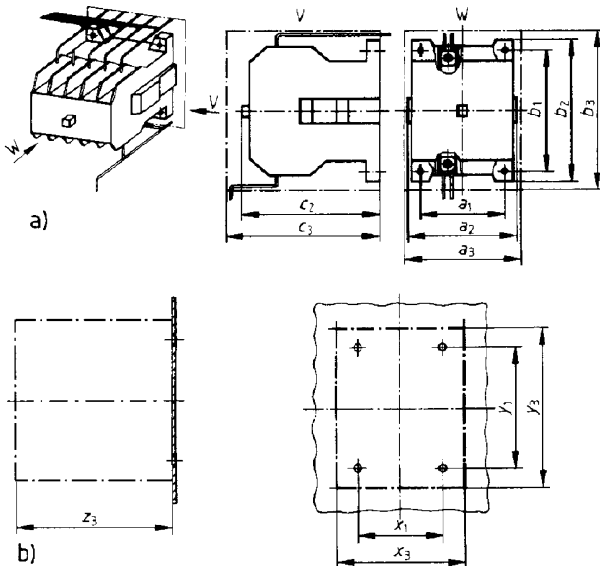


Bild 806.3 Bezeichnung der Maße

Anmerkungen s. nächste Seite

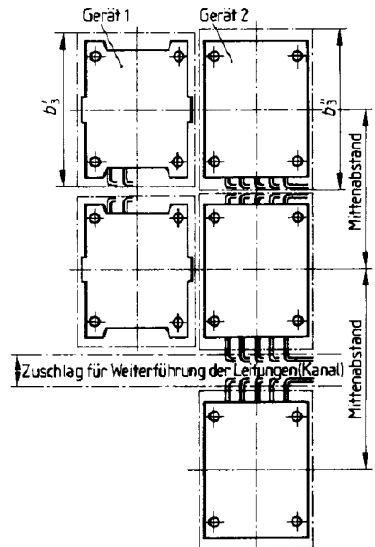


Bild 806.4 Modulsystem

**Bild 806.3** Anmerkungen

## a) am Gerät

- $a_1, b_1$  Mittenabstände der Befestigungslöcher,  $a_2, b_2, c_2$  Außenabmessungen, die das Gerät umhüllen,  $a_3, b_3, c_3$  Außenabmessungen des betriebsbereiten Gerätes  
Sie bezeichnen den Raum, der über die Außenabmessungen des Gerätes hinaus für den sachgerechten Anschluss der zugehörigen Leitungen des vom Hersteller angegebenen größten Querschnitts und der Leitungszuführung bei Befestigung eines Einzelgerätes mindestens erforderlich ist.
- $a_3$  und  $b_3$  geben die Seiten des Rechteckes an, das erforderlich ist zur Befestigung, Verdrahtung, Gebrauch, Wartung und Ausbau eines einzelnen Gerätes. Eingeschlossen sind in den Maßßen die Fertigungstoleranzen, die Kriech- und Luftstrecken sowie ein gegebenenfalls notwendiger Lichtbogenraum.

## b) am Einsatzort

- $x_1, y_1$  Mittenabstände der Befestigungslöcher,  $x_3, y_3, z_3$  Projektierungsmaße
- Sie müssen jeweils gleich oder größer sein als  $a_3, b_3, c_3$ . Sollen Geräte, deren Maße  $a_3, b_3, c_3$  unterschiedlich sind, wahlweise am gleichen Ort eingebaut werden können, dann müssen die Maße  $x_3, y_3, z_3$  sich jeweils nach dem größten Maß  $a_3, b_3, c_3$  richten.

*Anmerkung:* Je nach Aufbau und Umfang der Steuerung, der Verdrahtungsmethode, des Leitungsquerschnitts und der vorgesehene Leitungsführung ist vom Projektteur zur Festlegung des Gesamtflächenbedarfs einer Gruppe von Geräten zusätzlich zu dem aus einem oder mehreren Wertpaaren  $a_3 - b_3$  ermittelten Flächenbedarf  $x_3 - y_3$  noch ein ausreichender Zuschlag zu machen. Sollen die Luftstrecken vergrößert oder eine größere Bewegungsfreiheit für den Einbau und Bedienung erreicht werden, sind ebenfalls angemessene Zuschläge erforderlich.

### **DIN EN 60439-1 (VDE 0660-500) Niederspannungs-Schaltgerätekombinationen – Teil 1: Typgeprüfte und partiell typgeprüfte Kombinationen (Jan 2005)**

Diese Norm gilt für Niederspannungs-Schaltgerätekombinationen, als typgeprüfte Schaltgerätekombinationen und partiell typgeprüfte Schaltgerätekombinationen mit einer Bemessungsspannung von höchstens AC 1000 V, bei Frequenzen bis höchstens 1000 Hz oder DC 1500 V. Sie gilt auch für Schaltgerätekombinationen, die Betriebsmittel für Steuerungen und/oder Leistungsstromkreise enthalten, deren Frequenz höher liegt. In diesem Fall gelten entsprechende zusätzliche Anforderungen.

Die Norm gilt für ortsfeste oder ortsveränderbare Schaltgerätekombinationen mit oder ohne Umhüllung. Zusätzliche Anforderungen für bestimmte Ausführungen von Schaltgerätekombinationen sind in ergänzenden Normen festgelegt.

Sie umfasst Schaltgerätekombinationen zur Verwendung bei der Erzeugung, Übertragung, Verteilung und Umformung elektrischer Energie und für die Steuerung von Betriebsmitteln, die elektrische Energie verbrauchen.

Sie gilt auch für solche Schaltgerätekombinationen, die für den Einsatz unter besonderen Verwendungsbedingungen bestimmt sind, z. B. auf Schiffen, Schienenfahrzeugen, Hebezeugausrüstungen oder in explosionsfähiger Atmosphäre oder für den Gebrauch in Wohnhäusern (Bedienung durch Laien), unter der Voraussetzung, dass die für diese Zwecke geltenden zusätzlichen Anforderungen erfüllt sind.

Diese Norm gilt auch für Schaltgerätekombinationen, die für die elektrische Ausrüstung von Maschinen bestimmt sind. Es müssen jedoch, wo zutreffend, die zusätzlichen Anforderungen der Internationalen Norm für die Ausrüstung von Maschinen (IEC 60204-1) erfüllt werden.

Diese Norm gilt nicht für einzelne Betriebsmittel und für sich allein verwendbare Gruppen von Betriebsmitteln, wie z. B. Motorstarter, Sicherungslasttrenner, elektronische Baugruppen, für die gültige Normen bestehen.

Zweck dieser Norm ist es, Begriffe, Betriebs- und Umgebungsbedingungen, Bauanforderungen, technische Kenndaten und Prüfungen für Niederspannungs-Schaltgerätekombinationen festzulegen.

### **DIN 43660 Modulordnung für elektrische Schaltanlagen (Okt 1982)**

Diese Norm gilt vorzugsweise für die Anordnung von Geräten bzw. Bauteilen in elektrischen Schaltanlagen in Gerüst-, Tafel-, Gehäuse- (Schränke, Pulte), Platten- und Rahmenbauweisen.

Der Modulordnung dieser Norm liegt das System I aus dem IEC-Guide 103 „Guide on dimensional coordination“ zugrunde. Ferner sind die in DIN 30798-1 bis DIN 30798-3 enthaltenen und auf Normen der ISO gegründeten Festlegungen über Begriffe, Grundsätze und Grundlagen für die Anwendung von Modulsystemen berücksichtigt (s. Normen). Hierdurch wird die Verträglichkeit mit auf gleicher Basis aufgebauten Modulordnungen sichergestellt.

Diese Modulordnung basiert auf dem Modul 12,5 mm. Multimoduln sind ganzzahlige Vielfache des Moduls. Empfohlene Multimoduln sind: 25, 50, 100 und 200 mm.

Tabelle 808.1 Vorzugsmaße

Vorzugsmaße	Vielfache $n$ des Moduls	Vorzugsmaß	Vielfache $n$ des Moduls
<b>12,5</b> <sup>1)2)</sup>	1	500	40
<b>25</b> <sup>3)</sup>	2	600 <sup>7)8)</sup>	48
37,5	3	800	64
<b>50</b> <sup>3)4)</sup>	4	1000	80
62,5	5	1200 <sup>7)</sup>	96
75	6	1500	120
<b>100</b> <sup>3-6)</sup>	8	2000	160
125	10	2500	200
150	12	3000	240
<b>200</b>	16	4000	320
250	20	5000	400
300 <sup>4)7)</sup>	24	6000	480
400 <sup>8)</sup>	32	–	–

Fett gedruckte Werte sind zu bevorzugen.

<sup>1)</sup> Modul für Installationsgeräte nach IEC 60629, s. Norm.

<sup>2)</sup> Modul für Messgeräte nach IEC 60473 und deren Einbau in Schalttafeln und Gestellen nach IEC 60668, s. Normen.

<sup>3)</sup> Modul bzw. Maßsprung verschiedener Normen auf dem Gebiet der Schaltanlagen (z. B. Mosaikbilder nach DIN 43684, Teilungsmaße für Schränke nach DIN 41488-2 und DIN 89009, Verdrahtungskanäle nach DIN 43659).

<sup>4)</sup> Modul bzw. Multimodul für Schiffseinrichtungen nach ISO 3827-1, s. Norm.

<sup>5)</sup> Modul für das Bauwesen nach ISO 1006 und DIN 18000-1, s. Normen.

<sup>6)</sup> Basisgröße BG für Modulordnungen nach DIN 30798-2, s. Norm.

<sup>7)</sup> Multimodul für das Bauwesen nach ISO 1040 und DIN 18000-1, s. Normen.

<sup>8)</sup> Flächenmodul 400 mm × 600 mm bzw. Flächenmultimodul für die Transportkette nach DIN 30783-1, s. Norm.

Abhängig vom Anwendungszweck wird für den modularen Raster der Modul oder Multimodul als Maßsprung gewählt. Um die Vielfalt der möglichen Maßsprünge einzuschränken und um die Verträglichkeit mit Modulordnungen benachbarter technischer Bereiche sicherzustellen, werden die Vorzugsmaße nach Tab. 808.1 empfohlen. Die Vorzugsmaße stimmen mit den Werten des Systems I des IEC-Guide 103 überein.

### DIN 43671 Stromschienen aus Kupfer, Bemessung für Dauerstrom (Dez 1975)

Diese Norm dient zur Dauerstrombemessung von Stromschienen, die von Luft umgeben sind und nicht künstlich gekühlt werden. Sie enthält: Hinweise für die Temperaturen; Tabellen der Dauerströme, die Stromschientemperaturen von 65 °C verursachen, bei einer Temperatur der umgebenden Luft von 35 °C und unter den im Geltungsbereich sowie bei den einzelnen Tabellen genannten Betriebsbedingungen; Umrechnungsfaktoren für Abweichungen von den Voraussetzungen der Tabellen.

Die physikalischen Randbedingungen für die Tabellen und Umrechnungsfaktoren sind gegenüber der technischen Praxis idealisiert, sodass in komplizierten Fällen (z. B. in Niederspannungsschaltanlagen großer Packungsdichte mit wesentlichen Wärmeflüssen in den Stromschienen und örtlich sehr unterschiedlichen Lufttemperaturen) mit den Angaben dieser Norm nicht unmittelbar auf die tatsächlichen Stromschienenbelastbarkeiten bzw. -temperaturen geschlossen werden kann.

Die Norm gilt für Innenanlagen und Freiluftanlagen, unter jeweils genau angegebenen Voraussetzungen, für Einzelschienen und gebündelte Schienen, für die einzelnen Abmessungen der Stromschienen (Breite × Dicke, bzw. Außendurchmesser), das Gewicht, Dauerstrom in A (bei Gleichstrom bzw. Wechselstrom 16 2/3 Hz, Wechselstrom 50 Hz/60 Hz) sowie statische Werte ( $J$  (cm<sup>4</sup>),  $W$  (cm<sup>3</sup>),  $i$  (cm)). Diagramme ermöglichen entsprechende Umrechnungen bei Einsatz in Höhen über 1000 m, bei Bündelungen von Stromschienen, bei abweichender Leitfähigkeit des Werkstoffes und bei senkrechter Bündelung waagerechter Stromschienen mit rechteckigem Querschnitt (Erschwerung der Luftzirkulation).

Die Norm enthält auch Temperaturgrenzwerte für Verschraubungen, Stützer, Durchführungen und Isolierstoffe.

**Auszug**

**Tabelle 809.1** Dauerströme für Stromschienen aus E-Cu mit Rechteckquerschnitt in Innenanlagen bei 35 °C Lufttemperatur und 65 °C Schienentemperatur, senkrechte Lage der Schienenbreite; Schienenpakete ohne Abstand zwischen den Teilleitern

Breite × Dicke in mm	Querschnitt in mm <sup>2</sup>	Gewicht <sup>1)</sup> in kg/m	Werkstoff <sup>2)</sup>	Oberfläche	Dauerstrom in A Gleichstrom Schienenanzahl											
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
80 × 10	799	7,11	E-Cu F30	gestrichen	1590	2360										
				blank	1310	1960										
100 × 10	999	8,89	E-Cu F30	gestrichen	1940	2870	3660	4390	5080	5740	6390	7030	7660	8290		
				blank	1600	2370	3020	3620	4190	4740	5270	5800	6320	6840		
120 × 10	1200	10,7	E-Cu F30	gestrichen	2300	3380										
				blank	1890	2780										
200 × 10	2000	17,8	E-Cu F30	gestrichen	3720	5390	6750	7960	9080	10200	11200	12200	13100	14100		
				blank	3040	4400	5510	6500	7420	8290	9120	9930	10700	11500		

<sup>1)</sup> Gerechnet mit einer Dichte von 8,9 kg/dm<sup>3</sup>.

<sup>2)</sup> Bezugsbasis für die Dauerstromwerte.

Werkstoff: E-Cu oder andere Werkstoffe nach DIN 40500-3

Vorzugsweise verwendbares Halbzeug: Flachstangen mit gerundeten Kanten nach DIN 46433 Auswahl 3

**Tabelle 809.2** Dauerströme für Stromschienen aus E-Cu mit Kreis-Querschnitt in Innenanlagen bei 35 °C Lufttemperatur und 65 °C Schienentemperatur; bei Wechselstrom Hauptleitermittlenabstand ≥ 2 × Durchmesser

Durchmesser in mm	Querschnitt in mm <sup>2</sup>	Gewicht <sup>1)</sup> in kg/m	Werkstoff <sup>2)</sup>	Dauerstrom in A Gleich- und Wechselstrom bis 60 Hz		Statische Werte		
				gestrichen	blank	J in cm <sup>4</sup>	W in cm <sup>3</sup>	i in cm
5	19,6	0,175	E-Cu F37	95	85	0,00306	0,0123	0,125
8	50,3	0,447		179	159	0,0201	0,0503	0,200
10	78,5	0,699		243	213	0,0491	0,0982	0,250
16	201	1,79	E-Cu F30	464	401	0,322	0,402	0,400
20	314	2,80		629	539	0,785	0,785	0,500
32	804	7,16		1160	976	5,15	3,22	0,800
50	1960	17,50		1930	1610	30,7	12,3	1,25

<sup>1)</sup> Gerechnet mit einer Dichte von 8,9 kg/dm<sup>3</sup>.

<sup>2)</sup> Bezugsbasis für die Dauerstromwerte.

Werkstoff: E-Cu oder andere Werkstoffe nach DIN 40500-3

Verwendbares Halbzeug: Rundstangen nach DIN 1756

**Tabelle 809.3** Dauerströme für Stromschienen aus E-Cu mit Kreisring-Querschnitt bei 35 °C Lufttemperatur und 65 °C Schienentemperatur; bei Wechselstrom Hauptleitermittlenabstand ≥ 2,5 × Außendurchmesser

Außendurchmesser in mm	Wanddicke in mm	Querschnitt in mm <sup>2</sup>	Gewicht <sup>1)</sup> in kg/m	Werkstoff <sup>2)</sup>	Dauerstrom in A Gleich- und Wechselstrom bis 60 Hz				Statische Werte		
					Innenraum		Freiluft		J in cm <sup>4</sup>	W in cm <sup>3</sup>	i in cm
					gestrichen	blank	gestrichen	blank			
<b>20</b>	2	113	1,01	E-Cu F37	384	329	460	449	0,464	0,464	0,640
	3	160	1,43		457	392	548	535	0,597	0,597	0,610
	4	201	1,79	E-Cu F30	512	438	613	599	0,684	0,684	0,583
	5	236	2,10		554	475	664	648	0,736	0,736	0,559
	6	264	2,35	E-Cu F25	591	506	708	691	0,765	0,765	0,539
<b>32</b>	2	188	1,68	E-Cu F37	602	508	679	660	2,13	1,33	1,06
	3	273	2,44		725	611	818	794	2,90	1,82	1,03
	4	352	3,14	E-Cu F30	821	693	927	900	3,52	2,20	1,00
	5	424	3,78		900	760	1020	987	4,00	2,50	0,97
	6	490	4,37	E-Cu F25	973	821	1100	1070	4,36	2,73	0,94

Fortsetzung und Fußnoten s. nächste Seite



Tabelle 809.3 Fortsetzung

Außen- durch- messer in mm	Wand- dicke in mm	Quer- schnitt in mm <sup>2</sup>	Ge- wicht <sup>1)</sup> in kg/m	Werkstoff <sup>2)</sup>	Dauerstrom in A				Statische Werte		
					Gleich- und Wechselstrom bis 60 Hz		Freiluft		J in cm <sup>4</sup>	W in cm <sup>3</sup>	i in cm
					Innenraum gestrichen	blank	gestrichen	blank			
40	2	239	2,13	E-Cu F37	744	624	816	790	4,32	2,16	1,35
	3	349	3,11		899	753	986	955	6,01	3,00	1,31
	4	452	4,04	E-Cu F30	1020	857	1120	1090	7,42	3,71	1,28
	5	550	4,90		1130	944	1240	1200	8,59	4,30	1,25
	6	641	5,72	E-Cu F25	1220	1020	1340	1300	9,55	4,78	1,22
50	3	443	3,95	E-Cu F37	1120	928	1190	1150	12,3	4,91	1,67
	4	578	5,16	E-Cu F30	1270	1060	1360	1310	15,4	6,16	1,63
	5	707	6,31		1410	1170	1500	1450	18,1	7,25	1,60
	6	829	7,40	E-Cu F25	1530	1270	1630	1570	20,4	8,18	1,57
	8	1060	9,42		1700	1420	1820	1750	24,1	9,65	1,51
	10	1260	11,2		1840	1530	1960	1890	26,7	10,7	1,46
63	3	565	5,04	E-Cu F30	1390	1150	1440	1390	25,5	8,10	2,12
	4	741	6,61		1590	1320	1650	1590	32,4	10,3	2,09
	5	911	8,13		1760	1460	1820	1750	38,6	12,3	2,06
	6	1070	9,58	E-Cu F25	1920	1590	1990	1910	44,1	14,0	2,03
	8	1380	12,3		2150	1780	2230	2140	53,4	16,9	1,97
80	3	726	6,47	E-Cu F30	1750	1440	1760	1690	53,9	13,5	2,72
	4	955	8,52		2010	1650	2020	1930	69,1	17,3	2,69
	5	1180	10,5		2230	1820	2230	2140	83,2	20,8	2,66
	6	1400	12,4	E-Cu F25	2430	1990	2440	2340	96,1	24,0	2,62
	8	1810	16,1		2730	2240	2740	2630	119	29,7	2,56
	10	2200	19,6		2980	2440	2990	2860	137	34,4	2,50
100	3	914	8,15	E-Cu F30	2170	1770	2120	2020	108	21,5	3,43
	4	1210	10,8		2490	2030	2430	2320	139	27,8	3,40
	5	1490	13,3		2760	2250	2700	2580	169	33,8	3,36
	6	1770	15,8	E-Cu F25	3020	2460	2950	2820	196	39,3	3,33
	8	2310	20,6		3410	2780	3330	3180	246	49,3	3,26
120	4	1460	13,0	E-Cu F30	2970	2400	2830	2690	245	40,9	4,10
	5	1810	16,1		3300	2670	3150	2990	299	49,9	4,07
	6	2150	19,2		3610	2930	3440	3280	350	58,3	4,04
	8	2820	25,1	E-Cu F25	4070	3300	3890	3700	444	73,9	3,97
	10	3460	30,8		4400	3560	4190	3990	527	87,8	3,91
160	4	1960	17,5	E-Cu F30	3910	3150	3660	3470	597	74,6	5,52
	5	2440	21,7		4350	3500	4070	3860	732	91,5	5,48
	6	2900	25,9		4770	3840	4460	4230	862	108	5,45
	8	3820	34,1	E-Cu F25	5400	4340	5050	4790	1110	138	5,38
	10	4710	42,0		5830	4690	5460	5170	1330	166	5,32
200	5	3060	27,3	E-Cu F30	5440	4350	5010	4740	1460	146	6,90
	6	3660	32,6		5920	4730	5460	5160	1720	172	6,86
	8	4830	43,0		6700	5360	6180	5840	2230	223	6,79
	10	5970	53,2	E-Cu F20	7250	5800	6690	6320	2700	270	6,73
	12	7090	63,2		7610	6080	7020	6640	3140	314	6,66
250	5	3850	34,3	E-Cu F25	6740	5360	6130	5780	2890	231	8,66
	6	4600	41,0		7350	5830	6680	6290	3420	274	8,63
	8	6080	54,3		8330	6610	7570	7130	4460	357	8,56
	10	7540	67,3	E-Cu F20	9010	7160	8190	7720	5440	435	8,49
	12	8970	80,0		9470	7520	8600	8110	6370	510	8,43

1) Gerechnet mit einer Dichte von 8,9 kg/dm<sup>3</sup>.

2) Bezugsbasis auf die Dauerstromwerte.

Werkstoff: E-Cu oder andere Werkstoffe nach DIN 40500-2

Verwendbares Halbzeug: Rohre nach DIN 1754

## 19.7 Sicherungen, Leitungsschutzschalter, Fehlerstromschutzschalter

### DIN EN 60269-1 (VDE 0636-10) Niederspannungssicherungen – Teil 1: Allgemeine Anforderungen (Nov 2005)

Eine Sicherung ist ein Schutzorgan, das dazu dient, durch Abschmelzen eines oder mehrerer Schmelzleiter den Stromkreis, in dem es eingesetzt ist, zu öffnen und den Strom zu unterbrechen, wenn dieser einen gegebenen Wert während einer bestimmten Zeit überschreitet. Diese Norm gilt für Sicherungen mit geschlossenen, strombegrenzenden Sicherungseinsätzen mit einem Bemessungsausschaltvermögen von mindestens 6 kA, die für den Schutz von netzfrequenten Wechselstromkreisen mit Nennspannungen bis 1000 V bzw. Gleichstromkreisen mit Nennspannungen bis 1500 V bestimmt sind.

In weiteren Teilen dieser Norm, auf die hier Bezug genommen wird, sind zusätzliche Anforderungen an Sicherungen enthalten, die für besondere Gebrauchsbedingungen oder Anwendungsfälle vorgesehen sind. So z. B.

NH-System – DIN VDE 0636-201 (VDE 0636-201)

D-System – DIN VDE 0636-301 (VDE 0636-301).

Die Funktionsmerkmale von Niederspannungssicherungen werden bestimmt durch ihr Zeit/Strom-Verhalten, ausgewiesen durch die Zeit/Strom-Kennlinie sowie durch ihre Fähigkeit, Ströme über den ganzen Bereich oder nur über einen Teilbereich ihrer Zeit/Strom-Kennlinie auszuschalten.

Folgende Anwendungsbereiche und Betriebsklassen sind festgelegt:

gG – Ganzbereichssicherungseinsätze für allgemeine Anwendung

gM – Ganzbereichssicherungseinsätze für den Schutz von Motorstromkreisen

aM – Teilbereichssicherungseinsätze für den Schutz von Motorstromkreisen

#### Bemessungsspannungen:

Wechselspannung: 230 V, 400 V, 500 V, 690 V

Gleichspannung: 110 V, 125 V, 220 V, 250 V, 440 V, 460 V, 500 V, 600 V, 750 V

#### Bemessungsstrom:

2 A, 4 A, 6 A, 10 A, 12 A, 16 A, 20 A, 25 A, 32 A, 40 A, 50 A, 63 A, 80 A, 100 A, 125 A, 160 A, 200 A, 250 A, 315 A, 400 A, 500 A, 630 A, 800 A, 1000 A, 1250 A

#### Selektivität:

Die Zeit/Strom-Bereiche (z. B. für Leitungsschutzsicherungen) sind so aufeinander abgestimmt, dass Sicherungen in bestimmten Bereichen der Betriebsspannung untereinander selektiv abschalten, d. h. nur das Organ, das schalten soll, schaltet auch tatsächlich.

Weitere Einzelheiten, wie elektrische Kenngrößen, Kennlinien, Anforderungen an den Aufbau, Kennzeichnung und Prüfungen s. Norm.

### DIN VDE 0636-201 (VDE 0636-201) Niederspannungssicherungen (NH-System) – Teil 2-1: Zusätzliche Anforderungen an Sicherungen zum Gebrauch durch Elektrofachkräfte bzw. elektrotechnisch unterwiesene Personen (Sicherungen überwiegend für den industriellen Gebrauch) – Hauptabschnitte I bis VI: Beispiele für genormte Sicherungstypen (Jan 2006)

Das NH-System (Niederspannungs-Hochleistungs-Sicherungssystem) ist ein genormtes Sicherungssystem, das aus einem Sicherungsunterteil, dem auswechselbaren Sicherungseinsatz und dem Bedienungselement zum Auswechseln des Sicherungseinsatzes besteht.

NH-Sicherungen können zusätzlich über Schaltzustandsgeber und Auslösevorrichtungen verfügen.

Unverwechselbarkeit hinsichtlich des Bemessungsstromes und der Berührungsschutz sind nicht gegeben; das NH-System ist deshalb für die Betätigung durch Laien nicht geeignet.

Die Norm gilt zusammen mit den Festlegungen in DIN EN 60269-1 (VDE 0636-10) und DIN EN 60269-2 (VDE 0636-20) (s. Norm) und enthält die sicherheitstechnischen Festlegungen für das NH-System. Sie gilt im Einzelnen für Sicherungseinsätze, Sicherungsunterteile und den Aufsteckgriff.

**Baugrößen:** 000, 00, 0, 1, 2, 3, 4, 4a

#### Bemessungsspannungen:

Wechselstrom: 400 V, 500 V, 690 V

Gleichstrom: 250 V, 440 V

**Bemessungsstrom:**

2 A, 4 A, 6 A, 10 A, 12 A, 20 A, 25 A, 32 A, 40 A, 50 A, 63 A, 80 A, 100 A, 125 A, 160 A, 200 A, 250 A, 315 A, 400 A, 500 A, 630 A, 800 A, 1000 A, 1250 A

**Bemessungsausschaltvermögen:**

Der Mindestwert beträgt für Wechselstrom 50 kA und für Gleichstrom 25 kA.

Weitere Einzelheiten, wie elektrische Kenngrößen, Kennlinien, Anforderungen an den Aufbau, Kennzeichnung und Prüfungen s. Norm.

**DIN VDE 0636-301 (VDE 0636-301) Niederspannungssicherungen (D-System) – Teil 3-1: Zusätzliche Anforderungen an Sicherungen zum Gebrauch durch Laien (Sicherungen überwiegend für Hausinstallationen und ähnliche Anwendungen) – Hauptabschnitte I bis IV (Aug 2005)**

Das D-System ist gekennzeichnet durch Unverwechselbarkeit des Sicherungseinsatzes hinsichtlich des Nennstromes und durch den Berührungsschutz. Es ist für industrielle Anwendungen und Hausinstallationen geeignet und durch Laien bedienbar. D-Sicherungen bestehen aus Sicherungssockel, Sicherungseinsatz, Schraubkappe und Passeinsatz.

*Anmerkung:* Für Bemessungsströme kleiner 10 A wird keine Unverwechselbarkeit gefordert.

Diese Norm gilt zusammen mit den Festlegungen in DIN EN 60269-1 (VDE 0636-10) und DIN EN 60269-3 (VDE 0636-30) (s. Normen) und enthält die sicherheitstechnischen Festlegungen für das D-System. Sie gilt im Einzelnen für Sicherungssockel, Sicherungseinsätze, Sicherungsschraubkappen und Pässeinsätze.

**Baugrößen:**

Nach dieser Norm gibt es folgende Baugrößen: D01, D02, D03  
DII, DIII, DIV

**Bemessungsspannung:**

Für D01, D02, D03 400 V bei Wechselstrom, 250 V bei Gleichstrom

Für DII, DIII, DIV 500 V bei Wechselstrom, 500 V bei Gleichstrom

**Bemessungsströme und Farben des Anzeigers:**

2 A rosa	25 A gelb
4 A braun	35 A schwarz
6 A grün	50 A weiß
10 A rot	63 A kupfer
13 A schwarz	80 A silber
16 A grau	100 A rot
20 A blau	

**Baugröße und Bemessungsstrombereich:**

D01 2 A– 16 A	DII 2 A– 25 A
D02 20 A– 63 A	DIII 35 A– 63 A
D03 80 A–100 A	DIV 80 A–100 A

Das Bemessungsausschaltvermögen beträgt für Wechselstrom 50 kA und für Gleichstrom 8 kA. Bei den Sicherungssockeln müssen die Anschlussklemmen den Anschluss von Leitern mit folgenden Querschnitten ermöglichen.

D01 1,5 mm <sup>2</sup> –4 mm <sup>2</sup>	DII 1,5 mm <sup>2</sup> –10 mm <sup>2</sup>
D02 1,5 mm <sup>2</sup> –25 mm <sup>2</sup>	DIII 2,5 mm <sup>2</sup> –25 mm <sup>2</sup>
D03 10 mm <sup>2</sup> –50 mm <sup>2</sup>	DIV 10 mm <sup>2</sup> –50 mm <sup>2</sup>

Weitere Einzelheiten, wie elektrische Kenngrößen, Kennlinien, Anforderungen an den Aufbau, Kennzeichnung und Prüfungen s. Norm.

**Normen der Reihe DIN EN 60127 Geräteschutzsicherungen**

Zum Schutz von elektrischen Geräten, elektronischen Ausrüstungen und deren Teilen, die üblicherweise für den Gebrauch in Innenräumen bestimmt sind, werden Sicherungen eingesetzt. Unter Sicherung versteht man eine Vorrichtung, die durch Schmelzen eines oder mehrerer besonders zu diesem Zweck vorgesehener und bemessener Teile den Stromkreis unterbricht, wenn der Strom einen bestimmten Wert während einer bestimmten Dauer überschreitet. Die Sicherung umfasst alle Teile der Normenreihe **DIN EN 60127**, die zur vollständigen Schaltvorrichtung gehören.

### **DIN EN 60127-1 (VDE 0820-1) Geräteschutzsicherungen – Teil 1: Begriffe für Geräteschutzsicherungen und allgemeine Anforderungen an G-Sicherungseinsätze (Aug 2003)**

Mit dieser Norm werden einheitliche Anforderungen an G-Sicherungen festgelegt, um Geräte oder Teile von Geräten in möglichst wirksamer Weise schützen zu können. Dabei wird die Wirkungsweise der Sicherungen so festgelegt, dass sie den Herstellern von elektrischen Geräten und elektronischen Ausrüstungen als Richtlinie dienen kann und gewährleistet ist, dass für den Ersatzbedarf Sicherungseinsätze entsprechender Abmessungen und Charakteristiken zur Verfügung stehen. Darüber hinaus werden Prüfverfahren und die maximale Verlustleistung der Sicherungseinsätze festgelegt, damit eine gute Kompatibilität mit der zulässigen Verlustleistung der Sicherungshalter gewährleistet ist. Im Anhang A ist die Farbcodierung für G-Sicherungseinsätze festgelegt und in Anhang B ein vereinheitlichtes Formblatt für die Darstellung der Zeit/Strom-Charakteristiken angeboten.

Der Anhang C behandelt Audit-Prüfung und Überwachung – Leitlinien für die Anwendung der Grundsätze nach IEC 60898-1 (CB-FCS<sup>2</sup>) auf G-Sicherungseinsätze. Dieser Anhang beschreibt die Verpflichtungen der Hersteller von Sicherungseinsätzen und der Nationalen Zertifizierungsstelle (NCB) in Bezug auf Audit-Prüfungen und die Überwachung der Fertigung von Sicherungseinsätzen.

Er umfasst die Erstellung des Konformitätsbewertungsberichts sowie die Audit-Prüfungen und die Überwachung, die als die Mindestanforderungen seitens der Nationalen Zertifizierungsstelle gelten. Diese Kontrollen, Prüfungen und Maßnahmen werden von der Nationalen Zertifizierungsstelle als ein Audit der Mittel durchgeführt, die der Hersteller verwendet, um festzustellen, ob die Produkte den Anforderungen der zutreffenden Norm entsprechen.

### **DIN EN 60127-2 (VDE 0820-2) Geräteschutzsicherungen – Teil 2: G-Sicherungseinsätze (Apr 2004)**

Diese Norm enthält besondere Anforderungen für G-Sicherungseinsätze in den Abmessungen 5 mm × 20 mm und 6,3 mm × 32 mm zum Schutz elektrischer Geräte und elektronischer Ausrüstung. Es werden allgemeine Festlegungen für Aufschriften, allgemeine Prüfungen, Maße und Aufbau sowie elektrische Prüfungen getroffen.

Auf Normblättern werden für die verschiedenen Sicherungsarten die detaillierten Anforderungen für folgende G-Sicherungseinsätze festgelegt:

Normblatt 1: Sicherungseinsätze 5 mm × 20 mm, flink, großes Ausschaltvermögen;

Normblatt 2: Sicherungseinsätze 5 mm × 20 mm, flink, kleines Ausschaltvermögen;

Normblatt 3: Sicherungseinsätze 5 mm × 20 mm, träge (stromstoßunempfindlich), kleines Ausschaltvermögen;

Normblatt 4: Sicherungseinsätze 6,3 mm × 32 mm, flink, kleines Ausschaltvermögen;

Normblatt 5: Sicherungseinsätze 5 mm × 20 mm, träge (stromstoßunempfindlich), großes Ausschaltvermögen;

Normblatt 6: Sicherungseinsätze 5 mm × 20 mm, träge (stromstoßunempfindlich), erhöhtes Ausschaltvermögen.

### **DIN EN 60127-6 (VDE 0820-6) Geräteschutzsicherungen – Teil 6: G-Sicherungshalter für G-Sicherungseinsätze (Okt 2003)**

Diese Norm gilt für G-Sicherungshalter für G-Sicherungseinsätze nach den Teilen 2 und 3 dieser Normenreihe. Die G-Sicherungshalter sind für einen maximalen Bemessungsstrom von 16 A und einer maximalen Bemessungsspannung von 1500 V Gleichspannung oder 1000 V Wechselspannung für den Einsatz in Höhen bis zu 2000 m über dem Meeresspiegel ausgelegt.

### **DIN EN 60898-1 (VDE 0641-11) Elektrisches Installationsmaterial – Leitungsschutzschalter für Hausinstallationen und ähnliche Zwecke – Teil 1: Leitungsschutzschalter für Wechselstrom (AC) (Mrz 2006)**

Diese Norm ist die modifizierte Übernahme von IEC 60898. Sie gilt für Wechselstrom-Leitungsschutzschalter (LS-Schalter) für die Betätigung in Luft bei 50/60 Hz mit einer Bemessungsspannung ≤ 440 V, einem Bemessungsstrom ≤ 125 A und einem Bemessungsschaltvermögen ≤ 25000 A. Für Leitungsschutzschalter für Gleich- und Wechselstrom gilt DIN EN 60898-2 (VDE 0641-12).

Diese LS-Schalter sind zum Schutz von installierten elektrischen Leitungen in Gebäuden gegen Überströme und für ähnliche Anwendungen bestimmt; sie sind für die Benutzung durch Laien und für wartungslosen Einsatz entworfen.

<sup>1</sup>) Worldwide System for Conformity Testing and Certification of Electrical Equipment (IECEE)

<sup>2</sup>) Full Certification Scheme of IECEE

Ein LS-Schalter ist ein mechanisches Schaltgerät, das in der Lage ist, unter üblichen Stromkreisbedingungen Ströme einzuschalten, zu führen und abzuschalten. Er ist in der Lage, unter festgelegten außergewöhnlichen Stromkreis-Bedingungen wie im Kurzschlussfall, Ströme einzuschalten, eine bestimmte Zeit zu führen und automatisch abzuschalten.

LS-Schalter haben Trenner-Eigenschaften und sind zum Freischalten geeignet.

LS-Schalter müssen Freiauslösung haben, d. h. die beweglichen Kontakte des LS-Schalters gehen in die Ausschaltstellung und bleiben dort, wenn die automatische Ausschaltung nach dem Beginn der Einschaltung eingeleitet wird, selbst wenn der Einschaltbefehl aufrechterhalten bleibt.

Die Anzeige der Stellung der Hauptkontakte muss durch eine oder durch beide der folgenden Mittel gewährleistet werden:

- die Position des Betätigungselementes (dies wird bevorzugt) oder
- eine zusätzliche mechanische Anzeige.

Wenn eine zusätzliche mechanische Anzeige für die Stellung der Hauptkontakte verwendet wird, muss diese in der Einschaltstellung (EIN oder ON) die Farbe Rot und für die Ausschaltstellung (AUS oder OFF) die Farbe Grün anzeigen.

LS-Schalter gibt es mit den magnetischen Auslösekennlinien B, C und D, wobei in Deutschland für den allgemeinen Einsatz die Kennlinien B und C verwendet werden.

Jeder LS-Schalter muss dauerhaft mit den folgenden Daten gekennzeichnet sein:

- a) Name oder Warenzeichen des Herstellers,
- b) Typbezeichnung, Katalognummer oder Seriennummer,
- c) Bemessungsspannungen,
- d) Bemessungsstrom ohne die Einheit „A“, davor das Zeichen für die Auslösecharakteristik (B, C oder D), z. B. B 16,
- e) Bemessungsfrequenz, falls der LS-Schalter nur für eine Frequenz gebaut ist,
- f) Bemessungsschaltvermögen in Ampere innerhalb eines Rechtecks, ohne die Einheit „A“,
- g) Schaltbild, sofern die richtige Art des Anschlusses nicht eindeutig ersichtlich ist,
- h) Bezugskalibriertemperatur, wenn abweichend von 30 °C,
- i) Schutzart (nur wenn von IP20 abweichend),
- j) Energiebegrenzungsklasse, wenn angebracht,
- k) Ein- und Ausschaltvermögen eines Einzelpoles eines mehrpoligen LS-Schalters ( $I_{cn1}$ ), wenn abweichend von  $I_{cn}$ .

Die Angaben nach d) müssen leicht sichtbar sein, wenn der LS-Schalter montiert ist. Wenn bei kleinen Geräten der verfügbare Platz nicht ausreicht, können die Angaben nach a), b), c), f), g) und j) auf die Seite oder die Rückseite des LS-Schalters aufgebracht werden. Die Angabe g) darf alternativ auf der Innenseite der Abdeckung, die zum Anschluss der Netzleitungen abgenommen werden muss, angebracht werden. Der Schaltplan darf nicht auf einem Etikett sein, das dem LS-Schalter lose beigelegt ist. Alle anderen Angaben müssen im Herstellerkatalog angegeben werden.

Weitere Einzelheiten über Anforderungen und Prüfungen in mechanischer und elektrischer Hinsicht s. Norm.

- DIN EN 61008-1 (VDE 0664-10) Fehlerstrom-/Differenzstrom-Schutzschalter ohne eingebauten Überstromschutz (RCCBs) für Hausinstallationen und für ähnliche Anwendungen – Teil 1: Allgemeine Anforderungen (Jun 2005)**
- DIN EN 61008-2-1 (VDE 0664-11) – Teil 2-1: Anwendung der allgemeinen Anforderungen auf netzspannungsunabhängige RCCBs (Dez 1999)**
- DIN EN 61009-1 (VDE 0664-20) Fehlerstrom-/Differenzstrom-Schutzschalter mit eingebautem Überstromschutz (RCBOs) für Hausinstallationen und für ähnliche Anwendungen – Teil 1: Allgemeine Anforderungen (Jun 2005)**
- DIN EN 61009-2-1 (VDE 0664-21) – Teil 2-1: Anwendung der allgemeinen Anforderungen auf netzspannungsunabhängige RCBOs (Dez 1999)**
- DIN EN 61543 (VDE 0664-30) Fehlerstromschutzeinrichtungen (RCDs) für Hausinstallationen und ähnliche Verwendung – Elektromagnetische Verträglichkeit (Jun 2006)**

Fehlerstrom-Schutzschalter sind Schutzschalter, die ausschalten, wenn der Fehlerstrom einen bestimmten Wert überschreitet. Fehlerstrom im Sinne dieser Bestimmung ist die Differenz der über eine Messeinrichtung in die Anlage hineinfließenden und über diese Messeinrichtung aus der Anlage herausfließenden Ströme. Die Messeinrichtung ist z. B. ein Summenstromwandler. Die von der Messeinrichtung abgegebene Energie muss ggf. über ein Verstärkungsglied verstärkt werden. Für netzspannungsunabhängige Fehlerstrom-Schutzschalter ohne eingebauten Überstromschutz (RCCBs) gilt DIN EN 61008-2-1 (VDE 0664-11), die auf DIN EN 61008-1 (VDE 0664-10) verweist. Für netzspannungsunabhängige Fehlerstrom-Schutzschalter mit eingebautem Überstromschutz (RCBOs) gilt DIN EN 61009-2-1 (VDE 0664-21), die auf DIN EN 61009-1 (VDE 0664-20) verweist. DIN EN 61543 (VDE 0664-30) enthält die Anforderungen und Prüfungen zur elektromagnetischen Verträglichkeit.

Fehlerstrom-Schutzschalter sind Geräte zum Schutz von Personen bei indirektem Berühren, wobei die leitfähigen berührbaren Teile der Installation an einem geeigneten Erdanschluss angeschlossen sind. Sie können verwendet werden, um Schutz gegen Brandgefahren infolge von länger andauernden Erdfehlerströmen ohne Ansprechen der Überstromschutzeinrichtung vorzusehen.





Fehlerstrom-Schutzschalter mit Bemessungsfehlerströmen nicht über 30 mA werden auch als Mittel zum zusätzlichen Schutz gegen elektrischen Schlag im Falle des Versagens der Schutzmaßnahme eingesetzt. Die Normen gelten für Fehlerstrom-Schutzschalter zum Einsatz in Hausinstallationen und ähnlichen Anwendungen, mit Bemessungsspannungen nicht über 440 V Wechselspannung und Bemessungsströmen nicht über 125 A für feste Installation, die in erster Linie zum Schutz gegen gefährliche Körperströme bestimmt sind.

In Deutschland ist nur der Gebrauch von Fehlerstrom-Schutzschalter des Typs A (empfindlich gegenüber pulsierenden Gleichfehlerströmen) und des Typs B (empfindlich gegenüber pulsierenden und glatten Gleichfehlerströmen) erlaubt.

Fehlerstromschutzschalter des allgemeinen Typs sind unempfindlich gegen ungewolltes Auslösen einschließlich des Falls, wo Stoßspannungen infolge von Schaltüberspannungen oder induziert durch Blitze in der Installation Ladeströme bewirken, ohne dass ein Überschlag erfolgt. Selektive Fehlerstrom-Schutzschalter gelten gegen ungewolltes Auslösen als ausreichend unempfindlich, auch wenn durch die Stoßspannungen ein Überschlag und ein Folgestrom erzeugt werden.

Normwerte des Bemessungsfehlerstroms sind 10 mA, 30 mA, 100 mA, 300 mA und 500 mA.

Jeder Fehlerstrom-Schutzschalter muss mit den folgenden Daten gekennzeichnet sein:

- a) Name oder Warenzeichen des Herstellers;
- b) Typbezeichnung, Katalognummer oder Seriennummer;
- c) Bemessungsspannung(en) mit dem Zeichen „~“;
- d) Bemessungsfrequenz, falls der Fehlerstrom-Schutzschalter für andere Frequenzen als 50 Hz konstruiert ist;
- e) Bemessungsstrom;
- f) Bemessungsfehlerstrom ( $I_{\Delta n}$ ) in A oder mA;
- g) Bemessungsschaltvermögen ( $I_m$ );
- h) Schutzgrad (nur falls abweichend von IP20);
- i) Gebrauchslage (Zeichen nach IEC 60051), sofern erforderlich;
- k) Bemessungsfehlerschaltvermögen ( $I_{\Delta m}$ ), wenn es vom Bemessungsschaltvermögen  $I_m$  abweicht;
- l) das Zeichen  (S im Quadrat) für Geräte des Typs S;
- m) Kennzeichen für die Arbeitsweise entsprechend 4.1, Tabelle Z1 der Norm, wenn der Fehlerstrom-Schutzschalter netzspannungsabhängig ist;
- n) Betätigungstaste der Prüfeinrichtung durch den Buchstaben T;
- o) Schaltbild, es sei denn, der korrekte Anschluss ist ersichtlich;
- p) Auslösecharakteristik in Anwesenheit von Differenzströmen mit Gleichstromkomponenten:
  - Fehlerstrom-Schutzschalter Typ AC mit dem Zeichen ,
  - Fehlerstrom-Schutzschalter Typ A mit dem Zeichen .
- r) Fehlerstrom-Schutzschalter für die Anwendung bei  $-25\text{ °C}$  bis  $+40\text{ °C}$  müssen mit dem Bildzeichen  (Schneeflocke, die  $-25$  umschließt, nach ISO 7000, Bild 0027) gekennzeichnet sein, sofern zutreffend.

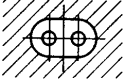





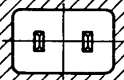

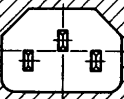

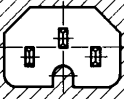

Einzelheiten über Klassifizierung, Anforderungen und Prüfungen s. Normen.

## 19.8 Steckvorrichtungen

### DIN EN 60320-1 (VDE 0625-1) Gerätesteckvorrichtungen für den Hausgebrauch und ähnliche Zwecke – Teil 1: Allgemeine Anforderungen (Jun 2002)

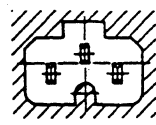
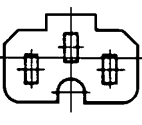
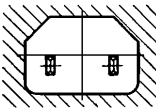
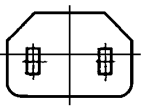
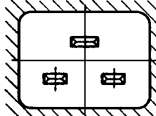
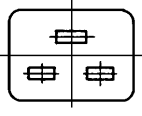
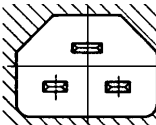
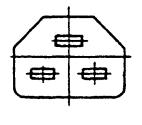
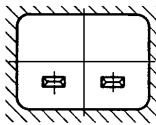
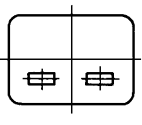
Die Norm behandelt u. a. die Abmessungen sowie Anforderungen und Prüfungen für Gerätesteckdosen mit zugehörigem Stecker, für eine maximale Stifttemperatur von 70 °C bis 155 °C. Auszug: Gerätesteckvorrichtungen, Übersicht

Tabelle 816.1 Übersicht von Gerätesteckverbindungen nach DIN EN 60320-1 (VDE 0625-1)

Nennstrom	Geräteklasse	Größte Stifttemperatur des Gerätesteckers	Gerätesteckvorrichtung		flexibler Leitungstyp			Stecker
			Normblatt-Nummer für		Wiederanschließbare Konstruktionen zulässig	Leichteste Ausführung zulässig	Kleinsten Querschnitt	
A			Gerätestecker	Gerätesteckdose				
0,2	II	70 °C	 C 2	 C 1	Nein	60227 IEC 41	– <sup>1)</sup>	A 1-15 B C 5
2,5	I	70 °C	 C 6	 C 5	Nein	60227 IEC 52	0,75	A 5-15 B 2 C 2b C 4
2,5	II	70 °C	 C 8	 C 7	Nein	60227 IEC 52	0,75 <sup>2)</sup>	A 1-15 B 2 C 5 C 6
6	II	70 °C	 C 10	 C 9	Nein	60227 IEC 52	0,75	A 1-15 B 2 C 6
10	I	70 °C	 C 14	 C 13	Ja	60227 IEC 52 oder 60245 IEC 53	0,75 <sup>3)</sup>	A 5-15 B 2 C 2b C 3b C 4
10	I	120 °C	 C 16	 C 15	Ja	60245 IEC 53 oder 60245 IEC 51	0,75 <sup>3)</sup>	A 5-15 B 2 C 2b C 3b C 4

Fortsetzung und Fußnoten s. nächste Seite

Tabelle 816.1, Fortsetzung

Nennstrom	Geräteklasse	Größte Stiftemperatur des Gerätesteckers	Gerätesteckvorrichtung		flexibler Leitungstyp			Stecker
			Normblatt-Nummer für		Wiederanschließbare Konstruktionen zulässig	Leichteste Ausführung zulässig	Kleinster Querschnitt	Normblatt der IEC 60083
A			Gerätestecker	Gerätesteckdose				
10	II	155 °C			Ja	60245 IEC 53 oder 60245 IEC 51	0,75 <sup>3)</sup>	A 5-15 B 2 C 2b C 3b C 4
10	II	70 °C			Nein	60227 IEC 53 oder 60245 IEC 53	0,75 <sup>3)</sup>	A 1-15 B 2 C 6
16	I	70 °C			Ja	60227 IEC 53 oder 60245 IEC 53	1 <sup>3)</sup>	A 5-15 B 2 C 2b C 3b C 4
16	I	155 °C			Ja	60245 IEC 53 oder 60245 IEC 51	1 <sup>3)</sup>	A 5-15 B 2 C 2b C 3b C 4
16	II	70 °C			Nein	60227 IEC 53 oder 60245 IEC 53	1 <sup>3)</sup>	A 1-15 B 2 C 6

<sup>1)</sup> Nur für kleine Handgeräte mit Längen nicht mehr als 2 m, wenn es durch die entsprechende Gerätenorm erlaubt ist.

<sup>2)</sup> 0,5 mm<sup>2</sup> ist für Längen bis 2 m zulässig.

<sup>3)</sup> Wenn die Leitungslänge 2 m übersteigt oder wenn es sich um eine ausziehbare (aufgewickelte) Leitung handelt, muss der Nennquerschnitt sein:

- 1 mm<sup>2</sup> für 10-A-Gerätesteckdosen,
- 1,5 mm<sup>2</sup> für 16-A-Gerätesteckdosen.

Normblätter mit den jeweiligen Maßen und weiteren Anforderungen s. Norm.



**DIN EN 60309-1 (VDE 0623-1) Stecker, Steckdosen und Kupplungen für industrielle Anwendungen – Teil 1: Allgemeine Festlegungen (Mai 2000)**

**DIN EN 60309-2 (VDE 0623-20) – Teil 2: Anforderungen und Hauptmaße für die Austauschbarkeit von Stift- und Buchsensteckvorrichtungen (Mai 2000)**

Diese Normen gelten für Steckvorrichtungen bis 690 V Gleich- oder Wechselstrom, 500 Hz und Bemessungsströmen bis 250 A, zur industriellen Anwendung in Räumen oder im Freien. Die Anwendung auf Baustellen, in landwirtschaftlichen Betriebsstätten, Gewerbebetrieben und im Haushalt ist nicht ausgeschlossen. Die Norm enthält alle sicherheitstechnischen Anforderungen und Prüfungen sowie (im Teil 2) Stift- und Buchsensteckvorrichtungen mit genormten Anordnungen, Anforderungen und Hauptmaße für die Austauschbarkeit. Nachstehend folgen einige Auszüge aus den Festlegungen von Normblatt 2-1 aus DIN EN 60309-2 (VDE 0623-20).

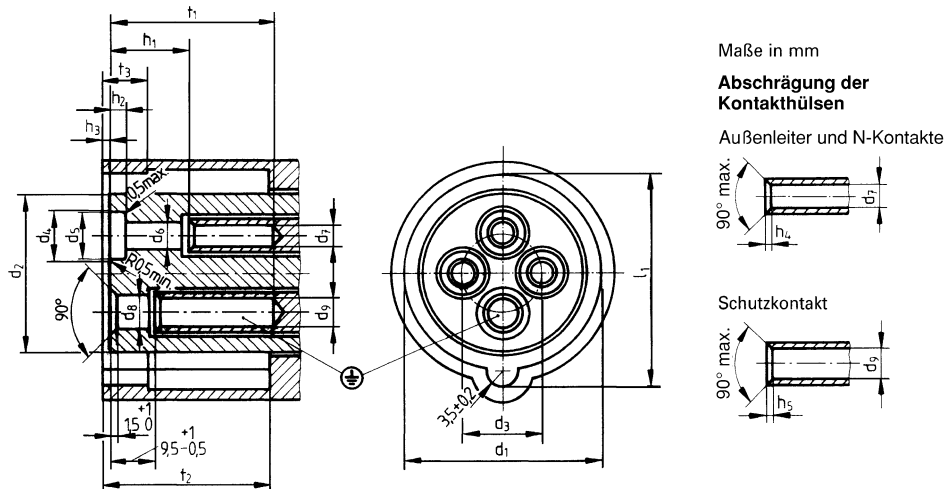


Bild 818.1 Normblatt 2-1, Steckdosen und Kupplungen 16/20 A und 32/30 A mit Nennbetriebsspannungen über 50 V

Tabelle 818.2 Maße für Normblatt 2-1

Maße in mm

Bemessungsstrom A	Typ	Maße in mm																				
		$d_1^{(1)}$	$d_2^{(2)}$	$d_3$	$d_4$	$d_5$	$d_6$	$d_7^{(3)}$	$d_8$	$d_9^{(3)}$	$h_1^{(4)}$	$h_2$	$h_3$	$h_4^{(5)}$	$h_5^{(5)}$	$t_1^{(1)}$	$t_1$	$t_2$	$t_3$			
16/20	2 P + ↓	44,3	$^{+0,4}_0$	36,0	17,5	11,6	11,0	6,0	5	8,0	7	19,5	3,8	2	0,8	0,3	1,2	0,4	47,5	37	38	10
	3 P + ↓	50,4	$^{+0,5}_0$	40,8	21,5	11,6	11,0	6,0	5	8,0	7	19,5	3,8	2	0,8	0,3	1,2	0,4	54,0	37	38	10
	3 P + N + ↓	57,3	$^{+0,6}_0$	46,4	26,5	11,6	11,0	6,0	5	8,0	7	19,5	3,8	2	0,8	0,3	1,2	0,4	61,3	37	38	10
32/30	2 P + ↓	58,6	$^{+0,6}_0$	47,0	25,0	13,6	13,0	7,0	6	9,1	8	21,5	5,3	3	1,0	0,3	1,5	0,5	64,6	45	48	15
	3 P + ↓	58,6	$^{+0,6}_0$	47,0	25,0	13,6	13,0	7,0	6	9,1	8	21,5	5,3	3	1,0	0,3	1,5	0,5	64,6	45	48	15
	3 P + N + ↓	64,7	$^{+0,6}_0$	52,9	30,3	13,0	13,0	7,0	6	9,1	8	21,5	5,3	3	1,0	0,3	1,5	0,5	71,2	45	48	15

- 1) Die Maße  $d_1$  und  $t_1$  müssen über die gesamte Tiefe  $t_3$  eingehalten werden. Darüber hinaus können sie überschritten werden.
- 2) Das Maß  $d_2$  darf in keinem Punkt der gesamten Tiefe die zulässige Abweichung überschreiten und muss über eine minimale Tiefe von 3 mm innerhalb der zulässigen Abweichung bleiben mit Ausnahme eines Maximums von:
  - 3 Aussparungen bei Steckvorrichtungen 2 P + ↓
  - 4 Aussparungen bei Steckvorrichtungen 3 P + ↓
  - 5 Aussparungen bei Steckvorrichtungen 3 P + N + ↓,
 die über den Umfang verteilt zwischen den Öffnungen für die Kontaktbuchsen liegen und deren Breite unter Berücksichtigung sämtlicher Radien nicht größer als 10 mm ist. Öffnungen tiefer als 10 mm sind im Bereich der Aussparungsfläche zulässig.
- 3) Die Maße  $d_7$  und  $d_9$  beziehen sich auf die Kontaktstifte; die Kontaktbuchsen brauchen nicht rund zu sein.
- 4) Bei dem Typ 3 P + N + ↓ und Serie II, 2 P + N + ↓, 12-h-Stellung, ist der Wert für das Maß  $h_1 = 16,0$  für den N-Kontakt.
- 5) Die Abschrägung der Kontaktbuchsen kann zur inneren zylindrischen Oberfläche hin innerhalb eines Abstandes des 1,5-fachen Wertes  $h_4$  max. oder  $h_5$  max. abgerundet sein.

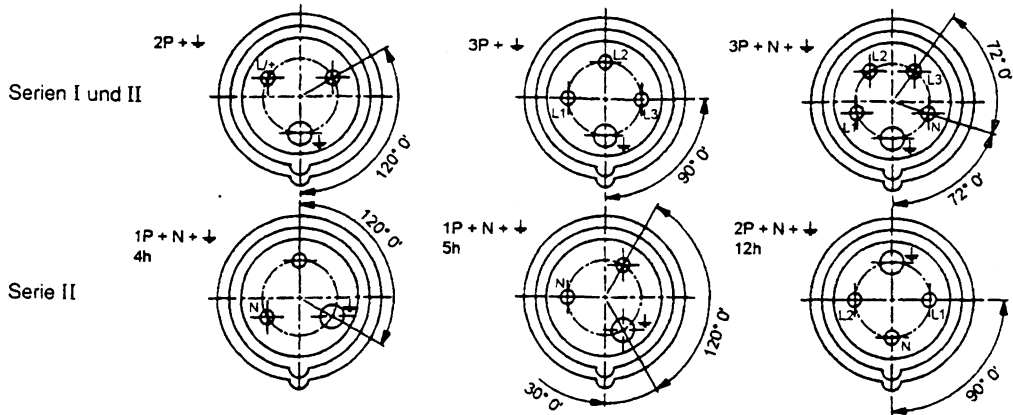


Bild 819.1 Frontansicht der Kontaktbuchsen von Steckdosen und Kupplungen

Tabelle 819.2 Lage der Schutzkontaktbuchse bezogen auf die Unverwechselbarkeitsnut für verschiedene Betriebsspannungen und Frequenzen

Anzahl der Kontakte	Typ	Frequenz Hz	Nennbetriebsspannung V	Stellung des Schutzleiter-Kontaktes <sup>1)</sup>	
				16/20 A 32/30 A	63/60 A 125/100 A
3 Kontakte	1 P + N + ↓ Serie II	50 und 60	100 bis 130	4	4
			277	5	5
	2 P + ↓ Serien I und II	50 und 60	100 bis 130	4	4
			200 bis 250	6	6
			380 bis 415	9	9
			480 bis 500	7	7
		Versorgung nach einem Trenntrafo	12	12	
		100 bis 300	über 50	-	-
		über 300 bis 500	über 50	2	-
	Gleichstrom	über 50 bis 250	3	3	
		über 250	8	8	
4 Kontakte	2 P + N + ↓ Serie II	50 und 60	125/250 einphasig	12	12
	3 P + ↓ Serien I und II	50 und 60	100 bis 130	4	4
			200 bis 250	9	9
			380 bis 415	6	6
		60	440 bis 460 <sup>2)</sup>	11	11
		50 und 60	480 bis 500	7	7
			600 bis 690	5	5
		50 60	380 440 <sup>3)</sup>	3	-
		100 bis 300	über 50	10	-
über 300 bis 500	über 50	2	-		

Fortsetzung und Fußnoten s. nächste Seite

Tabelle 819.2, Fortsetzung

Anzahl der Kontakte	Typ	Frequenz Hz	Nennbetriebsspannung V	Stellung des Schutzleiter-Kontaktes <sup>1)</sup>	
				16/20 A 32/30 A	63/60 A 125/100 A
5 Kontakte	3 P + N + $\downarrow$ Serien I und II	50 und 60	57/100 bis 75/130	4	4
			120/208 bis 144/250	9	9
			200/346 bis 240/415	6	6
			277/480 bis 288/500	7	7
			347/600 bis 400/690	5	5
		60	250/440 bis 265/460 <sup>2)</sup>	11	11
		50 60	220/380 250/440 <sup>3)</sup>	3	–
		100 bis 300 über 300 bis 500	über 50 über 50	– 2	– –
Alle Typen		Alle nicht durch andere Anordnungen abgedeckte Nennbetriebsspannungen und/oder Frequenzen	1	1	

Anmerkung: Mit einem Strich (–) gekennzeichnete Stellungen sind nicht genormt.

<sup>1)</sup> Die Stellung des Schutzleiter-Kontaktes ist durch die entsprechende Ziffer gekennzeichnet („Uhrzeit“).

<sup>2)</sup> Hauptsächlich für Schiffsinstallationen.

<sup>3)</sup> Nur für Kühlcontainer (genormt durch ISO).

Weitere Einzelheiten s. Norm.

## 19.9 Kabel und Leitungen

### 19.9.1 Starkstromleitungen im Nenn-Spannungsbereich bis 450/750 V

Folgende beide Normenreihen bestehen:

- Reihe DIN VDE 0281 (VDE 0281) für Polyvinylchlorid-isolierte Leitungen
  - Reihe DIN VDE 0282 (VDE 0282) für Gummi-isolierte Starkstromleitungen
- jeweils im Nenn-Spannungsbereich bis 450/750 V.

Grundlage für diese Normenreihe mit VDE-Klassifizierung sind zum einen modifizierte IEC-Publikationen und zum anderen Harmonisierungsdokumente (HD) des CENELEC.

Für das System für die Typkurzzeichen von isolierten Leitungen gilt DIN VDE 0292 (VDE 0292), mit der das CENELEC-Harmonisierungsdokument HD 361 S3 übernommen wurde.

#### Kennzeichnung von Kabeln und Leitungen

Die Kennzeichnung von Kabeln und Leitungen ist in den Normen der Reihe DIN VDE 0281 (VDE 0281) und DIN VDE 0282 (VDE 0282) übereinstimmend festgelegt:

##### Ursprungskennzeichnung

Leitungen müssen eine Ursprungskennzeichnung haben, die entweder aus dem Herstellerkennfaden oder einer fortlaufenden Kennzeichnung mit Firmennamen oder Firmenzeichen oder (sofern warenrechtlich geschützt) einer Identifizierungsnummer besteht.

Die Kennzeichnung kann nach den folgenden drei Möglichkeiten erfolgen:

- a) bedrucktes Band in der Leitung;
- b) Bedruckung, erhabene Prägung oder Tiefprägung der Isolierhülle auf wenigstens einer Ader (wenn vorhanden, auf der blauen Ader);
- c) Bedruckung, erhabene Prägung oder Tiefprägung des Mantels, wenn vorhanden.

##### Kennzeichnung von Wendelleitungen

Wendelleitungen müssen ein zusätzliches Ursprungskennzeichen haben, aus dem der Wendler hervorgeht. Dieses muss einer der folgenden Möglichkeiten entsprechen:

- 1) Als zusätzliches, klar erkennbares, erhaben geprägtes Zeichen auf dem ausziehbaren Teil, ungeachtet irgendwelcher Weiterverarbeitung, wie z. B. das Anspritzen eines Steckers.

- 2) Als zusätzlich aufgepresstes Zeichen an gleicher Stelle wie in Ziffer 1).
- 3) Durch das Aufbringen einer Markierungsstülle mit einer klaren und dauerhaften Kennzeichnung, die bei bestimmungsgemäßer Anwendung erkennbar bleiben muss und bei der Weiterbearbeitung nicht entfernt werden darf.
- 4) Zusätzliches Bedrucken der Leitungsenden, unter der Voraussetzung, dass die Kennzeichnung durch nachfolgende Bearbeitung nicht ausgelöscht werden darf und bei bestimmungsgemäßer Anwendung erkennbar bleibt.

#### Kennzeichenfolge

Jedes festgelegte Kennzeichen gilt als fortlaufend, wenn der Abstand zwischen dem Ende eines Kennzeichens und dem Anfang des nächsten identischen Kennzeichens die folgenden Werte nicht überschreitet:

- 1) 550 mm, wenn sich die Kennzeichnung auf der Manteloberfläche befindet.
- 2) 275 mm, wenn sich die Kennzeichnung befindet:
  - a) auf der Isolierhülle einer Leitung ohne Mantel;
  - b) auf der Isolierhülle einer Leitung mit Mantel;
  - c) auf einem Band in einer Leitung mit Mantel.

Diese Anforderung gilt nicht für die oben beschriebene zusätzliche Kennzeichnung von Wendeleitungen.

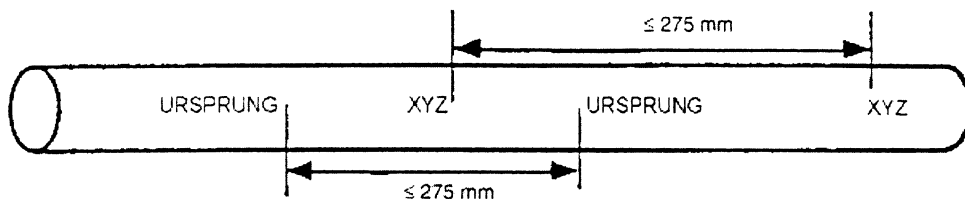


Bild 821.1 Beispiel für eine Kennzeichnung von Kabeln und Leitungen auf der Aderoberfläche

#### Normen der Reihe DIN VDE 0281 (VDE 0281) Polyvinylchlorid-isolierte Leitungen mit Nennspannung bis 450/750 V

Die Normen der Reihe DIN VDE 0281 (VDE 0281) gelten für Leitungen für feste Verlegung und flexible Leitungen mit Isolierhülle und, sofern vorhanden, Mantel aus thermoplastischen Werkstoffen und mit Nennspannungen  $U_0/U$  bis 450/750 V.

Zweck dieser Festlegungen ist es, Leitungen zu normen, die bei bestimmungsgemäßer Verwendung sicher und zuverlässig sind, und Merkmale und Anforderungen an die Fertigung festzulegen, die direkt oder indirekt der Sicherheit dienen, sowie Prüfungen zu beschreiben, um die Übereinstimmung mit den Anforderungen zu prüfen.

Hinweis: Die Normenreihen DIN VDE 0281 (VDE 0281) und DIN VDE 0282 (VDE 0282) werden derzeit grundlegend überarbeitet. Elektrische und nicht elektrische Prüfverfahren werden in den Normenreihen DIN EN 50395 und DIN EN 50396 geregelt. Zudem werden die Anforderungen für Isolier- und Mantelwerkstoffe in den Normen der Reihe DIN EN 50363 festgelegt.

#### DIN VDE 0281-1 (VDE 0281-1) Starkstromleitungen mit thermoplastischer Isolierhülle für Nennspannungen bis 450/750 V – Teil 1: Allgemeine Anforderungen (Sep 2003)

Dieser Teil legt Definitionen, Bestimmungen zur Kennzeichnung und Aderkennzeichnung sowie die allgemeinen Anforderungen an den Aufbau von Leitungen mit thermoplastischer Isolierhülle und mit Nennspannungen bis 450/750 V fest.

#### DIN VDE 0281-2 (VDE 0281-2) Starkstromleitungen mit thermoplastischer Isolierhülle für Nennspannungen bis 450/750 V – Teil 2: Prüfverfahren (Sep 2003)

Teil 2 von DIN VDE 0281 (VDE 0281) enthält die durchzuführenden Prüfverfahren, die in der Norm in Verbindung mit den Normen DIN EN 60332-1-1 (VDE 0482-332-1-1), DIN EN 60332-2-1 (VDE 0482-332-2-1), DIN EN 50267 (VDE 0482-267), DIN EN 50268 (VDE 0482-268) und DIN EN 60811 (VDE 0473) festgelegt sind (s. Normen).

**DIN VDE 0281-3 (VDE 0281-3) Polyvinylchlorid-isolierte Leitungen mit Nennspannungen bis 450/750 V – Teil 3: Aderleitungen für feste Verlegung (Jan 2001)**

Dieser Teil von DIN VDE 0281 (VDE 0281) enthält die besonderen Bestimmungen für PVC-isolierte, einadrige, nicht-ummantelte Leitungen mit Nennspannungen bis zu 450/750 V für die feste Verlegung. Alle Leitungen müssen mit den entsprechenden Anforderungen des Teiles 1 und die einzelnen Bauarten der Leitungen mit den besonderen Anforderungen in diesem Teil 3 übereinstimmen. Die Außenmaße der Leitungen nach diesem Teil von DIN VDE 0281 (VDE 0281) sind in Übereinstimmung mit DIN EN 60719 (VDE 0299-2) (s. Norm) berechnet worden.

**DIN VDE 0281-5 (VDE 0281-5) Polyvinylchlorid-isolierte Leitungen mit Nennspannungen bis 450/750 V – Teil 5: Flexible Leitungen (Sep 2002)**

Teil 5 von DIN VDE 0281 (VDE 0281) ist die Bauartnorm für PVC-isolierte flexible Leitungen mit Nennspannungen bis 450/750 V.

**DIN VDE 0281-7 (VDE 0281-7) Polyvinylchlorid-isolierte Leitungen mit Nennspannungen bis 450/750 V – Teil 7: Einadrige Leitungen ohne Mantel für die innere Verdrahtung mit einer höchstzulässigen Betriebstemperatur am Leiter von 90 °C (Jan 2001)**

Dieser Teil von DIN VDE 0281 (VDE 0281) enthält die besonderen Bestimmungen für PVC-isolierte, einadrige, nicht-ummantelte Leitungen mit Nennspannungen  $U_0/U$  bis einschließlich 450/750 V für die innere Verdrahtung von elektrischen Betriebsmitteln mit erhöhter Betriebstemperatur. Die erhöhte Temperatur kann entweder durch eine hohe Umgebungstemperatur und/oder die Wärmeentwicklung des Gerätes verursacht sein.

**DIN VDE 0281-8 (VDE 0281-8) Polyvinylchlorid-isolierte Leitungen mit Nennspannungen bis 450/750 V – Teil 8: Einadrige Leitungen ohne Mantel für Lichterketten (Sep 2000)**

DIN VDE 0281-8 (VDE 0281-8) enthält die besonderen Bestimmungen für PVC-isolierte Leitungen mit Nennspannungen  $U_0/U$  300/300 V zur Verwendung für Lichterketten in Innenräumen.

**DIN VDE 0281-9 (VDE 0281-9) Polyvinylchlorid-isolierte Leitungen mit Nennspannungen bis 450/750 V – Teil 9: Einadrige Leitungen ohne Mantel zur Verlegung bei tiefen Temperaturen (Jan 2001)**

Teil 9 von DIN VDE 0281 (VDE 0281) enthält die besonderen Bestimmungen für PVC-isolierte Aderleitungen ohne Mantel mit Nennspannungen  $U_0/U$  450/750 V zur Verlegung bei tiefen Temperaturen.

**DIN VDE 0281-10 (VDE 0281-10) Polyvinylchlorid-isolierte Starkstromleitungen mit Nennspannungen bis 450/750 V – Teil 10: Wendelleitungen (Feb 2003)**

DIN VDE 0281-10 (VDE 0281-10) enthält die besonderen Bestimmungen für PVC-isolierte Wendelleitungen.

**DIN VDE 0281-11 (VDE 0281-11) Polyvinylchlorid-isolierte Starkstromleitungen mit Nennspannungen bis 450/750 V – Teil 11: Leitungen für Leuchten (Feb 2003)**

Dieser Teil der VDE 0281 (VDE 0281) ist die Bauart-Norm für PVC-isolierte Leitungen mit Nennspannungen bis  $U_0/U$  300/300 V zur Verwendung für Leuchten in Innenräumen.

**DIN VDE 0281-12 (VDE 0281-12) Polyvinylchlorid-isolierte Starkstromleitungen mit Nennspannungen bis 450/750 V – Teil 12: Wärmebeständige flexible Leitungen (Feb 2003)**

Teil 12 von DIN VDE 0281 (VDE 0281) enthält die besonderen Bestimmungen für wärmebeständige PVC-isolierte und -ummantelte Leitungen mit einer Nennspannung bis 300/500 V für eine Leitertemperatur, die 90 °C nicht überschreitet.

**DIN VDE 0281-13 (VDE 0281-13) Polyvinylchlorid-isolierte Starkstromleitungen mit Nennspannungen bis 450/750 V – Teil 13: Ölbeständige PVC-Steuerleitungen mit zwei oder mehr Adern (Feb 2003)**

DIN VDE 0281-13 (VDE 0281-13) ist die Aufbau-Norm für ölbeständige PVC-Steuerleitungen für Nennspannungen  $U_0/U$  bis einschließlich 300/500 V und eine maximale Temperatur am Leiter von 70 °C bei Dauerlast.

**DIN VDE 0281-14 (VDE 0281-14) Leitungen mit thermoplastischer Isolierhülle für Nennspannungen bis 450/750 V – Teil 14: Flexible Leitungen, Schlauchleitung mit thermoplastischen halogenfreien Werkstoffen (Feb 2005)**

Dieser Teil 14 ist die Bauart-Norm für halogenfreie flexible Leitungen mit Nennspannungen bis 300/500 V, isoliert und ummantelt mit halogenfreien thermoplastischen Werkstoffen, die im Brandfall nur geringe Mengen von Rauch und korrosiven Gasen abgeben. Diese Leitungen sind als Anschlussleitungen für Hausgeräte vorgesehen.

**DIN VDE 0281-404 (VDE 0281-404) PVC-isolierte Starkstromleitungen PVC-Flachleitung 07VVH6 (Jun 1989)**

Diese DIN-Norm mit VDE Klassifizierung gilt für PVC-Flachleitungen 07VVH6 zur Verwendung in Starkstromanlagen.

**Normen der Reihe DIN VDE 0282 (VDE 0282) Gummi-isolierte Starkstromleitungen mit Nennspannungen bis 450/750 V**

Zweck der Normenreihe DIN VDE 0282 (VDE 0282) ist es, Leitungen zu normen, die bei bestimmungsgemäßer Verwendung sicher und zuverlässig sind, sowie Merkmale und Anforderungen an die Fertigung festzulegen, die direkt oder indirekt der Sicherheit dienen. Ferner werden Prüfungen beschrieben, um die Übereinstimmung mit den Anforderungen zu prüfen.

Normen der Reihe DIN VDE 0282 (VDE 0282) gelten für Leitungen für feste Verlegung und flexible Leitungen mit und ohne Mantel und mit vernetzten Werkstoffen und mit Nennspannungen  $U_0/U$  bis 450/750 V.

**DIN VDE 0282-1 (VDE 0282-1) Starkstromleitungen mit vernetzter Isolierhülle für Nennspannungen bis 450/750 V – Teil 1: Allgemeine Anforderungen (Sep 2003)**

Teil 1 der Normenreihe DIN VDE 0282 (VDE 0282) legt Definitionen, Bestimmungen zur Kennzeichnung und Aderkennzeichnung sowie die allgemeinen Anforderungen an den Aufbau flexibler Leitungen mit Isolierhüllen aus vernetzten Werkstoffen mit Nennspannungen bis 450/750 V fest.

**DIN VDE 0282-2 (VDE 0282-2) Starkstromleitungen mit vernetzter Isolierhülle für Nennspannungen bis 450/750 V – Teil 2: Prüfverfahren (Sep 2003)**

DIN VDE 0282-2 (VDE 0282) enthält die durchzuführenden Prüfverfahren, die in DIN VDE 0282 (VDE 0282) in Verbindung mit den Normen DIN EN 60332-1-1 (VDE 0482-332-1-1), DIN EN 60332-2-1 (VDE 0482-332-2-1), DIN EN 50266 (VDE 0482-266), DIN EN 50267 (VDE 0482-267), DIN EN 50268 (VDE 0482-268) und DIN EN 60811 (VDE 0473) festgelegt sind (s. Normen).

**DIN VDE 0282-3 (VDE 0282-3) Starkstromleitungen mit vernetzter Isolierhülle für Nennspannungen bis 450/750 V – Teil 3: Wärmebeständige Silikonaderleitungen (Feb 2005)**

Dieser Teil von DIN VDE 0282 (VDE 0282) ist die Bauart-Norm für silikonisolierte Leitungen mit und ohne Mantel und mit Nennspannungen 300/500 V. Alle Leitungen müssen mit den entsprechenden Anforderungen des Teils 1 und dieser Bauart-Norm übereinstimmen.

*Anmerkung:* Die Außenmaße der Leitungen nach diesem Teil von DIN VDE 0282 (VDE 0282) sind in Übereinstimmung mit DIN EN 60719 (VDE 0299-2) berechnet worden (s. Norm).

**DIN VDE 0282-4 (VDE 0282-4) Starkstromleitungen mit vernetzter Isolierhülle für Nennspannungen bis 450/750 V – Teil 4: Flexible Leitungen (Feb 2005)**

Dieser Teil 4 enthält die besonderen Bestimmungen für EPR-isolierte und mit EPR oder Polychloropren oder gleichwertigem synthetischem Elastomer ummantelte Schlauchleitungen mit Nennspannungen bis 450/750 V.

*Anmerkung:* Die Außenmaße der Leitungen nach diesem Teil von DIN VDE 0282 (VDE 0282) sind in Übereinstimmung mit DIN EN 60719 (VDE 0299-2) errechnet worden (s. Norm).

**DIN VDE 0282-6 (VDE 0282-6) Starkstromleitungen mit vernetzter Isolierhülle für Nennspannungen bis 450/750 V – Teil 6: Lichtbogenschweißleitungen (Feb 2005)**

Teil 6 von DIN VDE 0282 (VDE 0282) ist die Aufbaunorm für Leitungen mit Nennspannungen 100/100 V für das Lichtbogenschweißen, bestimmt für Verbindungen zwischen der Schweißenergiequelle und dem Elektrodenhalter sowie dem Werkstück.

*Anmerkung:* Die Außendurchmesser der Leitungen nach diesem Teil von DIN VDE 0282 (VDE 0282) sind in Übereinstimmung mit DIN EN 60719 (VDE 0299-2) berechnet worden (s. Norm).

**DIN VDE 0282-7 (VDE 0282-7) Starkstromleitungen mit vernetzter Isolierhülle für Nennspannungen bis 450/750 V – Teil 7: Aderleitungen mit erhöhter Wärmebeständigkeit für die innere Verdrahtung mit einer zulässigen Temperatur am Leiter von 110 °C (Feb 2005)**

DIN VDE 0282-7 (VDE 0282-7) ist die Aufbaunorm für gummi-isolierte Leitungen mit einer Nennspannung von 450/ 750 V für die Verdrahtung elektrischer Geräte, deren Verdrahtung im Bereich hoher Temperaturen betrieben wird. Die hohe Temperatur kann entweder durch die hohe Umgebungstemperatur oder die Wärmeentwicklung des Gerätes verursacht sein.

*Anmerkung:* Die Außendurchmesser der Leitungen nach diesem Teil von DIN VDE 0282 (VDE 0282) sind in Übereinstimmung mit DIN EN 60719 (VDE 0299-2) berechnet worden (s. Norm).

**DIN VDE 0282-8 (VDE 0282-8) Starkstromleitungen mit vernetzter Isolierhülle für Nennspannungen bis 450/750 V – Teil 8: Starkstromleitungen mit einem Mantel aus Polychloropren oder gleichwertigem synthetischen Elastomer für Lichterketten (Feb 2005)**

Teil 8 dieser Normenreihe ist die Bauart-Norm für gummi-isolierte Starkstromleitungen mit Nennspannungen  $U_0/U$  300/500 V mit einem Mantel aus Polychloropren oder gleichwertigem synthetischen Gummi zur Verwendung für Lichterketten.

*Anmerkung:* Die in diesem Teil von DIN VDE 0282 (VDE 0282) genannten Außenmaße sind nach DIN EN 60719 (VDE 0299-2) berechnet worden (s. Norm).

**DIN VDE 0282-9 (VDE 0282-9) Gummi-isolierte Leitungen mit Nennspannungen bis 450/750 V – Teil 9: Einadrige Leitungen ohne Mantel für feste Verlegung mit geringer Entwicklung von Rauch und korrosiven Gasen im Brandfall (Jul 2000)**

Dieser Teil von DIN VDE 0282 (VDE 0282) ist die Bauart-Norm für gummi-isolierte Leitungen ohne Mantel für feste Verlegung mit Nennspannungen von 450/750 V und mit geringer Entwicklung von Rauch und korrosiven Gasen im Brandfall.

*Anmerkung:* Die Außendurchmesser der Leitungen nach diesem Teil von DIN VDE 0282 (VDE 0282) sind in Übereinstimmung mit DIN EN 60719 (VDE 0299-2) berechnet worden (s. Norm).

**DIN VDE 0282-10 (VDE 0282-10) Gummi-isolierte Leitungen mit Nennspannungen bis 450/750 V – Teil 10: EPR-isolierte flexible Starkstromleitungen mit Polyurethanmantel (Jul 2000)**

Dieser Teil ist die Bauart-Norm für Ethylen-Propylen-gummi-isolierte und mit thermoplastischem Polyurethan ummantelte Leitungen für eine maximale Leitertemperatur von 90 °C sowie einer tiefsten Gebrauchstemperatur von –40 °C.

*Anmerkung:* Die Außendurchmesser der Leitungen nach diesem Teil von DIN VDE 0282 (VDE 0282) sind in Übereinstimmung mit DIN EN 60719 (VDE 0299-2) berechnet worden (s. Norm).

**DIN VDE 0282-11 (VDE 0282-11) Gummi-isolierte Leitungen mit Nennspannungen bis 450/750 V – Teil 11: EVA-Schlauchleitungen (Jul 2000)**

DIN VDE 0282-11 (VDE 0282-11) ist die Bauart-Norm für wärmebeständige Gummischlauchleitungen mit Isolierhülle und Mantel aus vernetztem EVA oder einem gleichwertigen Elastomer mit Nennspannungen bis einschließlich 300/500 V für eine maximale Leitertemperatur von 110 °C.

*Anmerkung:* Die Außendurchmesser der Leitungen nach diesem Teil von DIN VDE 0282 (VDE 0282) sind in Übereinstimmung mit DIN EN 60719 (VDE 0299-2) berechnet worden (s. Norm).

**DIN VDE 0282-12 (VDE 0282-12) Gummi-isolierte Leitungen mit Nennspannungen bis 450/750 V – Teil 12: Wärmebeständige Schlauchleitungen mit EP-Isolierhülle (Jul 2000)**

Teil 12 von DIN VDE 0282 (VDE 0282) ist die Bauart-Norm für wärmebeständige Gummischlauchleitungen mit Isolierhülle aus EP- oder einem gleichwertigen synthetischen Elastomer und einem Mantel aus EP- oder CSP oder einem gleichwertigen synthetischen Elastomer mit Nennspannungen bis einschließlich 450/750 V für eine höchste Temperatur am Leiter von 90 °C.

*Anmerkung:* Die Außenmaße der Leitungen nach diesem Teil von DIN VDE 0282 (VDE 0282) sind in Übereinstimmung mit DIN EN 60719 (VDE 0299-2) berechnet worden (s. Norm).

**DIN VDE 0282-13 (VDE 0282-13) Gummi-isolierte Leitungen mit Nennspannungen bis 450/750 V – Teil 13: Ein-, mehr- und vieladrige Schlauchleitungen mit Isolierhülle und Mantel aus vernetztem Polymer, mit geringer Entwicklung von Rauch und korrosiven Gasen im Brandfall (Dez 2000)**

Dieser Teil ist die Bauart-Norm für ein- und mehradrige Schlauchleitungen mit Bemessungsspannung 450/750 V mit Isolierhülle und Mantel aus einer vernetzten Mischung, die im Brandfall wenig Rauch und korrosive Gase emittieren.

Alle nicht-metallinen Werkstoffe nach diesem Teil müssen den Anforderungen von DIN EN 50267 (VDE 0482-267) entsprechen.

*Anmerkung:* Die Außendurchmesser der Leitungen nach diesem Teil von DIN VDE 0282 (VDE 0282) sind in Übereinstimmung mit DIN EN 60719 (VDE 0299-2) berechnet worden (s. Norm).

**DIN VDE 0282-14 (VDE 0282-14) Starkstromleitungen mit vernetzter Isolierhülle für Nennspannungen bis 450/750 V – Teil 14: Leitungen für Anwendungen, die hohe Flexibilität erfordern (Sep 2003)**

Teil 14 der Normenreihe ist die Bauart-Norm für EP- oder XLPVC isolierte und EP- oder XLPVC-ummantelte Leitungen mit einer Nennspannung von 300/300 V für Anwendungen, die hohe Flexibilität erfordern.

*Anmerkung:* Die Außendurchmesser der Leitungen nach diesem Teil von DIN VDE 0282 (VDE 0282) sind in Übereinstimmung mit DIN EN 60719 (VDE 0299-2) berechnet worden (s. Norm).

**DIN VDE 0282-15 (VDE 0282-15) Gummi-isolierte Starkstromleitungen mit Nennspannungen bis 450/750 V – Teil 15: Wärmebeständige mehradrige SiR-Schlauchleitungen (Mai 2000)**

DIN VDE 0282-15 enthält die besonderen Bestimmungen für wärmebeständige SiR-isolierte und -ummantelte Leitungen mit einer Nennspannung von 300/500 V sowie mit und ohne Zugentlastungselemente. Die höchste zulässige Temperatur am Leiter beträgt 180 °C.

*Anmerkung:* Die Außenmaße der Leitungen nach diesem Teil von DIN VDE 0282 (VDE 0282) sind in Übereinstimmung mit DIN EN 60719 (VDE 0299-2) berechnet worden (s. Norm).

**DIN VDE 0282-16 (VDE 0282-16) Gummi-isolierte Leitungen mit Nennspannungen bis 450/750 V – Teil 16: Wasserbeständige schwere Schlauchleitungen mit Mantel aus Polychloropren oder gleichwertigem synthetischem Gummi (Okt 2000)**

Dieser Teil enthält besondere Bestimmungen für wasserbeständige EP-isierte, mit Polychloropren oder gleichwertigem synthetischem Gummi ummantelte schwere Schlauchleitungen mit Nennspannungen bis 450/750 V, vorgesehen für Anwendungen in verschmutztem Wasser bis zu 10 m Tiefe und Wassertemperaturen bis zu 40 °C.

**DIN VDE 0282-807 (VDE 0282-807) Gummi-isolierte Starkstromleitungen – Gummi-isolierte Aufzugssteuerleitungen 05RT und 05RN (Feb 1994)**

Diese DIN-VDE Norm gilt für gummi-isolierte Aufzugssteuerleitungen 05RT und 05RN zur Verwendung in Starkstromanlagen.

**DIN VDE 0282-808 (VDE 0282-808) Gummi-isolierte Starkstromleitungen – Gummi-isolierte Aufzugssteuerleitungen 07RT und 07RN (Feb 1994)**

Diese DIN-VDE Norm gilt für gummi-isolierte Aufzugssteuerleitungen 07RT und 07RN zur Verwendung in Starkstromanlagen.



## DIN VDE 0292 (VDE 0292) System für Typkurzzeichen von isolierten Leitungen (Okt 1999)

Diese Norm legt das System für Typkurzzeichen von harmonisierten Starkstromleitungen für Nennspannungen bis 450/750 V fest.

Sie gilt nur für harmonisierte Leitungsbauarten.

Das Typkurzzeichen muss sich aus den drei in Tab. 826.1 genannten Teilen zusammensetzen, die die wesentlichen Merkmale eines Kabels kennzeichnen:

Die Teile 1 und 2 des Kurzzeichens werden grundsätzlich ohne Zwischenraum geschrieben und bilden das Bauartkurzzeichen der Leitung (s. Tab. 826.2 und 826.3).

Teil 3 des Kurzzeichens beinhaltet spezifische Angaben über die Anzahl der Adern und den Nennquerschnitt der Leiter, falls verlangt (s. Tab. 828.1 sowie die Beispiele in den Tab. 830.1 und 830.2). Eine Übersicht der Kurzzeichen und ihrer Reihenfolge im Bauartkurzzeichen ist in Tab. 829.1 aufgeführt.

Wenn zwei oder mehr Kurzzeichen, die in der gleichen Spalte der Tab. 829.1 aufgeführt sind, in einem bestimmten Typkurzzeichen verwendet werden müssen, dann sind sie in radialer Folge, beginnend von der Ader- bzw. Leitungssachse, anzugeben.

Tabelle 826.1 Grundelemente des Typkurzzeichens von harmonisierten Starkstromleitungen

Teil	Grundelemente des Typkurzzeichens	s. Tab.
1	Bezug auf Normen Nennspannung	826.2, 1a 826.2, 1b
2	Aufbau des Kabels grundsätzlich in radialer Folge, beginnend mit dem Isolierwerkstoff dann nach einem Gedankenstrich Werkstoff und Form der(s) Leiter(s)	826.3, 2a bis 2d 826.3, 2e und 2f
3	Anzahl und Nennquerschnitt der Leiter	828.1

Tabelle 826.2 Teil 1 des Typkurzzeichens

### 1a: Bezug zu den Normen

Kurzzeichen	Zuordnung des Kabels zu Normen
H	Leitung in Übereinstimmung mit harmonisierten Normen
A	Anerkannte nationale Leitungsbauart, gelistet in der relevanten Ergänzung (wird zukünftig entfallen)

### 1b: Nennspannung

Kurzzeichen	Werte $U_0/U$
01	100/100 V; (< 300/300 V) <sup>1)</sup>
03	300/300 V
05	300/500 V
07	450/750 V

<sup>1)</sup> Zur Zeit sind für diesen Bereich nur Leitungen mit einer Nennspannung 100/100 V harmonisiert.

Tabelle 826.3 Teil 2 des Typkurzzeichens

### 2a: Isolier- und nicht-metallene Mantelwerkstoffe

Kurzzeichen	Werkstoff
B	Ethylenpropylen-Gummi für eine Dauer-Betriebstemperatur von 90 °C
G	Ethylenvinylacetat
J	Glasfaserbeflechtung
M	Mineral
N	Polychloropren-Gummi (oder gleichwertiger Werkstoff)
N2	Spezial-Polychloropren-Gummi-Mischung für Mäntel von Schweißleitungen nach HD 22.6
N4	Chlorsulfiniertes oder chloriertes Polyethylen
N8	Spezial-Polychloropren-Gummi-Mischung – wasserbeständig

Fortsetzung s. nächste Seite

Tabelle 826.3, Fortsetzung

**2a: Isolier- und nicht-metallene Mantelwerkstoffe**

Kurzzeichen	Werkstoff
Q	Polyurethan
Q4	Polyamid
R	Ethylenpropylen-Gummi oder gleichwertiges synthetisches Elastomer für eine Dauer-Betriebstemperatur von 60 °C
S	Silikon-Gummi
T	Textilbeflechtung über den verseilten Adern, getränkt oder nicht
T6	Textilbeflechtung über jeder Ader einer mehradrigen Leitung, getränkt oder nicht
V	PVC, weich
V2	PVC, weich, für eine Dauer-Betriebstemperatur von 90 °C
V3	PVC, weich, für Leitungen bestimmt für den Einsatz bei niedrigen Temperaturen
V4	PVC, weich, vernetzt
V5	PVC, weich, ölbeständig
Z	Vernetzte Polyolefin-Mischung für Leitungen, die im Brandfall wenig korrosive Gase und wenig Rauch entwickeln
Z1	Thermoplastische Polyolefin-Mischung für Leitungen, die im Brandfall wenig korrosive Gase und wenig Rauch entwickeln

*Anmerkung:* Die für die Kurzzeichen verwendeten Zeichen werden dazu verwendet, eine Gruppe von Werkstoffen zu erfassen, die ähnliche Eigenschaften mit den genannten Werkstoffen haben. Alle Einzelheiten der festgelegten Werkstoffanforderungen für einen bestimmten Kabeltyp sind in den zugehörigen Normen enthalten.

**2b: Metallene Umhüllungen**

Kurzzeichen	Metallmantel, konzentrische Leiter und Schirme
C	Konzentrischer Kupferleiter
C4	Kupferschirm als Geflecht über den verseilten Adern

**2c: Spezielle konstruktive Leitungsaufbauelemente**

Kurzzeichen	Konstruktive Aufbauelemente
D3	Textiltrageelement aus einer oder mehreren Aufbauelementen, angeordnet im Kern einer Rundleitung oder aufgeteilt in einer Flachleitung
D5	Kerneinlauf (kein Tragelement, bestimmt für Aufzugssteuerleitungen)

*Anmerkung:* Wenn erforderlich, müssen diese Kurzzeichen auf die Kurzzeichen folgen, die aus den Tabellen-Teilen 2a bis 2c gewählt worden sind.

**2d: Leitungssonderausführungen**

Kurzzeichen	Konstruktive Aufbauelemente
Kein Kurzzeichen	Runde Leitungsstruktur
H	Flache Ausführung aufteilbarer Leitungen mit oder ohne Mantel
H2	Flache Ausführung nicht aufteilbarer Leitungen
H6	Flache Leitung nach HD 359 oder EN 50214 mit 3 oder mehr Adern
H7	Leitung mit extrudierter zweischichtiger Isolierhülle
H8	Wendelleitung

*Anmerkung:* Wenn erforderlich, müssen diese Kurzzeichen auf die Kurzzeichen folgen, die aus den Tabellen-Teilen 2a bis 2c gewählt worden sind.

Fortsetzung s. nächste Seite

Tabelle 826.3, Fortsetzung

**2e: Leiterwerkstoff**

Kurzzeichen	Leiterwerkstoff
Kein Kurzzeichen -A	Kupfer Aluminium

**2f: Leiterform**

Kurzzeichen	Leiterform
-D	Feindrähtiger Leiter für Schweißleitungen nach HD 22.6 (Flexibilität abweichend von HD 383 Klasse 5)
-E	Feinstdrähtiger Leiter für Schweißleitungen nach HD 22.6 (Flexibilität abweichend von HD 383 Klasse 6)
-F	Feindrähtiger Leiter einer flexiblen Leitung (Flexibilität entsprechend HD 383 Klasse 5)
-H	Feinstdrähtiger Leiter einer flexiblen Leitung (Flexibilität entsprechend HD 383 Klasse 6)
-K	Feindrähtiger Leiter einer Leitung für feste Verlegung (insofern nichts anderes festgelegt ist, Flexibilität entsprechend HD 383 Klasse 5)
-R	Mehrdrähtiger Rundleiter
-U	Eindrähtiger Rundleiter
-Y	Lahnlitzenleiter

*Anmerkung:* Diese Kurzzeichen müssen nach einem Gedankenstrich (im Falle von Aluminiumleitern bereits im Kurzzeichen A- enthalten) den Kurzzeichen folgen, die aus den vorstehenden Tabellen-Teilen 2a bis 2e ausgewählt worden sind. Bei Bauarten mit Leitern unterschiedlicher Form ist nur das Kurzzeichen für die Form der Außenleiter anzugeben.

Tabelle 828.1 Teil 3 des Typkurzzeichens

Kurzzeichen	Anzahl und Nennquerschnitt der Leiter
(Ziffer)	Anzahl, $n$ , der Adern
X G	Malzeichen bei Ausführungen ohne grün/gelbe Ader Malzeichen bei Ausführungen mit grün/gelber Ader
(Ziffer)* Y	Nennquerschnitt, $s$ , der Leiter in $\text{mm}^2$ Lahnlitzenleiter, dessen Nennquerschnitt nicht festgelegt ist

\* Den Ländern ist es freigestellt, bei der Aderkennzeichnung mit Ziffern das Kurzzeichen „N“ (hinter dem Nennquerschnitt) anzufügen.

Tabelle 829.1 Zusammenstellung der Kurzzeichen und Reihenfolge innerhalb des Bauartkennzeichens<sup>1)</sup>

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Normen- bezug	Nenn- spannung	Teil 2								
		Isolierwerk- stoffe	Metallene Umhüllungen <sup>2)</sup>	Nicht-metal- lene Mäntel <sup>2)</sup>	Konstruktive Aufbauelemen- te und Sonder- ausführungen	Leiterwerkstoff	Leiterform	Anzahl der Adern	Malzeichen	Leiternenn- querschnitt mm <sup>2</sup>
1a	1b	2a	2b	2a	2c und 2d	2e	2f	3		
H	01	B	C	B	D3 D5	Kein Kurzzeichen für Kupfer	-D -E -F -H -K -R -U -Y	1 2 3 4 5 usw.	X	Y 0,5 0,75 1 1,5 2,5 4 6 10 16 25 usw.
A <sup>3)</sup>	03 05 07	G J M N, N4	C4	G J	Kein Kurzzeichen für runde Leitungs- konstruktionen	-A			G	
		R S V, V2, V3, V4 Z, Z1		N, N2, N4, NB Q, Q4 S S T, T6 V, V2, V3, V4, V5 Z, Z1						

1) Wenn zwei oder mehr Kurzzeichen, die in der gleichen Spalte aufgeführt sind, in einem bestimmten Kurzzeichen verwendet werden müssen, sind sie in radialer Folge, beginnend von der Ader- bzw. Leitungsachse, anzugeben.

2) Die Kurzzeichen können ihre Stellung innerhalb des Typkurzzeichens je nach Aufbau des Kabels oder der Leitung ändern.

3) Das Kennzeichen „A“ wird zukünftig entfallen. Bei nicht harmonisierten Leitungen, die das System des CENELEC HD 361 verwenden, wird empfohlen, kein Kurzzeichen zu verwenden.

Tabelle 830.1 Allgemeine Beispiele zu Teil 3 des Typkurzzeichens

$nXs$ oder $nGs$	$n$ Adern von $s$ mm <sup>2</sup> Nennquerschnitt
$n_1Xs_1 + n_2Xs_2$	$n_1$ Adern von $s_1$ mm <sup>2</sup> Nennquerschnitt + $n_2$ Adern von $s_2$ mm <sup>2</sup> Nennquerschnitt
$nXs_1/s_2$	$n$ Adern von $s_1$ mm <sup>2</sup> Nennquerschnitt und konzentrischer Leiter von $s_2$ mm <sup>2</sup> Nennquerschnitt
$n_1Xs_1 + n_2Xs_2/s_3$	$n_1$ Adern von $s_1$ mm <sup>2</sup> Nennquerschnitt + $n_2$ Adern von $s_2$ mm <sup>2</sup> Nennquerschnitt und konzentrischer Leiter von $s_3$ mm <sup>2</sup> Nennquerschnitt

Tabelle 830.2 Konkrete Beispiele zu Teil 3 des Typkurzzeichens

4 G 50	Vieradrige Leitung mit grün/gelber Ader und Nennquerschnitten von 50 mm <sup>2</sup>
4 X 50	Vieradrige Leitung ohne grün/gelbe Ader mit Nennquerschnitten von 50 mm <sup>2</sup>
3 X 50 + 1G25	Vieradrige Leitung mit 3 Leitern mit Nennquerschnitten von 50 mm <sup>2</sup> und einer grün/gelben Ader, die einen reduzierten Leiter von 25 mm <sup>2</sup> Nennquerschnitt besitzt
3 X 70/35	Dreiadrige Leitung mit Nennquerschnitten von 70 mm <sup>2</sup> und mit konzentrischem Leiter von 35 mm <sup>2</sup> Nennquerschnitt
2 X Y	Zweiadrige Leitung mit Lahnleiterleitern

## 19.9.2 Koaxialkabel und Lichtwellenleiter

### Normen der Reihe DIN EN 50117 (VDE 0887) Koaxialkabel

Diese Normenreihe besteht aus sechs Teilen und legt die Anforderungen an Koaxialkabel für Kabelverteilanlagen fest. In Teil 1 – der Fachgrundspezifikation – werden alle allgemein gültigen Festlegungen zu Koaxialkabel für Kabelverteilanlagen getroffen. Er bildet die Grundlage für alle weiteren Teile der Normenreihe – Rahmenspezifikationen –, die Festlegungen zu den einzelnen Bereichen der Kabelverteilanlagen enthalten.

#### DIN EN 50117-1 (VDE 0887-1) Koaxialkabel Teil 1: Fachgrundspezifikation (Jan 2003)

Diese Europäische Norm gilt für Koaxialkabel, welche in analogen und digitalen Systemen eingesetzt werden. Koaxialkabel, die in dieser Norm beschrieben sind, arbeiten im Bereich der „Transversal-Elektromagnetischen Wellen“ (TEM). Sie sind für die Anwendung in einem weiten Bereich von analogen und digitalen Systemen geeignet. Hierzu gehören Breitbandnetze (CATV), Hochfrequenzsysteme, allgemeine Signalverarbeitung, Rundfunk- und Fernsehübertragung sowie Netzwerke für Telekommunikation und für Datenübertragung. Für Innen- und Außenkabel, für Kabel für Erdverlegung sowie für Kabel mit Trageseil und Kabel mit weiteren Schutzmechanismen gegenüber Einflüssen aus der Umgebung stehen unterschiedliche Konstruktionen und Materialien zur Verfügung.

Allgemein sind die Kabel dieser Norm für Anwendungen in Systemen mit 50-Ohm- und 75-Ohm-Wellenwiderstand ausgelegt; allerdings werden auch Kabel anderer Systeme (z. B. 93/95 Ohm) von dieser Norm abgedeckt.

Koaxiale Kabel, welche in dieser Norm beschrieben werden, können Bestandteil hybrider Kabelkonstruktionen mit optischen Fasern oder mit Mehrfachelementen sein.

Diese Kabel können mit Spannungen größer als 50 V Wechselspannung oder größer als 75 V Gleichspannung betrieben werden. Allerdings sind diese Kabel nicht geeignet zum direkten Anschluss an das Netz der öffentlichen Energieversorgung oder an andere Quellen mit niedriger Impedanz.

#### DIN EN 50117-2-1 (VDE 0887-2-1) Koaxialkabel – Teil 2-1: Rahmenspezifikation für Kabel für Kabelverteilanlagen – Hausinstallationskabel im Bereich von 5 MHz–1000 MHz (Mrz 2006)

Diese Rahmenspezifikation bezieht sich auf EN 50117-1 – Fachgrundspezifikation für Koaxialkabel – und ist in Verbindung mit dieser Fachgrundspezifikation zu lesen. Die vorliegende Spezifikation bezieht sich auf Hausinstallationskabel zur Anwendung in Kabelverteilanlagen bei Temperaturen von –40 °C bis +70 °C, welche im Frequenzbereich zwischen 5 MHz und 1000 MHz betrieben werden. Zweck dieser Norm ist, die zutreffenden Prüfverfahren und Anforderungen der elektrischen und mechanischen Eigenschaften der Kabel sowie das Verhalten der Kabel gegenüber Umgebungsbedingungen und das Brandverhalten festzulegen.

**DIN EN 50117-2-2 (VDE 0887-2-2) Koaxialkabel – Teil 2-2: Rahmenspezifikation für Kabel für Kabelverteilanlagen – Außenkabel im Bereich von 5 MHz–1000 MHz (Aug 2005)**

Diese Norm bezieht sich auf EN 50117-1 und ist in Verbindung mit dieser Fachgrundspezifikation zu lesen. Die vorliegende Spezifikation bezieht sich auf Außenkabel zur Anwendung in Kabelverteilanlagen bei Temperaturen von  $-40\text{ °C}$  bis  $+70\text{ °C}$ , welche im Frequenzbereich zwischen 5 MHz und 1 000 MHz betrieben werden. Zweck dieser Norm ist, die zutreffenden Prüfverfahren und Anforderungen der elektrischen und mechanischen Eigenschaften der Kabel sowie das Verhalten der Kabel gegenüber Umgebungsbedingungen und das Brandverhalten festzulegen.

**DIN EN 50117-2-3 (VDE 0887-2-3) Koaxialkabel – Teil 2-3: Rahmenspezifikation für Kabel für Kabelverteilanlagen – Verteiler und Linienkabel für Systeme im Bereich von 5 MHz–1000 MHz (Aug 2005)**

Diese Norm bezieht sich auf EN 50117-1 und ist in Verbindung mit dieser Fachgrundspezifikation zu lesen. Die vorliegende Spezifikation bezieht sich auf Verteiler und Linienkabel zur Anwendung in Kabelverteilanlagen bei Temperaturen von  $-40\text{ °C}$  bis  $+70\text{ °C}$ , welche im Frequenzbereich zwischen 5 MHz und 1 000 MHz betrieben werden. Zweck dieser Norm ist, die zutreffenden Prüfverfahren und Anforderungen der elektrischen und mechanischen Eigenschaften der Kabel sowie das Verhalten der Kabel gegenüber Umgebungsbedingungen und das Brandverhalten festzulegen.

**DIN EN 50117-2-4 (VDE 0887-2-4) Koaxialkabel – Teil 2-4: Rahmenspezifikation für Kabel für Kabelverteilanlagen – Hausinstallationskabel im Bereich von 5 MHz–3000 MHz (Aug 2005)**

Diese Norm bezieht sich auf EN 50117-1 und ist in Verbindung mit dieser Fachgrundspezifikation zu lesen. Die vorliegende Spezifikation bezieht sich auf Hausinstallationskabel zur Anwendung in Kabelverteilanlagen bei Temperaturen von  $-40\text{ °C}$  bis  $+70\text{ °C}$ <sup>3)</sup>, welche im Frequenzbereich zwischen 5 MHz und 3000 MHz betrieben werden. Zweck dieser Norm ist, die zutreffenden Prüfverfahren und Anforderungen der elektrischen und mechanischen Eigenschaften der Kabel sowie das Verhalten der Kabel gegenüber Umgebungsbedingungen und das Brandverhalten festzulegen.

**DIN EN 50117-2-5 (VDE 0887-2-5) Koaxialkabel – Teil 2-5: Rahmenspezifikation für Kabel für Kabelverteilanlagen – Außenkabel im Bereich von 5 MHz–3000 MHz (Aug 2005)**

Diese Norm bezieht sich auf EN 50117-1 und ist in Verbindung mit dieser Fachgrundspezifikation zu lesen. Die vorliegende Spezifikation bezieht sich auf Außenkabel zur Anwendung in Kabelverteilanlagen bei Temperaturen von  $-40\text{ °C}$  bis  $+70\text{ °C}$ , welche im Frequenzbereich zwischen 5 MHz und 3 000 MHz betrieben werden. Zweck dieser Norm ist, die zutreffenden Prüfverfahren und Anforderungen der elektrischen und mechanischen Eigenschaften der Kabel sowie das Verhalten der Kabel gegenüber Umgebungsbedingungen und das Brandverhalten festzulegen.

**DIN EN 50117-3-1 (VDE 0887-3-1) Koaxialkabel für Kabelverteilanlagen – Teil 3-1: Rahmenspezifikation für Kabel für Anwendungen in der Telekommunikation – Miniaturkabel für digitale Kommunikationssysteme (Jan 2003)**

Diese Norm bezieht sich auf EN 50117-1 und ist in Verbindung mit dieser Fachgrundspezifikation zu lesen. Die vorliegende Norm bezieht sich auf einzelne und/oder mehrfache miniaturisierte Koaxialkabel zur Anwendung in digitalen Kommunikationssystemen für Anwendungen der Telekommunikation. Die in dieser Norm beschriebenen Kabel werden eingesetzt für die interne Verkabelung digitaler Verteiler und für Verbindungen von Einrichtungen zum Umschalten, zum Übertragen, zum Multiplexen oder zum Rangieren sowie für die Verbindungen zu digitalen Verteileinrichtungen.

Diese Koaxialkabel sind ausgelegt für die Signalübertragung der Systeme E1 (2 Mbit/s), E2 (8 Mbit/s), E3 (34 Mbit/s), E4 (140 Mbit/s), STM (155 Mbit/s), DS1 (1,5 Mbit/s), DS2 (6 Mbit/s) und DS3 (34 Mbit/s).

<sup>3)</sup> Dieser Wert gilt nur bei Anwendung ohne Strombelastung.

Die Kabel werden mit koaxialen Steckverbindern oder auf eine andere geeignete Weise mit den entsprechenden Einrichtungen verbunden.

Zweck dieser Norm ist, die zutreffenden Prüfverfahren und Anforderungen der elektrischen und mechanischen Eigenschaften der Kabel sowie das Verhalten der Kabel gegenüber Umgebungsbedingungen und das Brandverhalten der Kabel festzulegen.

Die in dieser Norm beschriebenen Kabel sind vorgesehen für die Anwendung mit Spannungen bis zu 50 V Wechselspannung oder bis zu 120 V Gleichspannung.

**DIN EN 50117-4 (VDE 0887-4) Koaxialkabel für Kabelverteilanlagen – Teil 4: Rahmenspezifikation für Verteiler- und Linienkabel (Mai 1996)**

Diese Rahmenspezifikation ist gemeinsam mit der Fachgrundspezifikation EN 50117-1 für Koaxialkabel in Kabelverteilanlagen für Frequenzen von 30 MHz bis 862 MHz anzuwenden. Diese Rahmenspezifikation gilt für Verteiler- und Linienkabel.

Zweck dieser Norm ist es, Werte und Eigenschaften der Kabel festzulegen und die anzuwendenden Prüfungen aus der Fachgrundspezifikation auszuwählen. Es wird auf geeignete Gütebestätigungsverfahren hingewiesen.

**DIN EN 50117-5 (VDE 0887-5) Koaxialkabel für Kabelverteilanlagen – Teil 5: Rahmenspezifikation für Hausinstallationskabel für Anlagen für Frequenzen von 5 MHz bis 2150 MHz (Mrz 1998)**

Diese Norm bezieht sich auf EN 50117-1 und ist in Verbindung mit dieser Fachgrundspezifikation zu lesen. Die vorliegende Spezifikation bezieht sich auf Außenkabel zur Anwendung in Kabelverteilsystemen bei Temperaturen von  $-40\text{ °C}$  bis  $+70\text{ °C}$ , welche im Frequenzbereich zwischen 5 MHz und 3000 MHz betrieben werden. Zweck dieser Europäischen Norm ist, die zutreffenden Prüfverfahren und Anforderungen der elektrischen und mechanischen Eigenschaften der Kabel sowie das Verhalten der Kabel gegenüber Umgebungsbedingungen und das Brandverhalten festzulegen.

**DIN EN 50117-6 (VDE 0887-6) Koaxialkabel für Kabelverteilanlagen – Teil 6: Rahmenspezifikation für Hausanschlusskabel für Anlagen für Frequenzen von 5 MHz bis 2150 MHz (Mrz 1998)**

Diese Rahmenspezifikation ist gemeinsam mit der EN 50117-1 für Koaxialkabel in Kabelverteilsystemen anzuwenden.

Diese Rahmenspezifikation gilt für Hausanschlusskabel in Netzwerken (z. B. SMATV) mit einem Betriebsfrequenzbereich von 5 MHz bis 2150 MHz.

Zweck dieser Norm ist es, Werte und Eigenschaften der Kabel festzulegen und die anzuwendenden Prüfungen.

**DIN 47302-1 Hochfrequenz(HF)-Hohlleiter – Rechteck-Rohr; Maße, Frequenzbereich, Dämpfung (Mrz 1980)**

**DIN 47302-2 – Rund-Rohr; Maße, Frequenzbereich, Dämpfung (Mrz 1980)**

**DIN 47302-3 – Quadratisches Rohr; Maße, Frequenzbereich, Dämpfung (Sep 1981)**

**DIN 47302-10 – Hohlleiter-Rohr; Anforderungen (Feb 1979)**

Diese Normenreihe legt Maße, Frequenzbereiche und Dämpfung von Hochfrequenz(HF)-Hohlleitern fest.

Teil 10 der Normenreihe gilt für Hohlleiter-Rohre der Weitverkehrstechnik und legt die Anforderungen für metallische Ausführungen der Formen R, F, Q und C fest.

### Normen der Reihe DIN VDE 0888 (VDE 0888) Lichtwellenleiter-Kabel für Fernmelde- und Informationsverarbeitungsanlagen

Der Lichtwellenleiter (LWL) ist ein dielektrischer Wellenleiter, dessen Kern aus optisch transparentem Material geringer Dämpfung besteht. Sein Mantel besteht ebenfalls aus optisch transparentem Material jedoch mit einem niedrigeren Brechungsindex.

LWL werden zur Übertragung von Signalen mit Hilfe elektromagnetischer Wellen im Bereich der optischen Frequenzen eingesetzt. Der LWL ist im Allgemeinen mit einer Beschichtung versehen und wird auch als „Faser“ bezeichnet.

Die Reihe der Normen besteht aus mehreren Teilen, die neben dem Lichtwellenleiterkabel die verschiedenen Lichtwellenleiterarten spezifizieren.

#### DIN VDE 0888-3 (VDE 0888-3) Lichtwellenleiter-Kabel für Fernmelde- und Informationsverarbeitungsanlagen – Teil 3: Außenkabel (Okt 1999)

Dieser Teil gilt für Außenkabel mit Lichtwellenleitern, die in Fernmeldeanlagen und Informationsverarbeitungsanlagen verwendet werden. Sie gilt nicht für faseroptische Elemente der Licht- und Bildübertragung.

Diese Kabel sind so aufgebaut, dass sie als Übertragungselemente Lichtwellenleiter sowie gegebenenfalls Elemente für elektrische Nachrichten- und Informationsübertragungen enthalten. Die Verseilelemente sind lagenverseilt.

Zur Kennzeichnung müssen die Kabel einen als Warenzeichen (Ursprungszeichen) eingetragenen Firmenkennfaden der Herstellerfirma enthalten. Die Farbe des Kennfadens muss beständig sein. Der Kennfaden muss bei Kabeln mit gemeinsamer Bedeckung der Verseilelemente unmittelbar unter, innerhalb oder unmittelbar über dieser Bedeckung liegen. Bei Kabeln ohne gemeinsame Bedeckung der Verseilelemente muss der Kennfaden unmittelbar oberhalb der Gesamtheit der Verseilelemente angeordnet sein.

Die Kabel müssen auf dem Kabelmantel bzw. auf der äußeren Schutzhülle fortlaufend eine Kennzeichnung nach Bild 833.1 für Kabel mit Mehrmodenfasern und nach Bild 834.1 für Kabel mit Einmodenfasern haben. Die Kennzeichnung setzt sich zusammen aus dem Bildzeichen „Fernsprecher“ nach DIN 30600 Reg.-Nr. 211, sowie aus dem Zeichen für LWL-Kabel, 2 × Bildzeichen „Wechselstrom“ nach DIN 30600, Reg.-Nr. 37 und (bei Kabeln mit Einmodenfasern) dem Buchstaben „E“, in Schrift DIN 30640-A5. Dabei muss die Kennzeichnungsfolge bei Kabeln mit einem Außendurchmesser bis 20 mm mindestens auf einer Linie und bei Kabeln mit einem Außendurchmesser über 20 mm mindestens auf 2 Linien gleichmäßig über den Umfang des Mantels oder der Schutzhülle vorgenommen werden.

Die Kabel dürfen auf einer Mantellinie eine Längenmarkierung erhalten. Hierfür entfallen an den betreffenden Stellen die Bildzeichen (s. Bild 833.1). Die einzelnen Messmarken sind fortlaufend mit Maßzahlen nummeriert in 1-Meter-Abständen angeordnet.

Die Längenmarkierung darf auf jedem Kabelstück mit einer beliebigen Zahl beginnen und muss der natürlichen Zahlenreihe folgen. Der Wechsel vom Endwert der Zahlenreihe auf den Anfangswert ist innerhalb eines Kabel-Lieferstückes unzulässig.

Die Längenmarkierungen stellen lediglich ein Hilfsmittel z. B. für eine einfache Aufmaßermittlung nach der Verlegung oder für die Feststellung der auf der Spule verbliebenen Restlänge dar.

Über die Festlegungen zur Kennzeichnung hinaus werden in der Norm weitere Festlegungen zum Aufbau und zu den Maßen, zu mechanischen Eigenschaften und thermischem Verhalten sowie Übertragungstechnischen, optischen und elektrischen Eigenschaften getroffen.

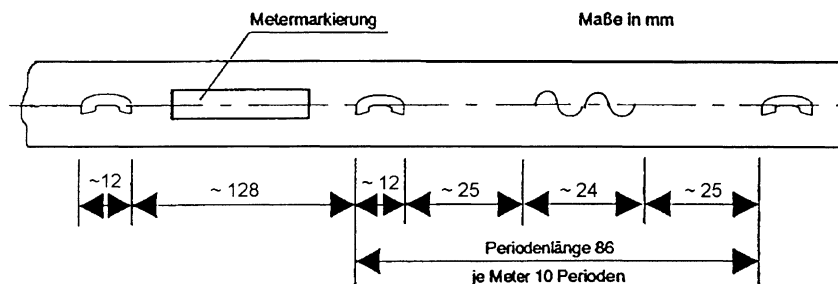


Bild 833.1  
Äußere Kennzeichnung für Kabel mit Mehrmodenfasern  
Farbe der Kennzeichnung weiß



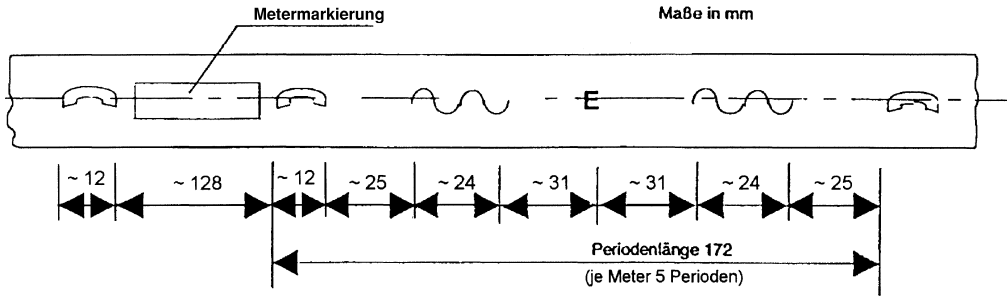


Bild 834.1 Äußere Kennzeichnung für Kabel mit Einmodenfaser  
Farbe der Kennzeichnung weiß

#### DIN VDE 0888-4 (VDE 0888-4) Lichtwellenleiter-Kabel für Fernmelde- und Informationsverarbeitungsanlagen – Teil 4: Innenkabel mit einem Lichtwellenleiter (Okt 1999)

Diese Kabel enthalten eine zentral angeordnete Vollader sowie nichtmetallische Zugentlastungselemente. Sie haben einen Mantel aus PVC oder halogenfreiem Material (für Kabel mit verbessertem Verhalten im Brandfall).

Zur Kennzeichnung müssen die Kabel einen als Warenzeichen (Ursprungszeichen) eingetragenen Firmenkennfaden der Herstellerfirma enthalten. Die Farbe des Kennfadens muss beständig sein. Die Kennfäden müssen bei Kabeln mit gemeinsamer Bedeckung der Verseilelemente unmittelbar unter, innerhalb oder unmittelbar über dieser Bedeckung liegen. Bei Kabeln ohne gemeinsame Bedeckung der Verseilelemente müssen die Kennfäden unmittelbar oberhalb der Gesamtheit der Verseilelemente angeordnet sein.

Die Kabel müssen auf dem Mantel fortlaufend eine Kennzeichnung nach Bild 834.2 tragen:  $2 \times$  Bildzeichen „Wechselstrom“ nach DIN 30600 Reg.-Nr. 37 sowie dazwischen das Kurzzeichen für die Faserart, z. B. E (Einmodenfaser), G 50 (Mehrmodenfaser mit  $50 \mu\text{m}$  Kerndurchmesser), G 62,5 (Mehrmodenfaser mit  $62,5 \mu\text{m}$  Kerndurchmesser), in Schrift DIN 30640-A2,0.

Über die Festlegungen zur Kennzeichnung hinaus werden in der Norm weitere Festlegungen zum Aufbau und zu den Maßen, zu mechanischen Eigenschaften (z. B. Verlegeverhalten usw.) und thermischem Verhalten sowie zu Übertragungstechnischen und optischen Eigenschaften getroffen.

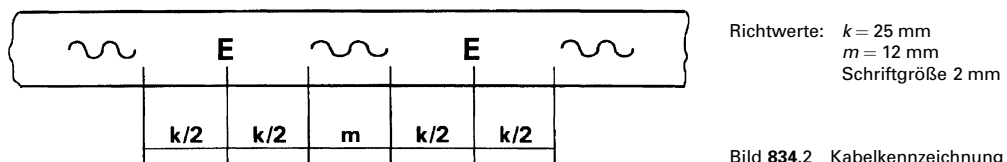


Bild 834.2 Kabelkennzeichnung

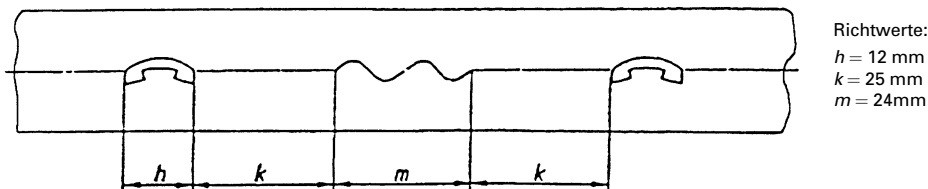
#### DIN VDE 0888-5 (VDE 0888-5) Lichtwellenleiter-Kabel für Fernmelde- und Informationsverarbeitungsanlagen – Teil 5: Aufteilbare Außenkabel (Okt 1999)

Aufteilbare Außenkabel enthalten nur Lichtwellenleiter. Sie haben einen Mantel aus PVC oder, für Kabel mit verbessertem Verhalten im Brandfall, aus halogenfreiem Material.

Zur Kennzeichnung müssen die Kabel einen als Warenzeichen (Ursprungszeichen) eingetragenen Firmenkennfaden der Herstellerfirma enthalten. Die Farbe des Kennfadens muss beständig sein.

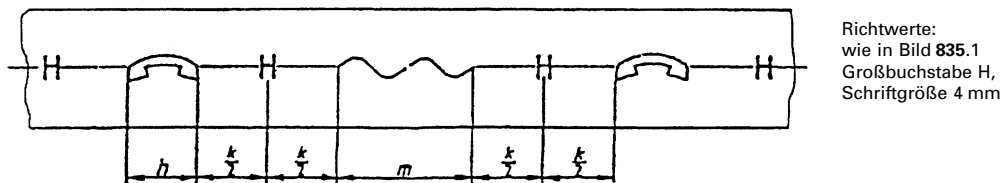
Der Kennfaden kann in den Grundelementen oder über die Verseilelemente angeordnet sein.

Die Kabel müssen auf dem Kabelmantel fortlaufend eine Kennzeichnung nach Bild 835.1 oder Bild 835.2 tragen. Die Kennzeichnung setzt sich zusammen aus dem Bildzeichen „Fernsprecher“ nach DIN 30600 Reg.-Nr. 211 sowie aus dem Zeichen für LWL-Kabel,  $2 \times$  Bildzeichen „Wechselstrom“ nach DIN 30600 Reg.-Nr. 37 und bei halogenfreien Außenkabeln zusätzlich dem Buchstaben H, Schrift DIN 30640-A4.



Richtwerte:  
 $h = 12 \text{ mm}$   
 $k = 25 \text{ mm}$   
 $m = 24 \text{ mm}$

Bild 835.1 Anordnung der Kennzeichnungsfolge für Kabel mit PVC-Außenmantel



Richtwerte:  
 wie in Bild 835.1  
 Großbuchstabe H,  
 Schriftgröße 4 mm

Bild 835.2 Anordnung der Kennzeichnungsfolge für Kabel mit halogenfreiem Mantel

Dabei muss die Kennzeichnungsfolge mindestens auf einer Linie aufgebracht sein. Die Farbe der Kennzeichnung ist weiß.

Über die Festlegungen zur Kennzeichnung hinaus werden in der Norm weitere Festlegungen zum Aufbau und zu den Maßen, zu mechanischen Eigenschaften (z. B. Kabelbiegung, Kälteschlag usw.) und thermischem Verhalten sowie zu Übertragungstechnischen und optischen Eigenschaften getroffen.

**DIN VDE 0888-6 (VDE 0888-6) Lichtwellenleiter-Kabel für Fernmelde- und Informationsverarbeitungsanlagen – Teil 6: Innenkabel mit mehreren Lichtwellenleitern (Okt 1999)**

Innenkabel mit mehreren Lichtwellenleitern enthalten gegebenenfalls Elemente für elektrische Nachrichten- und Informationsübertragung sowie nichtmetallische Zugentlastungselemente. Die Verseilelemente sind lagenverseilt. Bei Kabeln mit einer Bündelader ist diese zentral angeordnet. Die Kabel haben einen Mantel aus PVC oder halogenfreiem Material.

Zur Kennzeichnung müssen die Kabel einen als Warenzeichen (Ursprungszeichen) eingetragenen Firmenkennfaden der Herstellerfirma enthalten. Die Farbe des Kennfadens muss beständig sein. Die Kennfäden müssen bei Kabeln mit gemeinsamer Bedeckung der Verseilelemente unmittelbar unter, innerhalb oder unmittelbar über dieser Bedeckung liegen. Bei Kabeln ohne gemeinsame Bedeckung der Verseilelemente müssen die Kennfäden unmittelbar oberhalb der Gesamtheit der Verseilelemente angeordnet sein.

Die Kabel müssen auf dem Mantel fortlaufend eine Kennzeichnung nach Bild 835.3 tragen: 2 x Bildzeichen „Wechselstrom“ nach DIN 30600 Reg.-Nr. 37 sowie dazwischen das Kurzzeichen für die Faserart, z. B. „E“ für Einmodenfaser, „G 50“ für Mehrmodenfaser mit 50 µm Kerndurchmesser, „G 62,5“ für Mehrmodenfaser mit 62,5 µm Kerndurchmesser, Schrift nach DIN 30640-A.

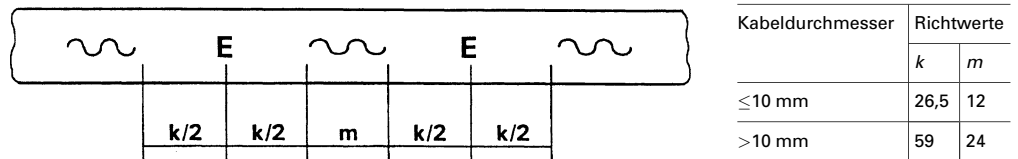


Bild 835.3 Kabelkennzeichnung

Über die Festlegungen zur Kennzeichnung hinaus werden in der Norm weitere Festlegungen zum Aufbau und zu den Maßen, zu mechanischen Eigenschaften (z. B. Verlegeverhalten usw.) und thermischem Verhalten sowie zu Übertragungstechnischen und optischen Eigenschaften getroffen. Neben den Deutschen Normen der Reihe DIN VDE 0888 (VDE 0888) ist auf internationaler Normungsebene die Normenreihe IEC 60794 und in Europa die Normenreihen EN 187000 sowie EN 188000 erarbeitet worden (Näheres s. Normen).

## 19.10 Elektrische Messgeräte

### DIN EN 60051-1 Direkt wirkende anzeigende elektrische Messgeräte und ihr Zubehör – Messgeräte mit Skalenanzeigen – Teil 1: Definitionen und allgemeine Anforderungen für alle Teile dieser Norm (Okt 1999)

Diese Norm enthält die deutsche Übersetzung der Internationalen Norm IEC 60051-1.

Die Norm gilt für direkt wirkende anzeigende elektrische Messgeräte mit Skalenanzeige wie Strom- und Spannungsmessgeräte, Wirkleistungs-, Blindleistungs- und Phasenverschiebungswinkel-Messgeräte, Frequenzmessgeräte mit Zeigern oder Zungen, Widerstands-, Scheinwiderstands- und Leitwert-Messgeräte, Leistungsfaktor-Messgeräte und Synchronoskope. Sie gilt auch für Messgeräte und Zubehör, wie Nebenwiderstände, Vorwiderstände und Scheinwiderstände.

#### Allgemeine Begriffe (Auswahl)

##### Elektrisches Messgerät

Ein Messgerät zur Messung einer elektrischen oder nichtelektrischen Größe mit elektrischen Mitteln.

##### Messgerät mit Skalenanzeige

Ein Messgerät, das die Ausgangsgröße als eine stetige Funktion der Messgröße ausgibt oder anzeigt.

*Anmerkung:* Ein Messgerät, bei dem eine Änderung der Anzeige in Form von kleinen diskreten Einzelschritten erfolgt, jedoch nicht in Form einer Ziffernanzeige, gilt als Messgerät mit Skalenanzeige.

##### Anzeigendes Messgerät

Ein Messgerät, das zu jeder Zeit den Wert der Messgröße anzeigt, ohne ihn aufzuzeichnen.

*Anmerkung:* Der angezeigte Wert darf von dem Wert der vom Messgerät gemessenen Größe verschieden sein und darf in Einheiten einer anderen Größe angegeben werden.

##### Direkt wirkendes anzeigendes Messgerät

Ein Messgerät, bei dem die Anzeigevorrichtung mechanisch mit dem beweglichen Teil verbunden ist und von diesem betätigt wird.

##### Elektronisches Messgerät

Ein Messgerät zur Messung einer elektrischen oder nichtelektrischen Größe mit elektronischen Mitteln.

##### Vielfach-Messgerät

Ein Messgerät mit einer einzigen Anzeigevorrichtung zur Messung mehrerer Größen (z. B. ein Messgerät zur Messung von Strom, Spannung und Widerstand).

##### Zubehör

Ein Teil, eine Gruppe von Teilen oder eine Einrichtung, die, mit dem Messkreis eines Messgerätes in Verbindung gebracht, dem Messgerät bestimmte Eigenschaften verleiht.

##### Nebenwiderstand

Ein Widerstand parallel zum Messkreis eines Messgerätes.

*Anmerkung:* Ein Nebenwiderstand ist hauptsächlich dazu bestimmt, eine zum Messstrom proportionale Spannung zu erzeugen.

##### Vorwiderstand

Ein Wirkwiderstand oder Scheinwiderstand in Reihe mit dem Messkreis eines Messgerätes.

*Anmerkung:* Ein Vorwiderstand ist hauptsächlich dazu bestimmt, den Spannungsmessbereich eines Messgerätes zu erweitern.

#### Beschreibung der Messgeräte nach ihrer Arbeitsweise (Auswahl)

##### Drehspul-Messgerät

Ein Messgerät, dessen Arbeitsweise auf der Wechselwirkung zwischen dem Magnetfeld einer stromdurchflossenen beweglichen Spule und dem Feld eines feststehenden Dauermagneten beruht.

*Anmerkung:* Das Messgerät kann mehr als eine Spule haben, um die Summe oder das Verhältnis der darin fließenden Ströme zu messen.

**Leistungsfaktor-Messgerät**

Ein Messgerät zur Messung des Verhältnisses von Wirkleistung zu Scheinleistung innerhalb eines elektrischen Kreises.

Leistungsfaktor-Messgeräte zeigen im Allgemeinen den Kosinus des Phasenverschiebungswinkels zwischen einem Strom und einer zugehörigen Spannung an.

**Verhältnis-(Quotienten-)Messgerät**

Ein Messgerät, das das Verhältnis zweier Werte einer Größe (dem Quotienten der Werte zweier Größen) misst.

**Effektivwert-Messgerät**

Ein Messgerät, dessen Anzeige innerhalb eines festgelegten Frequenzbereiches proportional zum Effektivwert der Messgröße ist, selbst wenn diese eine nicht sinusförmige Kurvenform aufweist oder einen Gleichstromanteil hat.

**Konstruktive Eigenschaften von Messgeräten (Auswahl)****Messkreis (eines Messgerätes)**

Der innerhalb des Messgerätes und seines Zubehörs einschließlich Zuleitungen, falls vorhanden, befindliche Teil des elektrischen Kreises, der an eine Spannung gelegt oder von einem Strom durchflossen wird, die einzeln oder gemeinsam bestimmend für die Anzeige der Messgröße sind (eine dieser Größen darf die Messgröße selbst sein).

**Äußerer Messkreis**

Der außerhalb des Messgerätes befindliche Teil des elektrischen Stromkreises, von dem eine Messgröße zugeführt wird.

**Hilfskreis**

Ein anderer Kreis als ein Messkreis, der für die Funktion des Messgerätes erforderlich ist.

**Messwerk**

Die Teile eines Messgerätes, auf die eine Messgröße einwirkt und eine Bewegung des beweglichen Teiles des Messwerkes bewirkt, die aus dieser Messgröße resultiert.

**Skale**

Die Gesamtheit von Teilstrichen und Zahlen, an denen mittels der Ablesemarke der Wert der Messgröße abgelesen werden kann.

**Skalenteil**

Der Abstand zweier aufeinander folgender Skalenteilstriche.

**Elektrischer Nullpunkt**

Die Gleichgewichtslage, die die Ablesemarke einnimmt, wenn die Messgröße entweder den Wert Null oder einen vorgegebenen Wert hat, wobei der die Richtkraft erzeugende Stromkreis, falls vorhanden, eingeschaltet ist.

**Charakteristische Merkmale von Messgrößen (Auswahl)****Spanne**

Die algebraische Differenz zwischen der oberen und der unteren Grenze des Messbereiches. Sie wird in Einheiten der Messgröße angegeben.

**Messbereich**

Der durch zwei Werte der Messgröße festgelegte Bereich, innerhalb dessen die Grenzen der Messabweichung für das Messgerät (und/oder Zubehörs) angegeben sind.

*Anmerkung:* Ein Messgerät (und/oder Zubehör) kann mehrere Messbereiche haben.

**Bleibende Abweichung**

Der Ausschlag des beweglichen Teiles eines Messwerkes mit mechanischer Richtkraft, der bleibt, wenn die Ausschlagursache entfallen ist und alle Messkreise abgeschaltet sind.

## Kennwerte

### Nennwert

Wert einer Größe zur Kennzeichnung des bestimmungsgemäßen Gebrauchs von Messgerät oder Zubehör; bestimmende Eigenschaften eines Messgerätes und eines Zubehörs sind ebenfalls Nennwerte.

### Bemessungswert

Ein für eine vorgegebene Betriebsbedingung geltender Wert einer Größe, der im Allgemeinen vom Hersteller festgelegt wird.

### Bezugswert

Ein eindeutig festgelegter Wert einer Messgröße, auf den die Messabweichung(en) eines Messgerätes und/oder Zubehörs bezogen wird (werden), um deren jeweilige Genauigkeit festzulegen.

*Anmerkung:* Dieser Wert kann z. B. die obere Grenze des Messbereiches, die Spanne oder ein anderer, eindeutig angegebener Wert sein.

## Einflussgröße, Referenzbedingungen, Nenngebrauchsbereich und Messvorbereitung (Auswahl)

### Einflussgröße

Jede Größe, im Allgemeinen von außen auf das Messgerät und/oder das Zubehör einwirkend, die dessen Betriebsverhalten beeinflussen kann.

### Referenzbedingungen

Die geeignete Menge festgelegter Werte und festgelegter Bereiche von Einflussgrößen, für die die zulässigen Messabweichungen eines Messgerätes und/oder eines Zubehörs angegeben werden. Jede Einflussgröße darf entweder einen Referenzwert oder einen Referenzbereich haben.

### Referenzwert

Festgelegter Wert einer Referenzbedingung aus der Gesamtheit der Referenzbedingungen.

### Referenzbereich

Festgelegter Bereich von Werten einer Referenzbedingung aus der Gesamtheit der Referenzbedingungen.

### Nenngebrauchsbereich

Festgelegter Bereich von Werten, den eine Einflussgröße annehmen kann, ohne einen über die festgelegten Grenzen hinausgehenden Einflusseffekt zu verursachen.

### Grenzwerte einer Einflussgröße

Grenzwerte, die eine Einflussgröße annehmen kann, ohne dass dabei das Messgerät oder Zubehör beschädigt oder bleibend verändert wird, sodass es nicht mehr den Anforderungen seiner Genauigkeitsklasse entspricht.

*Anmerkung:* Die Grenzwerte können von der Dauer der Einwirkung einer Einflussgröße abhängen.

## Messabweichungen und Einflüsseffekte

### (Absolute) Messabweichung

Für ein Messgerät der Wert, der durch Subtraktion des wahren Wertes vom angezeigten Wert erhalten wird.

Für ein Zubehör der Wert, der durch Subtraktion des wahren Wertes vom angegebenen (bestimmungsgemäßen) Wert erhalten wird.

*Anmerkung 1:* Da der wahre Wert nicht durch Messen ermittelt werden kann, ist stattdessen ein Wert (der richtige Wert) zu verwenden, der bei genau festgelegten Prüfbedingungen und zu einer festgelegten Zeit gemessen wird. Dieser Wert wird von nationalen Normalen abgeleitet oder von einem zwischen Hersteller und Anwender vereinbarten Normal.

*Anmerkung 2:* Es ist zu beachten, dass die Messabweichung eines Zubehörs das Vorzeichen wechseln kann, wenn das Zubehör zusammen mit einem Messgerät verwendet wird.

### Eigenabweichung

Die Messabweichung eines Messgerätes und/oder Zubehörs, wenn es sich unter Referenzbedingungen befindet.

### Nachlaufabweichung

Die Differenz zwischen der Anzeige eines Messgerätes und dem zur Messgröße proportionalen Wert, gemessen an Punkten innerhalb der Skale, nachdem vorher das Messgerät so justiert wurde, dass an zwei vorgegebenen Stellen keine Messabweichung vorhanden ist.

### Einflusseffekt

Bei einem Messgerät die Differenz zwischen zwei angezeigten Werten derselben Messgröße oder bei einem Zubehör die Differenz zwischen den zwei richtigen Werten, wenn eine einzelne Einflussgröße nacheinander zwei verschiedene, festgelegte Werte innerhalb des Nenngebrauchsbereiches annimmt.

### Genauigkeit, Genauigkeitsklasse und Klassenzeichen

#### Genauigkeit

Bei einem Messgerät der Grad der Übereinstimmung zwischen angezeigtem und richtigem Wert. Bei einem Zubehör der Grad der Übereinstimmung zwischen angegebenem (bestimmungsgemäßem) und richtigem Wert.

*Anmerkung:* Die Genauigkeit eines Messgerätes oder eines Zubehörs ist durch die Grenzen der Eigenabweichung und die Grenzen der Einflusseffekte bestimmt.

#### Genauigkeitsklasse

Zuordnungsgruppe einer Menge von Messgeräten und/oder Zubehör, die bestimmte metrologische Anforderungen erfüllen, um zulässige Messabweichungen und Einflusseffekte innerhalb festgelegter Grenzen zu halten.

#### Klassenzeichen

Die Zahl, die die Genauigkeitsklasse angibt.

*Anmerkung:* Einige Messgeräte und/oder Zubehör dürfen mehr als ein Klassenzeichen haben.

### Aufschriften und Symbole, auch für die Anschlüsse

Messgeräte müssen auf dem Skalenträger oder auf einer bei Gebrauch sichtbaren Fläche bestimmte Angaben (zu verwendende Zeichen und Symbole s. Tab. 839.1) aufweisen.

DIN EN 60051-1 enthält weiterhin Anforderungen zur Erklärung der Übereinstimmung mit dieser Norm, Referenzbedingungen, elektrische, mechanische und konstruktive Anforderungen sowie Anforderungen zu den Prüfungen (s. Norm).

Tabelle 839.1 Zeichen und Symbole für die Beschriftung von Messgeräten und Zubehör

A Einheiten und Größen		SI-Vorsätze	
Bezeichnung	Zeichen	Bezeichnung	Zeichen
Ampère	A	exa 10 <sup>18</sup>	E
Dezibel	dB	peta 10 <sup>15</sup>	P
Hertz	Hz	tera 10 <sup>12</sup>	T
Ohm	Ω	giga 10 <sup>9</sup>	G
Sekunde	s (Kleinbuchstabe)	mega 10 <sup>6</sup>	M (Großbuchstabe)
Siemens	S (Großbuchstabe)	kilo 10 <sup>3</sup>	k (Kleinbuchstabe)
Tesla	T	hecto <sup>1)</sup> 10 <sup>2</sup>	h (Kleinbuchstabe)
Volt	V (Großbuchstabe)	deca <sup>1)</sup> 10	da (Kleinbuchstaben)
Voltampère	VA (Großbuchstaben)	deci <sup>1)</sup> 10 <sup>-1</sup>	d (Kleinbuchstabe)
Voltampère reaktiv	var (Kleinbuchstaben)	centi <sup>1)</sup> 10 <sup>-2</sup>	c (Kleinbuchstabe)
Watt	W (Großbuchstabe)	milli 10 <sup>-3</sup>	m (Kleinbuchstabe)
Leistungsfaktor	cos φ oder cos φ	micro 10 <sup>-6</sup>	μ
Grad Celsius	°C	nano 10 <sup>-9</sup>	n
		pico 10 <sup>-12</sup>	p
		femto 10 <sup>-15</sup>	f
		atto 10 <sup>-18</sup>	a

Fortsetzung s. nächste Seite

Tabelle 839.1, Fortsetzung

B Art der Messgröße und Anzahl der Messwerke			E Genauigkeitsklasse			
Nr	Bezeichnung	Symbol	Nr	Bezeichnung	Symbol	
B-1	Gleichstromkreis und/oder Messwerk	(5031)*	E-1	Klassenzeichen (z. B. 1), angenommen, wenn der Bezugswert mit der Skalenlänge, dem angezeigten Wert oder der Spanne übereinstimmt	1	
B-2	Wechselstromkreis und/oder Messwerk für Wechselstrom	(5032)*				
B-3	Gleichstrom- und/oder Wechselstromkreis und/oder Messwerk für Gleich- und Wechselstrom	(5033)*				
Nr	Bezeichnung	Symbol		E-2	Klassenzeichen (z. B. 1), wenn der Bezugswert mit der Skalenlänge übereinstimmt	
B-4	Dreiphasen-Wechselstromkreis (allgemeines Symbol)	3 ~ †	Die Symbole in dieser Spalte sind der früheren Ausgabe von IEC 60051 entnommen, sie dienen nur zur Information	E-3	Klassenzeichen (z. B. 1), wenn der Bezugswert mit dem angezeigten Wert übereinstimmt	
B-6	Ein Messwerk (E) für Dreileiter-System	3 ~ 1E†		E-10	Klassenzeichen (z. B. 1), wenn der Bezugswert mit der Spanne übereinstimmt	
B-7	Ein Messwerk (E) für Vierleiter-System	3N ~ 1E†		<b>F Allgemeine Symbole (s. auch DIN EN 60617 und DIN EN 60417)</b>		
B-8	Zwei Messwerke (E) für unsymmetrisches Dreileiter-System	3 ~ 2E†		F-1	Drehspulmesswerk	
B-9	Zwei Messwerke (E) für unsymmetrisches Vierleiter-System	3N ~ 2E†		F-2	Drehspul-Quotientenmesswerk	
B-10	Drei Messwerke (E) für unsymmetrisches Vierleiter-System	3N ~ 3E†		F-3	Drehmagnetmesswerk	
				F-4	Drehmagnet-Quotientenmesswerk	
<b>C Sicherheit (zur Anwendung s. IEC 61010-1)</b>			F-5	Dreheisenmesswerk		
<b>D Gebrauchslage</b>			F-6	Eisennadelmesswerk		
Nr	Bezeichnung	Symbol	F-7	Dreheisen-Quotientenmesswerk		
D-1	Messgerät mit senkrechtem Skalenträger		F-8	Elektrodynamisches Messwerk, eisenlos		
D-2	Messgerät mit waagrechtem Skalenträger		F-9	Elektrodynamisches (ferrodynamisches) Messwerk, eisengeschlossen		
D-3	Messgerät, das mit einem Skalenträger in Schräglage (z. B. 60°) gegenüber der Waagerechten zu verwenden ist		F-10	Elektrodynamisches Quotientenmesswerk, eisenlos		
D-4	Beispiel für ein Messgerät mit einem Nenngebrauchsbereich von 80° bis 100°, das entsprechend D-1 verwendet wird		F-11	Elektrodynamisches (ferrodynamisches) Quotientenmesswerk, eisengeschlossen		
D-5	Beispiel für ein Messgerät mit einem Nenngebrauchsbereich von -1° bis +1°, das entsprechend D-2 verwendet wird		F-12	Induktionsmesswerk		
D-6	Beispiel für ein Messgerät mit einem Nenngebrauchsbereich von 45° bis 75°, das entsprechend D-3 verwendet wird		F-13	Induktions-Quotientenmesswerk		
			F-15	Bimetallmesswerk		

Fortsetzung und Fußnoten s. nächste Seite

Tabelle 839.1, Fortsetzung

Nr	Bezeichnung	Symbol	Nr	Bezeichnung	Symbol
F-16	Elektrostatistisches Messwerk		F-33	Hinweis auf eine gesonderte Unterlage	
F-17	Messwerk mit vibrierenden Zungen		F-34	Elektrisches Fremdfeld kV/m, das einen Einflusseffekt entsprechend dem Wert des Klassenzeichens verursacht (z. B. 10 kV/m)	
F-18	Thermoumformer, nicht isoliert				
F-19	Thermoumformer, isoliert		F-35	Allgemeines Zubehör	
F-20	Elektronische Anordnung im Messkreis		F-37	Eisentafel von X mm Dicke	FeX
F-21	Elektronische Anordnung im Hilfskreis		F-38	Eisentafel beliebiger Dicke	Fe
F-22	Gleichrichter		F-39	Nichteisen-Metalldielektrofaserplatte beliebiger Dicke	NFe
F-23	Nebenwiderstand		F-42	Anschluss an Rahmen oder Gehäuse	
F-24	Reihenwiderstand		F-43	Anschluss für Schutzleiter	
F-25	Reiheninduktivität		F-44	Anschluss für fremdspannungsarme Erde	
F-26	Reihenscheinwiderstand		F-45	Anschluss für erdnahe Potential	
F-27	Elektrostatische Schirmung		F-46	Positiver Anschluss	
F-28	Magnetische Schirmung		F-47	Negativer Anschluss	
F-29	Astatisches Messgerät	ast	F-48	Einsteller an Widerstandsmessgeräten	
F-30	Magnetisches Fremdfeld kA/m, das einen Einflusseffekt entsprechend dem Wert des Klassenzeichens verursacht (z. B. 2 kA/m)		F-49	Eingebauter Überlastschutz	
F-31	Anschluss für Erde (allgemeines Symbol)		F-50	Rücksteller für Überlastschutz	
F-32	Null (Spannen) Justiereinrichtung				

\* Ziffern, die durch „\*“ gekennzeichnet sind, sind Bezugsnummern der Symbole in DIN EN 60417.

† Symbole, die mit „†“ gekennzeichnet sind, sind vom Symbol 02-02-04 in DIN EN 60617-2 abgeleitet.

1) Diese Bezeichnungen sind nicht bevorzugt und sollten vermieden werden.

Das Vorsatzzeichen (falls benötigt) geht unmittelbar, d. h. ohne Leerstelle, dem Einheitenzeichen voraus. Eine Ziffer hat einen Abstand zum Vorsatz (falls vorhanden) und der Einheit. Beispiel: 23 °C, 120 mV.

2) Das Symbol E-2 dient nur zur Information. Es darf in Neukonstruktionen nicht verwendet werden.

3) Wenn die Symbole F-18, F-19, F-20, F-21 oder F-22 mit einem Symbol eines Messgerätes kombiniert werden, wie z. B. Symbol F-1, ist die Anordnung eingebaut.

4) Das Symbol F-31 ist abzulehnen. Eines der eindeutigeren Symbole F-42, F-43, F-44 oder F-45 sollte stattdessen verwendet werden.

5) Symbol F-35 zeigt an, dass eine Vorrichtung außen am Messgerät ist und muss mit einem der Symbole F-18, F-19, F-20, F-21 oder F-22 kombiniert werden.



### DIN EN 60477 Gleichstrom-Messwiderstände (Mrz 1999)

Diese Norm gilt für Gleichstrom-Messwiderstände und bezieht sich auf Einzel- und Mehrfachwiderstände der Genauigkeitsklassen 0,0005 bis 0,2 sowie Einzel- und Mehrdekadenwiderstände der Genauigkeitsklassen 0,0005 bis 5. Sie legt eine Klassifizierung, Anforderungen zur Eigenabweichung und zu Einschlusseffekten, elektrische und mechanische Anforderungen sowie Aufschriften und Symbole fest (s. Norm).

### DIN IEC 60469-1 Impulstechnik, Impulsbegriffe und -definitionen (Mai 1991)

Diese Norm ist identisch mit IEC 60469-1 und enthält die grundlegenden Begriffe und Definitionen, die für die Impulstechnik wichtig sind. Diese bilden die Voraussetzung für einen wirkungsvollen Austausch technischer Informationen, für Normen für Messverfahren von Impulsgrößen, von Normen für Geräte der Impulstechnik und für Geräte, in denen Impulstechniken angewandt werden. Die Impulsbegriffe sind anwendbar auf gedachte und wirkliche Impulse, ohne Rücksicht auf anwendbare Fehlergrenzen, auf einen weiten Bereich von Techniken und bei Messungen unabhängig von den eingesetzten Messmitteln oder den angewandten Mitteln zur Auswertung des Schwingungsabbildes.

Die Norm behandelt allgemeine Begriffe (z. B. Welle, Impuls, Übergang, qualitative Adjektive), Einzelimpulsabbild, Schwingungsabbild, komplexe Schwingungsabbilder, Zeitbeziehungen zwischen verschiedenen Impulsabbildern, Verzerrung, Jitter, Fluktuation und verschiedene Impulsbegriffe (u. a. logische Operationen mit Impulsen).

Ein Stichwortverzeichnis mit rund 500 Begriffen (deutsch-englisch und englisch-deutsch) dient gleichzeitig als Übersetzungshilfe.

#### Begriffsauswahl

**Welle:** Eine durch eine oder mehrere Störungen verursachte Änderung des physikalischen Zustandes eines Mediums, die sich in diesem als Funktion der Zeit ausbreitet.

**Impuls:** Eine Schwingung begrenzter Dauer, die aus einem ersten Nennzustand startet, einen zweiten Nennzustand annimmt und schließlich in den ersten Nennzustand zurückkehrt.

**Übergang:** Teil einer Schwingung oder eines Impulses zwischen einem ersten Nennzustand und einem zweiten Nennzustand.

**Epoche:** Die Zeitspanne, für welche die Daten des Schwingungsabbildes bekannt oder erkennbar sind.

Eine durch Gleichungen dargestellte Epoche kann sich in der Zeit von  $-\infty$  bis  $+\infty$  erstrecken, oder, wie alle Daten eines Schwingungsabbildes, von einem ersten Zeitpunkt  $t_0$  bis zu einem zweiten Zeitpunkt  $t_1$ .

**Kohärent:** Beschreibt zwei oder mehrere sich wiederholende Schwingungsabbilder, deren bestimmende Einzelheiten zeitlich korrelieren.

**Synchron:** Beschreibt zwei oder mehrere sich wiederholende Schwingungsabbilder, deren aufeinander folgende bestimmende Einzelheiten zeitlich korrelieren.

**Puls:** Eine sich kontinuierlich wiederholende Folge von Impulsen.

**Pulsburst:** Eine endliche Folge von Impulsen.

**Triggern:** Ein Verfahren, bei dem ein Impuls ein vorbestimmtes Ereignis oder eine Reaktion auslöst.

**Jitter:** Die Instabilität eines Zeitgrößenwertes der Impulsabbilder in einem Puls, bezogen auf die Referenzzeit, ein Referenzintervall oder eine Referenzdauer.

**Fluktuation:** Die Instabilität der Impulsamplitude oder eines Größenwertes des Impulsabbildes, bezogen auf den betreffenden Größenwert eines Referenzimpulses.

(Wenn durch ein mathematisches Adjektiv – Momentanwert, Effektivwert, Mittelwert usw. – nichts anderes festgelegt ist, wird die Spitze-zu-Spitze-Fluktuation angenommen.)

**Abtasten:** Ein Verfahren, bei dem ein erster Impuls (Abtastimpuls) von relativ kurzer Dauer mit einem zweiten Impuls oder einem anderen Ereignis von längerer Dauer verknüpft wird, um ein Signal zu erzeugen, das den Wert des zweiten Impulses während des ersten Impulses bezeichnet (meist proportional zu ihm ist).

Weitere Einzelheiten s. Norm.

Impulsmessungen und Analyse; Allgemeine Betrachtungen: DIN IEC 60469-2 (s. Norm).

## 19.11 Bauelemente der Elektrotechnik

### DIN IEC 60063 Vorzugsreihen für die Nennwerte von Kondensatoren und Widerständen (Dez 1985)

Der auf dem Bauelement angegebene Wert, der für die Anwendung und die Berechnung einer Schaltung als Berechnungsgrundlage dient, wird als Nennwert bezeichnet.

Aufgrund der bereits an anderer Stelle genormten Grenzabweichungen von 5%, 10% und 20% sowie der Tatsache, dass in einigen Ländern bereits ein Vorzugswertesystem, das auf dem  $\sqrt[10]{10}$  System beruhte, eingeführt waren, wurde das  $\sqrt[10]{10}$  System genormt.

Tabelle 843.1 Vorzugswerte für die Nennwerte von Widerständen und Kondensatoren

E 24	E 12	E 6	E 3
	zulässige Grenzabweichung		
±5 %	±10 %	±20 %	> 20 %
1,0	1,0	1,0	1,0
1,1			
1,2	1,2		
1,3			
1,5	1,5	1,5	
1,6			
1,8	1,8		
2,0			
2,2	2,2	2,2	2,2
2,4			
2,7	2,7		
3,0			
3,3	3,3	3,3	
3,6			
3,9	3,9		
4,3			
4,7	4,7	4,7	4,7
5,1			
5,6	5,6		
6,2			
6,8	6,8	6,8	
7,5			
8,2	8,2		
9,1			

Die in Tab. 843.1 angegebenen Zahlen sowie deren dezimale Vielfache und Teile sind unter Berücksichtigung der zugeordneten Werte der zulässigen Grenzabweichung vom Nennwert Vorzugswerte:

- a) für den Widerstandswert von Widerständen und
- b) den Kapazitätswert von Kondensatoren.

Die Normungsgremien sind angehalten, in Normen über Bauarten und Bauformen Nennwerte möglichst niedriger Ordnung festzulegen (Vorzugsreihen: E 3, E 6, E 12, E 24). Über diese Reihen hinaus finden noch die Reihen E 48, E 96 und E 192 Anwendung.

Weitere allgemeine Angaben über Normzahlen und Normzahlenreihen sind in DIN 323-1 und DIN 323-2 enthalten.

### DIN EN 60062 Kennzeichnung von Widerständen und Kondensatoren (Nov 2005)

Diese Norm legt Kennzeichnungen zur Verwendung auf Widerständen und Kondensatoren fest.

#### Widerstände

Die Buchstaben K (Kilo), M (Mega), G (Giga), T (Tera) und R stehen für die Multiplikatoren  $10^3$ ,  $10^6$ ,  $10^9$ ,  $10^{12}$  und 1 der in Ohm angegebenen Widerstandswerte.

Für Widerstandswerte mit vier zählenden Ziffern entspricht die Kennzeichnung den nachstehenden Beispielen:

Wert	Kennzeichnung
59,04 Ohm	59R04
590,4 Ohm	590R4
5,904 kOhm	5K904
59,04 kOhm	59K04 usw.

(„R“ und „K“ sind Vereinbarungen, um die Dezimalstelle des Wertes festzulegen.)

Die Farbkennzeichnung des Widerstandsnennwertes von Festwiderständen erfolgt mit zwei oder drei zählenden Ziffern codiert in Farbbändern sowie zur Angabe der Grenzabweichungen und falls erforderlich für die Kennzeichnung des Temperaturkoeffizienten.

Ein Beispiel für die Farbkennzeichnung von Widerstandswerten mit drei zählenden Ziffern und Temperaturkoeffizient ist in Bild 844.2 angegeben.

Die Zählung beginnt bei dem Band, das zu einem Ende des Widerstandes den kleinsten Abstand hat. Die Farbbänder sind so anzubringen und müssen solchen Abstand voneinander haben, dass die Kennzeichnung zweifelsfrei lesbar ist.

Zusätzliche Kennzeichen auf Festwiderständen sind so anzubringen, dass die Kennzeichnung von Widerstandsnennwert und Grenzabweichungen nicht beeinträchtigt wird. Zur Farbkennzeichnung werden die in Tab. 844.1 angegebenen Farben verwendet.

Tabelle 844.1 Zuordnung der Farben zu den Werten

Kennfarbe	Widerstandswert in $\Omega$		Grenzabweichungen vom Widerstandsnennwert	Temperaturkoeffizient ( $10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ )
	Zählende Ziffer	Multiplikator		
Silber	–	$10^{-2}$	$\pm 10\%$	–
Gold	–	$10^{-1}$	$\pm 5\%$	–
Schwarz	0	1	–	+250
Braun	1	10	$\pm 1\%$	$\pm 100$
Rot	2	$10^2$	$\pm 2\%$	$\pm 50$
Orange	3	$10^3$	–	$\pm 15$
Gelb	4	$10^4$	–	$\pm 25$
Grün	5	$10^5$	$\pm 0,5\%$	$\pm 20$
Blau	6	$10^6$	$\pm 0,25\%$	$\pm 10$
Violett	7	$10^7$	$\pm 0,1\%$	$\pm 5$
Grau	8	$10^8$	–	$\pm 1$
Weiß	9	$10^9$	–	–
keine	–	–	$\pm 20\%$	–

### Kondensatoren

Die Buchstaben p (Piko), n (Nano),  $\mu$  (Mikro), m (Milli) und F stehen für die Multiplikatoren  $10^{-12}$ ,  $10^{-9}$ ,  $10^{-6}$ ,  $10^{-3}$  und 1 der in Farad angegebenen Kapazitätswerte.

Für Kapazitätswerte mit vier zählenden Ziffern entspricht die Kennzeichnung nachstehenden Beispielen:

Wert	Kennzeichnung
68,01 pF	68p01
680,1 pF	680p1
6,801 nF	6n801
68,01 nF	68n01 usw.

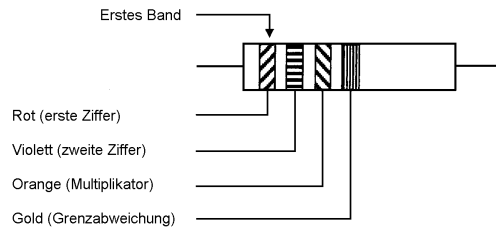


Bild 844.2 Kennzeichnungsbeispiel – Widerstand 249 000 Ohm, Grenzabweichungen  $\pm 1\%$ , Temperaturkoeffizient  $\pm 50 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$

### Normen der Reihe DIN IEC 60393 Potentiometer zur Verwendung in Geräten der Elektronik

In dieser Normenreihe werden Festlegungen für alle Potentiometerbauarten, einschließlich der Bauarten mit Einstellung durch Gewindespindel, für Trimpotentiometer, für Mehrgangpotentiometer usw., zur Verwendung in Geräten der Elektronik getroffen.

#### Wichtige Begriffe:

##### Potentiometer

Ein Potentiometer ist ein Bauelement, das als Spannungsteiler mit drei Anschlüssen verwendet wird, wobei zwei Anschlüsse mit den Enden eines Widerstandselementes verbunden sind und der dritte

Anschluss mit einem Schleifer, der mechanisch entlang des Widerstandselementes bewegt werden kann, verbunden ist.

#### Trimpotentiometer

Trimpotentiometer sind Potentiometer, die nur für gelegentliche Einstellung konstruiert sind.

#### Potentiometer mit Gewindespindel

Spindelbetätigte Potentiometer haben ein Einstellelement, welches mehrere Umdrehungen ausführt.

#### Reihenanzordnung von Potentiometern

Potentiometer werden als „in Reihe angeordnet“ bezeichnet, wenn sie aus zwei oder mehr Einzelpotentiometern bestehen, die durch eine gemeinsame Welle betätigt werden.

Die Anzahl der Einzelpotentiometer muss in der Beschreibung enthalten sein, z. B. 2-fach- oder 4-fach-Potentiometer.

#### Doppelpotentiometer

Doppelpotentiometer bestehen aus zwei Einzelpotentiometern, die unabhängig voneinander durch konzentrische Wellen betätigt werden.

#### Potentiometer mit Wellendichtung

Potentiometer mit Wellendichtung sind Potentiometer, bei denen eine Wellendichtung das Eindringen von Staub oder Flüssigkeit von außen in das Potentiometerinnere über die Wellenlagerung verhindert.

#### Potentiometer mit Wellendichtung und Frontplattendichtung

Potentiometer mit Wellendichtung und Frontplattendichtung sind Potentiometer, bei denen eine Wellendichtung und eine Frontplattendichtung das Eindringen von Staub und Flüssigkeit in das Gerät, in dem sie eingebaut sind, verhindern.

#### Potentiometer mit dichtem Gehäuse

Potentiometer mit dichtem Gehäuse sind Potentiometer mit Wellendichtung, bei denen das Gehäuse so konstruiert ist, dass das Eindringen von Staub oder Flüssigkeit von außen in das Potentiometerinnere verhindert wird.

Zusätzlich kann eine Frontplattendichtung vorgesehen sein. Solche Potentiometer werden als „vollständig dicht“ bezeichnet.

### **DIN IEC 60393-1 Potentiometer zur Verwendung in Geräten der Elektronik – Teil 1: Fachgrundspezifikation (Apr 1997)**

Es werden Normbegriffe, Kontrollverfahren und Prüfmethode festgelegt, die in Rahmenspezifikationen und Vordrucken für Bauartspezifikationen für die Bauartanerkennung und für Qualitätsbewertungssysteme für Bauelemente der Elektronik verwendet werden.

Text und Beschreibung der Prüfverfahren sind so abgefasst, dass sie unmittelbar für die weit verbreiteten Einfach-Drehpotentiometer mit Betätigungswelle anwendbar sind.

Bei anderen Potentiometerbauarten kann:

- der Einstellweg mehrere Umdrehungen betragen,
- die Erwähnung einer Einstellwelle auf ein beliebig anderes Einstellelement bezogen werden;
- der gesamte Drehbereich aufgefasst werden als mechanischer Weg des Einstellelements;
- eine Einstellkraft anstelle eines Einstelldrehmomentes festgelegt werden, wenn das Einstellelement durch Schieben anstatt durch Drehen betätigt wird.

Diese wahlfrei gültigen Festlegungen sind in Rahmenspezifikationen oder in der Bauartspezifikation zu finden.

### **DIN 44131 RC-Kombinationen für erhöhte Anforderungen – Anwendungsklasse GPF (Nov 1974)**

In dieser Norm werden RC-Kombinationen mit besonders kleinen Abmessungen und mit einer Nenngleichspannung von 250 V betrachtet. Die Kombination besteht aus einem MKT-Kondensator nach DIN 44122 und einem in Reihe geschaltetem Widerstand nach DIN 44050. Der Einbau der beiden Bauelemente erfolgt gemeinsam im rechteckigen Kunststoffgehäuse mit Gießharzverschluss. Form und

Abmessungen der Gehäuse entsprechen denen von MKT-Kondensatoren. Die RC-Kombinationen sind in kontaktsicherer Ausführung gebaut. Die durch das Schalten von Relaiswicklungen auftretenden Spannungsspitzen sind mit dem zulässigen Grenzwert  $1,3U_g$  bis zu einer Dauer von 5 s berücksichtigt.

#### **DIN EN 196500 Rahmenspezifikation – Folienschalter einschließlich des Vordrucks für Bauartspezifikation EN 196501 (Jun 2002)**

Diese Norm bildet die Grundlage, um Folienschalter im Rahmen des CECC-Systems<sup>1)</sup> (CECC = CENELEC Electronic Components Committee), dem europäischen Qualitätsbewertungssystem für Bauelemente der Elektronik, prüfen und bewerten zu lassen.

Sie enthält einen Vordruck für Bauartspezifikation und beschreibt die Verfahren der Befähigungsanerkennung für Folienschalter und Folienschaltergruppen. Bei der Befähigungsanerkennung handelt es sich nicht um die Prüfung und Bewertung einzelner Bauformen, sondern um eine Anerkennung von ganzen Produktbereichen verschiedener Bauformen. Die Bauform von Folienschaltern gegebener Bauart sind dabei durch

- Nennwerte von Strom und Spannung;
  - Art der Folien;
  - Klimakategorie
- gekennzeichnet.

#### **Normen der Reihe DIN 42115 Folienschalter**

In dieser Normenreihe werden Begriffe und allgemeine Kennwerte, Anforderungen und Prüfungen festgelegt, die für Folienschalter und Folientastaturen gelten. Besonders ergänzende Festlegungen für verschiedene Ausführungen sind in den entsprechenden Teilen dieser Normenreihe festgelegt.

Bei den Ausführungen wird unterschieden zwischen dem Folienschalter – als Oberbegriff –, Folientastelement, Folientastfeld, Folientastatur mit und ohne Druckpunkt und Folientastatur (Keyboard) mit und ohne Druckpunkt.

Folgende Normen sind veröffentlicht (Näheres s. Normen):

**DIN 42115-1 Folienschalter – Allgemeines – Begriffe, Kennwerte, Anforderungen, Prüfungen (Aug 1988)**

**DIN 42115-2 – Folientastaturen ohne Druckpunkt – Kennwerte, Anforderungen, Prüfungen (Aug 1988)**

**DIN 42115-3 – Folientastfelder – Kennwerte, Anforderungen, Prüfungen (Aug 1988)**

#### **Normen der Reihen**

**DIN IEC 60747 Halbleiterbauelemente – Einzel-Halbleiterbauelemente**  
und

**DIN IEC 60748 Halbleiterbauelemente – Integrierte Schaltungen**

Die Normen der Reihe DIN IEC 60747 enthalten:

- allgemein gültige Normen für Einzel-Halbleiterbauelemente und Integrierte Schaltungen;
- weitere Normen zur Vervollständigung der Normen für die jeweiligen Einzel-Halbleiterbauelemente.

Die Normenreihe DIN IEC 60748 gilt in Verbindung mit DIN IEC 60747-1 und enthält die Normen für integrierte Schaltungen. Die Teile der Normenreihe DIN IEC 60748 werden nach dem gleichen Verfahren ergänzt wie die Normenreihe DIN IEC 60747. Jede Norm ist wie folgt aufgebaut:

- Kapitel I: Allgemeines;
- Kapitel II: Begriffe und Kurzzeichen;

<sup>1)</sup> Inzwischen im IECQ-System von IEC integriert

- Kapitel III: Wesentliche Grenz- und Kennwerte;
- Kapitel IV: Messverfahren;
- Kapitel V: Annahmeverfahren und Zuverlässigkeit.

#### **DIN IEC 60747-1 Halbleiterbauelemente – Einzel-Halbleiterbauelemente und Integrierte Schaltungen – Allgemeines (Mrz 1987)**

Diese Norm ist die Grundlage für alle weiteren Normen aus den Reihen DIN IEC 60747 und DIN IEC 60748.

Sie enthält Angaben über Inhalt und Gliederung der Normen der Reihe DIN IEC 60747, die im Wesentlichen als Aufbauschema für die weiteren Publikationen dienen.

Weiterhin ist eine Liste der Grundbegriffe und Definitionen, die zum Verständnis der Reihen DIN IEC 60747 und DIN IEC 60748 notwendig sind, in dieser Norm enthalten. Ergänzend zu dieser Liste enthält diese Norm ein System von Kurzzeichen, das bei Einzel-Halbleiterbauelementen und Integrierten Schaltungen anzuwenden ist. Enthalten sind des Weiteren im Einzelnen:

- allgemeine Abschnitte über elektrische, mechanische und thermische Anforderungen;
- ein Standardformat für die Darstellung veröffentlichter Daten;
- Arbeitsdefinitionen für Grenzwert-Begriffe;
- Empfohlene Werte für Temperaturen, Spannungen und Ströme.

Ein weiteres Kapitel enthält allgemeine Informationen, insbesondere über erforderliche Vorkehrungen, die getroffen werden müssen, um reproduzierbare und vergleichbare Ergebnisse zu erhalten. Darüber hinaus werden die Annahmeverfahren und Zuverlässigkeit von Einzel-Halbleiterbauelementen behandelt und allgemeine Anforderungen, die für die jeweiligen Gruppen oder Untergruppen von Einzel-Halbleiterbauelementen beachtet werden müssen, festgelegt.

Auch elektrostatisch gefährdete Bauelemente und Integrierte Schaltungen werden behandelt. Die Norm enthält Forderungen bezüglich der Handhabung und der Kennzeichnung von elektrostatisch gefährdeten Bauelementen. Sie gelten für Einzel-Halbleiterbauelemente und Integrierte Schaltungen.

#### **DIN IEC 60747-2 Halbleiterbauelemente – Einzel-Halbleiterbauelemente und Integrierte Schaltungen – Teil 2: Gleichrichterioden (Feb 2001)**

Teil 2 der Reihe DIN IEC 60747 mit seinen Unterteilen enthält Festlegungen für Gleichrichterioden, einschließlich Lawinen-Gleichrichterioden auch solchen mit eingegrenztem Durchbruchsbereich und schnell schaltende Gleichrichterioden.

#### **DIN IEC 60747-3 Halbleiterbauelemente – Einzel-Halbleiterbauelemente – Teil 3: Signaldioden und Stabilisatoren (Apr 1992)**

Teil 3 der Reihe DIN IEC 60747 mit seinen Unterteilen enthält Festlegungen für Signaldioden (einschließlich Schaltdioden), Spannungsreferenz- und Spannungsstabilisatordioden sowie Stromstabilisatordioden.

#### **DIN EN 60747-5-1 (VDE 0884-1) Einzel-Halbleiterbauelemente und integrierte Schaltungen – Teil 5-1: Optoelektronische Bauelemente – Allgemeines (Jan 2003)**

Dieser Teil der IEC 60747 behandelt die Terminologie für optoelektronische Halbleiterbauelemente.

#### **DIN EN 60747-5-2 (VDE 0884-2) Einzel-Halbleiterbauelemente und integrierte Schaltungen – Teil 5-2: Optoelektronische Bauelemente – Wesentliche Grenz- und Kennwerte (Jan 2003)**

Dieser Teil der IEC 60747 enthält die wesentlichen Grenz- und Kennwerte für folgende Gruppen und Untergruppen von optoelektronischen Halbleiterbauelementen, die nicht in faseroptischen Systemen oder Untersystemen angewendet werden:

- Halbleiter-Photoemitter, einschließlich:
  - Lichtemittierende Dioden (LEDs);
  - Infrarotemittierende Dioden (IREDs);
  - Laserdioden.

- Photoelektrische Halbleiterbauelemente, einschließlich:
  - Photodioden;
  - Phototransistoren.
- Photoempfindliche Halbleiterbauelemente;
- Halbleiterbauelemente, die optische Strahlung für einen internen Prozess nutzen, einschließlich:
  - Optokoppler.

**DIN EN 60747-5-3 (VDE 0884-3) Einzel-Halbleiterbauelemente und integrierte Schaltungen – Teil 5-3: Optoelektronische Bauelemente – Messverfahren (Jan 2003)**

Dieser Teil der IEC 60747 beschreibt die Messverfahren für optoelektronische Halbleiterbauelemente, die nicht in faseroptischen Systemen oder Untersystemen angewendet werden.

**DIN EN 60097 Rastersysteme für gedruckte Schaltungen (Sep 1993)**

Diese Norm betrifft Rastersysteme für gedruckte Schaltungen, die die Kompatibilität zwischen gedruckten Schaltungen und den an den Schnittpunkten des Rasters zu montierenden Bauteilen sicherstellen. Als Raster wird dabei ein rechtwinkliges Netz aus gedachten Linien gleichen Abstandes, das zum Festlegen der Lage von Verbindungen auf einer Leiterplatte dient, definiert. Per Definition werden Anschlüsse von Bauteilen, die auf einer Leiterplatte montiert werden, an den Kreuzungspunkten der Rasterlinien positioniert.

Die Mittelpunktabstände dieser Anschlüsse sind ganzzahlige Vielfache der Rasterabstände, z. B.:

- $n \times 0,05$  mm,  $n \times 0,5$  mm (Raster auf Millimeter-Basis);
- $n \times 0,635$  mm,  $n \times 2,54$  mm (Raster auf Inch-Basis). Dabei ist  $n$  eine ganze Zahl 1, 2, 3 ...

Zur Positionierung von Anschlüssen auf Leiterplatten ist ein Raster mit einem nominalen Abstand von 0,55 mm in beiden Richtungen zu verwenden. Die Norm legt aber auch alternative Rastersysteme fest.

**DIN EN 62326-1 Leiterplatten – Teil 1: Fachgrundspezifikation (Dez 2002)**

Die Reihe DIN EN 62326 ist auf Leiterplatten anwendbar, die – unabhängig vom Herstellverfahren – bis zur Bestückung fertig gestellt sind.

DIN EN 62326 besteht aus mehreren Teilen, die Informationen für den Konstrukteur, den Hersteller und den Anwender enthalten, nämlich der Fachgrundspezifikation, den Rahmenspezifikationen mit den Anforderungen für die verschiedenen Leiterplattentypen und den Bauartspezifikationen zum Nachweis der Befähigung für das IECQ-System.

IECQ ist das Qualitätsbewertungssystem der IEC für Bauelemente der Elektronik. Es stellt ein Bescheinigungssystem eines Dritten dar. Seine Regeln (einschließlich einer Beschreibung der Rolle der Prüfstellen) sind in den folgenden Veröffentlichungen beschrieben:

- QC 001001 Basic Rules
- QC 001002 Rules of Procedure (mehrere Teile)

Dieser Teil von DIN EN 62326 enthält die Fachgrundspezifikation für Leiterplatten mit bewerteter Qualität und bildet einen Teil der Rahmenspezifikationen sowie der Bauartspezifikationen zum Nachweis der Befähigung.

**DIN EN 62326-4 Leiterplatten – Teil 4: Starre Mehrlagen-Leiterplatten mit Durchverbindungen – Rahmenspezifikation (Aug 1997)**

Diese Norm liefert zusätzliche Angaben, die für Leiterplatten, die im IECQ-System freigegeben werden sollen, zur Ergänzung der Anforderungen in der Fachgrundspezifikation erforderlich sind. Sie schafft einheitliche Anforderungen, legt die zu beurteilenden Eigenschaften und Prüfverfahren fest, die zur Bestimmung der Qualitätskonformität (entweder losweise Kontrolle, Prozesskontrolle oder periodische Überprüfungen) anzuwenden sind.

**DIN EN 62326-4-1 Leiterplatten – Teil 4: Starre Mehrlagen-Leiterplatten mit Durchverbindungen – Rahmenspezifikation, Hauptabschnitt 1: Bauartspezifikation zum Nachweis der Befähigung – Anforderungsstufen A, B und C (Aug 1997)**

Diese Bauartspezifikation zum Nachweis der Befähigung (CapDS) basiert auf DIN EN 62326-4. Sie bezieht sich auf starre Mehrlagen-Leiterplatten mit Durchverbindungen, hergestellt aus in der Norm festgelegten Materialien. Sie legt das Prüfmuster für den Befähigungsnachweis (CQC) fest, die zu prüfen-

den Eigenschaften, die Prüfverfahren und die anzuwendenden Prüfbedingungen sowie die Anforderungen, die für die Befähigungs-Prüfung für die Anforderungsstufen A, B und C zu erfüllen sind.

### Normen der Reihe DIN IEC 60326 Leiterplatten

Die Normen der Reihe DIN IEC 60326 (s. Normen) gelten für bis zur Bestückung fertige Leiterplatten, unabhängig davon, nach welchem Verfahren sie hergestellt werden. Sie richten sich an den Entwickler/Unterlagenhersteller. Die Normenreihe besteht aus getrennten Teilen mit Anforderungen für die verschiedenen Arten von Leiterplatten, z. B. starre Leiterplatten mit Leiterbild auf einer Seite, mit Leiterbildern auf beiden Seiten, starre Mehrlagenleiterplatten, flexible Leiterplatten mit Leiterbild auf einer Seite, mit Leiterbildern auf beiden Seiten, flexible Mehrlagenleiterplatten, und starr-flexible Leiterplatten mit Leiterbildern auf beiden Seiten und starr-flexible Mehrlagenleiterplatten.

### DIN IEC 60326-3 Leiterplatten – Teil 3: Gestaltung und Anwendung von Leiterplatten (Sep 1993)

Dieser Teil der Normenreihe enthält grundlegende Angaben über Gestaltung und Anwendung von Leiterplatten, ihre technischen Grenzen und die Merkmale und ihre Eigenschaften, die üblicherweise erzielt und erwartet werden können. Dies sind im Einzelnen Angaben über Werkstoffe und Oberflächen, Maße, elektrische und mechanische Eigenschaften, Löten und Verpackung von Leiterplatten. Damit die richtige Materialauswahl getroffen werden kann, gibt diese Norm Kriterien für die Auswahl von Leiterplattenwerkstoffen.

Tabelle 849.1 Kriterien für die Vorauswahl von Leiterplattenwerkstoffen

	Starre Leiterplatten				Flexible Leiterplatten		
	Phenolharz-Hartpapier	Epoxydharz-Hartpapier	Polyester-glasmatte	Epoxydharz-Glashartgewebe	Polyester-Folie	Polyimid-Folie	Fluorierte Ethylen-Propylen-Folie (FEP)
Mechanische Eigenschaften	0	0/+	+	++	NA	NA	NA
Elektrische Eigenschaften	0/+	+	+++	++	+++	++	?
Temperatur-Beständigkeit im Betrieb	+	0/+	+	++	0/++	+++	?
Feuchtigkeits-Beständigkeit im Betrieb	0	0	+	+	+	+	++
Löttemperatur-Beständigkeit	+	+	+	++	-	0/+	0

Zeichenerklärung:

? z. Z. keine ausreichenden Daten vorhanden

- kann unter bestimmten Bedingungen zu Problemen führen

0 zufrieden stellend, im Allgemeinen kein Problem bei den meisten Anwendungen

+, ++, +++ gut, sehr gut, ausgezeichnet

NA nicht anwendbar

## 19.12 Galvanische Primärelemente, Batterien und Akkumulatoren

### DIN EN 60086-1 Primärbatterien – Allgemeines (Nov 2001)

Der Zweck des vorliegenden Teils der IEC 60086 ist, Primärbatterien in Bezug auf ihr elektrochemisches System, ihre Maße, ihr Bezeichnungssystem, ihre Anschlussanordnungen, Kennzeichnungen, Prüfverfahren, Sicherheit und Umweltaspekte zu normen.

#### Primärbatterie

eine oder mehrere Primärzellen einschließlich Behälter, Pole und Kennzeichnung.

#### Primärzelle

Quelle elektrischer Energie, die aus einer direkten Umwandlung von chemischer Energie gewonnen wird, wobei die Energiequelle nicht zur Aufladung durch irgendeine andere elektrische Energiequelle vorgesehen ist.



## Bezeichnung

Die Bezeichnung von Primärbatterien basiert auf ihren geometrischen Parametern, ihrem elektrochemischen System und, sofern erforderlich, Sonderzeichen. Sonderzeichen können z. B. für spezielle Anordnungen von Polen, Belastungsfähigkeit genutzt werden.

Seit Oktober 1990 wurde ein neues Bezeichnungssystem eingeführt. Die Grundlage für dieses Bezeichnungssystem (Benennungssystem) ist, durch das Bezeichnungssystem eine gedankliche Vorstellung von der Batterie zu vermitteln. Dies wird durch Anwendung eines Konzepts erreicht, das für alle Batterien, ob sie rund (R) oder nicht rund (P) sind, einen Durchmesser einer zylindrischen Hüllkurve und eine Höhe benutzt. Es gilt sowohl für Batterien, die aus einer Zelle als auch aus mehreren Zellen in Reihen- und/oder Parallelschaltung bestehen.

Eine Batterie mit einem größten Durchmesser von 11,6 mm und einer Höhe von höchstens 5,4 mm wird zum Beispiel als R1154 bezeichnet, wobei ein Code für ihr elektrochemisches System vorangestellt wird, wie es in diesem Abschnitt beschrieben ist.

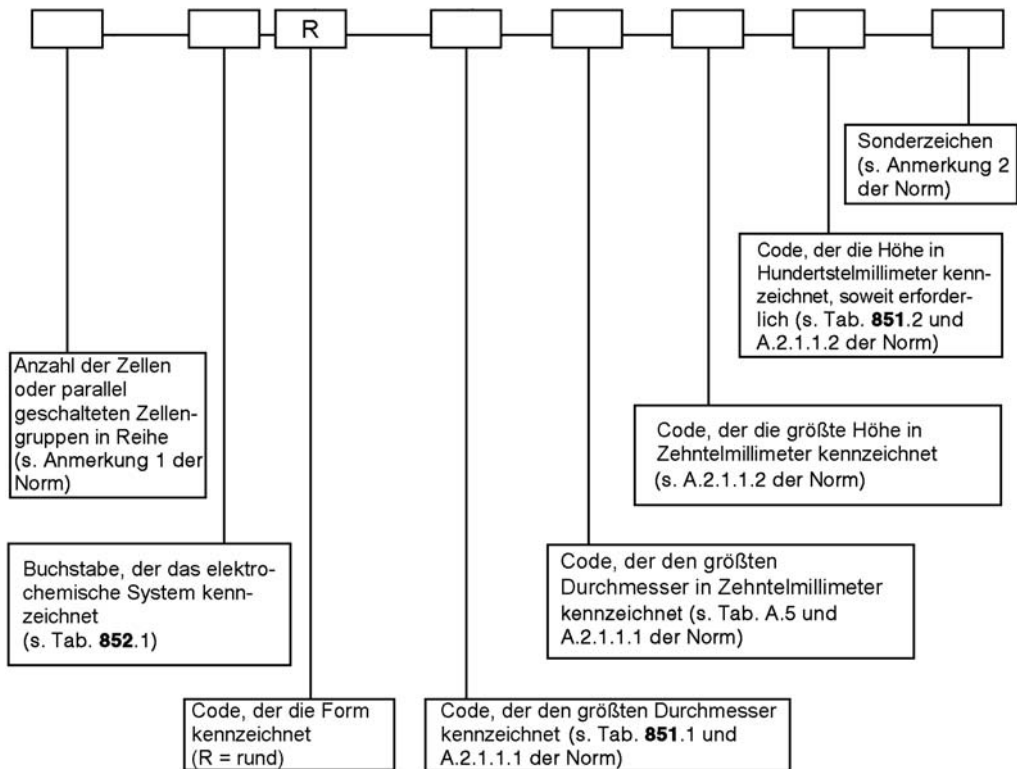


Bild 850.1 Beispiel für runde Batterien mit einem Durchmesser und einer Höhe unter 100 mm

*Anmerkung 1:* Die Anzahl der parallel geschalteten Zellen oder Zellengruppen ist nicht festgelegt.

*Anmerkung 2:* Sonderzeichen werden eingefügt, um z. B. spezielle Anordnungen von Polen, Belastungsfähigkeit oder weitere spezielle Eigenschaften zu bezeichnen.

## Verfahren für die Zuweisung des Durchmessercodes

Der Durchmessercode wird vom größten Durchmesser abgeleitet.

Die Durchmessercodeziffer für den Fall eines empfohlenen Durchmessers (s.Tab. 851.1).

Tabelle 851.1 Durchmessercode für empfohlene Durchmesser

Code	Empfohlener größter Durchmesser mm	Code	Empfohlener größter Durchmesser mm
4	4,8	20	20,0
5	5,8	21	21,0
6	6,8	22	22,0
7	7,9	23	23,0
8	8,5	24	24,5
9	9,5	25	25,0
10	10,0	26	26,2
11	11,6	28	28,0
12	12,5	30	30,0
13	13,0	32	32,0
14	14,5	34	34,2
15	15,0	36	36,0
16	16,0	38	38,0
17	17,0	40	40,0
18	18,0	41	41,0
19	19,0	67	67,0

**Verfahren für die Zuweisung des Höhendecodes**

Der Höhendecode ist die Zahl, die durch den ganzzahligen Teil der größten Höhe der Batterie dargestellt und in Zehntelmillimeter ausgedrückt wird (z. B. eine größte Höhe von 3,2 mm wird durch 32 dargestellt).

Die größte Höhe ist wie folgt festgelegt:

- Für den Fall flacher Pole ist die größte Höhe die Gesamthöhe einschließlich der Pole.
- Für den Fall aller anderen Typen von Polen ist die größte Höhe gleich der größten Gesamthöhe ausschließlich der Pole (d. h. von der Unter- bis zur Oberkante des Batteriekörpers).

Falls es erforderlich ist, die Höhe in Hundertstelmmillimeter festzulegen, dürfen die Hundertstel eines Millimeters durch einen Code nach Tab. 851.2 gekennzeichnet werden.

Tabelle 851.2 Höhendecode für die Bezeichnung der Hundertstelmmillimeter der Höhe

Hundertstelmmillimeter-Teil der Höhe mm	Code „C“
0,00	A
0,01	B
0,02	C
0,03	D
0,04	E
0,05	G
0,06	H
0,07	J
0,08	K
0,09	L

Anmerkung: Der Hundertstelmmillimeter-Code wird nur angewendet, wenn dies erforderlich ist.

**Einteilung (elektrochemisches System)**

Primärbatterien werden nach ihrem elektrochemischen System eingeteilt.

Jedem System, mit Ausnahme des Zink-Ammoniumchlorid, Zinkchlorid-Mangandioxid-Systems, ist ein Buchstabe zugeordnet, der das entsprechende System kennzeichnet.

Die elektrochemischen Systeme, die bis heute genormt wurden, sind in Tab. 852.1 angegeben.

**BEISPIEL 1**

LR1154 Eine Batterie, bestehend aus einer runden Zelle oder parallel geschalteten Zellengruppe mit einem größten Durchmesser von 11,6 mm (Tab. 851.1) und einer größten Höhe von 5,4 mm (nach Tab. 851.2 wird im vorliegenden Fall die Höhe in Zehntelmillimeter angegeben), mit einem Zink-Alkalimetallhydroxid-Mangandioxid-System.

**BEISPIEL 2**

LR27A116 Eine Batterie, bestehend aus einer runden Zelle oder parallel geschalteten Zellengruppe mit einem größten Durchmesser von 27 mm (Tabelle A.5 der Norm) und einer größten Höhe von 11,6 mm, mit einem Zink-Alkalimetallhydroxid-Mangandioxid-System.

Tabelle 852.1 Genormte elektrochemische Systeme

Buchstabe	Negative Elektrode	Elektrolyt	Positive Elektrode	Nennspannung V	Höchste Leerlaufspannung V
–	Zink	Ammoniumchlorid, Zinkchlorid	Mangandioxid	1,5	1,725
A	Zink	Ammoniumchlorid, Zinkchlorid	Sauerstoff	1,4	1,55
B	Lithium	Organischer Elektrolyt	Kohlenstoffmonofluorid	3	3,7
C	Lithium	Organischer Elektrolyt	Mangandioxid	3	3,7
E	Lithium	Nichtwässriger anorganischer Elektrolyt	Thionylchlorid (SOCl <sub>2</sub> )	3,6	3,9
F	Lithium	Organischer Elektrolyt	Eisendisulfid (FeS <sub>2</sub> )	1,5	1,83
G	Lithium	Organischer Elektrolyt	Kupfer(II)-oxid (CuO)	1,5	2,3
L	Zink	Alkalimetallhydroxid	Mangandioxid	1,5	1,65
P	Zink	Alkalimetallhydroxid	Sauerstoff	1,4	1,68
S	Zink	Alkalimetallhydroxid	Silberoxid (Ag <sub>2</sub> O)	1,55	1,63

*Anmerkung 1:* Der Wert der Nennspannung ist nicht nachprüfbar, daher wird er nur als ein Referenzwert angegeben.

*Anmerkung 2:* Die höchste Leerlaufspannung wird nach 5.4 und 6.7.1 der Norm gemessen.

*Anmerkung 3:* Wenn auf ein elektrochemisches System verwiesen wird, ist es allgemein üblich, zuerst die negative Elektrode und dann die positive Elektrode zu nennen, z. B. Lithium-Eisendisulfid.

### BEISPIEL 3

LR2616J Eine Batterie, bestehend aus einer runden Zelle oder parallel geschalteten Zellengruppe mit einem größten Durchmesser von 26,2 mm (Tab. 851.1) und einer größten Höhe von 1,67 mm (Tab. 851.2), mit einem Zink-Alkalimetallhydroxid-Mangandioxid-System.

Bezeichnung für weitere Bauformen: s. Norm.

### Kennzeichnung

Mit Ausnahme von Batterien, die als kleine Batterien (s. Norm) gelten, muss jede Batterie mit den nachfolgenden Angaben gekennzeichnet sein:

- Bezeichnung;
- Jahr und Monat oder Woche der Herstellung, deren Angabe verschlüsselt sein darf, oder den Ablauf eines Garantiezeitraums in Klarschrift;
- Polarität der Pole, sofern zutreffend;
- Nennspannung;
- Name oder Handelsmarke des Herstellers oder des Lieferanten.

### Sicherheitshinweise

#### – Lagerung

Für die normale Lagerung sollte die Temperatur zwischen +10 °C und +25 °C liegen und +30 °C niemals überschreiten. Extremwerte der Feuchte (über 95% und unter 40% relative Luftfeuchte) über längere Zeit sollten vermieden werden, da sie sowohl für die Batterien als auch die Verpackung schädlich sind. Batterien sollten daher weder in der Nähe von Heizkörpern und Heizkesseln noch im direkten Sonnenlicht gelagert werden.

Obwohl die Lagerfähigkeit von Batterien bei Raumtemperatur gut ist, wird sie bei niedrigen Temperaturen erhöht (z. B. in kalten Räumen zwischen –10 °C und +10 °C oder bei Tiefkühlung unter –10 °C), vorausgesetzt, dass besondere Vorsichtsmaßnahmen ergriffen werden. Um sie vor Kondenswasser zu schützen, müssen die Batterien in einer besonderen Schutzverpackung eingeschlossen sein (z. B. dichte Kunststoffbeutel oder Ähnliches), in der die Batterien verbleiben, während sie auf Umgebungstemperatur erwärmt werden. Ein beschleunigtes Erwärmen ist schädlich.

Batterien, die kalt gelagert waren, sollten so schnell wie möglich in Betrieb genommen werden, sobald sie die Umgebungstemperatur erreicht haben.

#### – Kauf

Es sollte eine Batterie der richtigen Größe und der richtigen Güteklasse gekauft werden, die für die beabsichtigte Anwendung am besten geeignet ist. Viele Hersteller liefern mehr als eine Batteriegüte-

klasse in jeder gegebenen Größe. Eine Information über die für die Anwendung am besten geeigneten Güteklassen sollte am Verkaufsort und auf dem Gerät zur Verfügung stehen.

Für den Fall, dass die erforderliche Größe und die Güteklasse der Batterie eines speziellen Markenzeichens nicht erhältlich ist, ermöglicht es das IEC-Kurzzeichen des elektrochemischen Systems und die Größe der Batterie, eine gleichwertige auszuwählen. Dieses Kurzzeichen sollte auf dem Etikett der Batterie stehen. Die Batterie sollte auch eindeutig die Spannung, den Namen oder die Handelsmarke des Herstellers oder Lieferanten, das Herstellungsdatum, das auch verschlüsselt sein darf, oder das Verfallsdatum und die Polarität (+ und –) angeben. Für manche Batterien darf ein Teil dieser Angaben auf der Verpackung angegeben werden.

#### – Einsetzen der Batterie

Vor dem Einsetzen der Batterien in den Batterieraum des Geräts sollten die Kontakte sowohl des Geräts als auch der Batterien auf Sauberkeit und richtige Lage überprüft werden. Wenn erforderlich, sind sie mit einem feuchten Tuch zu reinigen und vor dem Einsetzen zu trocknen.

Es ist von äußerster Wichtigkeit, dass Batterien bezüglich ihrer Polarität (+ und –) richtig eingesetzt werden. Den Gebrauchsanweisungen des Geräts ist sorgfältig zu folgen und es sind die empfohlenen Batterien zu verwenden. Ein Nichtbeachten der Gebrauchsanweisungen, die dem Gerät beigelegt werden sollen, kann zu Funktionsstörungen und Beschädigungen des Geräts und/oder der Batterien führen.

#### – Gebrauch

Es ist vorteilhaft, die Batterien sofort aus einem Gerät zu entfernen, das nicht mehr zufrieden stellend funktioniert oder wenn es für längere Zeit nicht im Gebrauch ist (z. B. Filmkamera, Blitzgerät usw.).

#### – Ersatz

Alle Batterien eines Satzes sind gleichzeitig zu ersetzen. Neu gekaufte Batterien sollten nicht mit teilentladenen vermischt werden. Batterien der verschiedenen elektrochemischen Systeme, Güteklassen und Markenzeichen sollten nicht vermischt werden. Wenn diese Vorsichtsmaßnahme nicht beachtet wird, ist es möglich, dass einige Batterien in einem Satz über ihren bestimmungsgemäßen Entladungspunkt hinaus entladen werden, wodurch die Wahrscheinlichkeit des Auslaufens vergrößert wird.

### **DIN EN 61429 Kennzeichnung von Akkumulatoren und Batterien mit dem internationalen Recycling-Bildzeichen ISO 7000-1135 und Hinweis auf Richtlinien 93/86/EWG und 91/157/EWG (Jan 2000)**

Nach DIN EN 61429 müssen Akkumulatoren und Sekundärbatterien mit umweltrelevanten Hinweisen gekennzeichnet werden, durch gut sichtbares und gut lesbares Aufbringen des ISO 7000-1135-Zeichens (Drei-Pfeile-Recycling-Zeichen) gemeinsam mit dem Piktogramm der durchgestrichenen Mülltonne. Sind Blei oder Nickelcadmium enthalten, dann muss noch der Buchstabe „Pb“ oder „Ni-Cd“ hinzugefügt werden.

Die Bildzeichen müssen als Aufkleber, dauerhaft als Druck oder als Oberflächenprofil eingelassen oder erhaben aufgebracht werden.

### **DIN EN 50342 Blei-Akkumulatoren-Starterbatterien – Allgemeine Anforderungen, Prüfungen und Kennzeichnung (Jan 2005)**

Diese Norm gilt für Blei-Batterien mit einer Nennspannung von 12 V oder 6 V, die in erster Linie als Energiequellen zum Starten von Verbrennungsmotoren, zur Beleuchtung und für Zusatzausrüstung von Fahrzeugen mit Verbrennungsmotoren dienen. Sie legt Anforderungen fest an die Elektrolythdichte, Ruhespannung, Kennzeichnung, Funktionseigenschaften und Prüfungen.

Batterien müssen nach dieser Norm an mindestens einer Seite oder der Deckelfläche zur problemlosen Identifizierung und Handhabung mindestens folgende Angaben enthalten:

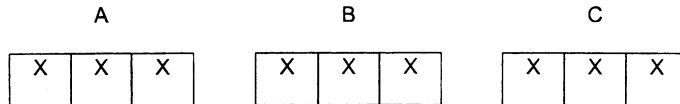
- die Europäische Typnummer;
- Hersteller- oder Lieferantenkennzeichnung;
- Kälteprüfstrom;
- Nennspannung, ob 12 V oder 6 V;
- Kapazität: entweder Nennkapazität  $C_n$  in Ah oder Nennwert der Reservekapazität  $C_{r,n}$  in min.
- Kennzeichen für getrenntes Einsammeln und Recyceln;
- verschlossene Batterien müssen eine spezielle Kennzeichnung tragen.

Zudem muss der positive Anschluss mit einem „+“ am Deckel oder auf dem Pol selbst gekennzeichnet werden.

Des Weiteren sind auf dem Deckel Sicherheitszeichen anzubringen, die Folgendes bedeuten:

- Feuer, offenes Licht und Rauchen verboten;
- Augenschutz tragen;
- von Kindern fern halten;
- Batteriesäure;
- Gebrauchsanweisung beachten;
- explosives Gas.

Die Europäische Typnummer (ETN) besteht aus 9 Ziffern von jeweils 3 Gruppen mit 3 Ziffern. ABC



Gruppe A: Batteriespannung und Nennkapazität ( $C_n$ )

Gruppe B: Geometrische Merkmale der Batterie und Anforderungsniveaus nach dieser Norm

Gruppe C: Kaltstartstrom der Batterie.

### Gruppe A

Für 6 V-Batterien entsprechen die drei Ziffern der Nennkapazität wie folgt:

1 Ah bis 499 Ah: Ziffern 001 bis 499

Für 12 V-Batterien wird zu der Nennkapazität 500 addiert, d. h. die Nennkapazitäten werden wie folgt identifizierbar:

1 Ah bis 299 Ah: 501 bis 799

Bei identischen Merkmalen von Gruppe B und C

Wenn die Ziffern der Gruppe B und die Ziffern der Gruppe C identisch mit einer bestehenden ETN sind und Batterien mit anderen Nennkapazitäten auf den Markt kommen, werden in der Norm Sonderlösungen festgelegt (s. Norm).

### Gruppe B

Die drei Ziffern der Gruppe B kennzeichnen die geometrischen Maße und z. B. folgende weitere Details:

- Lage des Anschlusspols;
- Typ des Anschlusspols;
- Garnitur, wie Bodenleiste, Handgriffe, usw.;
- Deckeltyp;
- Anforderungsniveau, das beim Kaltstarttest erreicht werden muss;
- Batterie mit geringem Wasserverbrauch;
- Anforderungsniveau, das beim Haltbarkeitstest erreicht werden muss;
- Anforderungsniveau, das beim Vibrationstest erreicht werden muss.

### Gruppe C

Die drei Ziffern der Gruppe C beschreiben den Kälteprüfstrom.

## **DIN EN 61951-2 Akkumulatoren und Batterien mit alkalischem oder anderen nichtsäurehaltigen Elektrolyten – Tragbare wiederaufladbare gasdichte Einzelzellen – Teil 2: Nickel-Metallhydrid (Feb 2004)**

Diese Norm legt Anforderungen an die Kennzeichnung und Maße sowie Prüfungen für Ladung und Entladung, Haltbarkeit, Lagerung und mechanische Prüfungen für tragbare wiederaufladbare gasdichte Nickel-Metall-Hydrid-Einzelzellen fest, die zum Gebrauch in jeder Lage geeignet sind.

Diese Zellen werden in Form von kleinen prismatischen oder zylindrischen Zellen oder als Knopfzellen hergestellt und können in jeder Gebrauchslage verwendet werden.

Als gasdichte Zelle wird solche bezeichnet, die verschlossen bleibt und weder Gas noch Flüssigkeiten freisetzt, wenn sie innerhalb der vom Hersteller angegebenen Grenzwerte für die Ladung und Temperatur betrieben wird. Die Zelle muss zur Vermeidung von gefährlich hohem Innendruck mit einer Sicherheitseinrichtung ausgerüstet sein. Die Zelle erfordert kein Nachfüllen von Elektrolyt und ist so konstruiert, dass sie während ihrer Lebensdauer in ihrem ursprünglichen, gasdichten Zustand betrieben werden kann.

Gasdichte zylindrische wiederaufladbare Nickel-Metall-Hydrid-Einzelzellen müssen mit den Buchstaben „HR“ gekennzeichnet werden, gefolgt von einem Buchstaben L, M, H oder X, der angibt:

geeignet für

- niedrige Entladeströme (L);
- mittlere Entladeströme (M);
- hohe Entladeströme (H);
- sehr hohe Entladeströme (X).

Der Gruppe aus drei (oder vier) Buchstaben werden zwei Zahlengruppen nachgestellt, die durch einen Schrägstrich voneinander getrennt sind:

- a) Die beiden Ziffern, die links vor dem Schrägstrich stehen, geben den maximalen Durchmesser der Zelle in Millimeter an, aufgerundet auf die nächste ganze Zahl.
- b) Die beiden Ziffern, die rechts hinter dem Schrägstrich stehen, geben die maximale Höhe der Zelle in Millimeter an, aufgerundet auf die nächste ganze Zahl.

**Beispiel:** Die Bezeichnung **HRXR 23/43** gilt für eine zylindrische Zelle, geeignet für hohe Entladeströme, die auch für Schnellladungen vorgesehen ist und einen maximalen Durchmesser von 23 mm und eine maximale Höhe von 43 mm hat.

Weitere Bauformen s. Norm.

## 19.13 Elektrotechnische Sicherheitsbestimmungen, Errichten von Niederspannungsanlagen

### Normen der Reihe DIN VDE 0100 (VDE 0100) Errichten von Niederspannungsanlagen

Die Normenreihe DIN VDE 0100 (VDE 0100) enthält Festlegungen für das Errichten von Niederspannungsanlagen bis 1000 V Wechselspannung mit maximal 500 Hz und bis zu 1500 V Gleichspannung. Sie enthält grundlegende Festlegungen zur elektrotechnischen Sicherheit elektrischer Anlagen, die als allgemein anerkannte Regeln der Technik angesehen werden dürfen. Der Aufbau der Normenreihe ist in Bild 856.1 skizziert.

Die in diesem Auszug wiedergegebenen Abschnitte der Normenreihe dienen dazu, die wichtigsten Festlegungen zum Schutz gegen elektrischen Schlag zu skizzieren. Da häufig auf die Schutzklassen der Betriebsmittel Bezug genommen wird, ist zusätzlich ein Auszug aus DIN EN 61140 (VDE 0140-1) enthalten. Zwar ist der Schutz gegen elektrischen Schlag ein sehr bedeutender, aber nicht der einzige Aspekt der elektrotechnischen Sicherheit. Beispielsweise ist auch der Sachschutz nach DIN VDE 0100-430 (VDE 0100-430) „Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000 V – Schutz von Kabeln und Leitungen bei Überstrom“ zu beachten. Daher ist im Folgenden auch von dieser Norm ein Auszug wiedergegeben.

**Hinweise:** Nationale Zusätze sind grau schattiert

Gemeinsame Abänderungen zu Internationalen Normen sind durch eine senkrechte Linie am linken Seitenrand gekennzeichnet.

Weitere Hinweise s. auch VDE-Schriftenreihe 106 „DIN VDE 0100 richtig angewandt“.

Abschnitts-, Bild- und Tabellen-Nummern in den Auszügen aus der jeweiligen Norm sowie Verweise beziehen sich immer auf die jeweiligen Nummern in der Norm selbst.

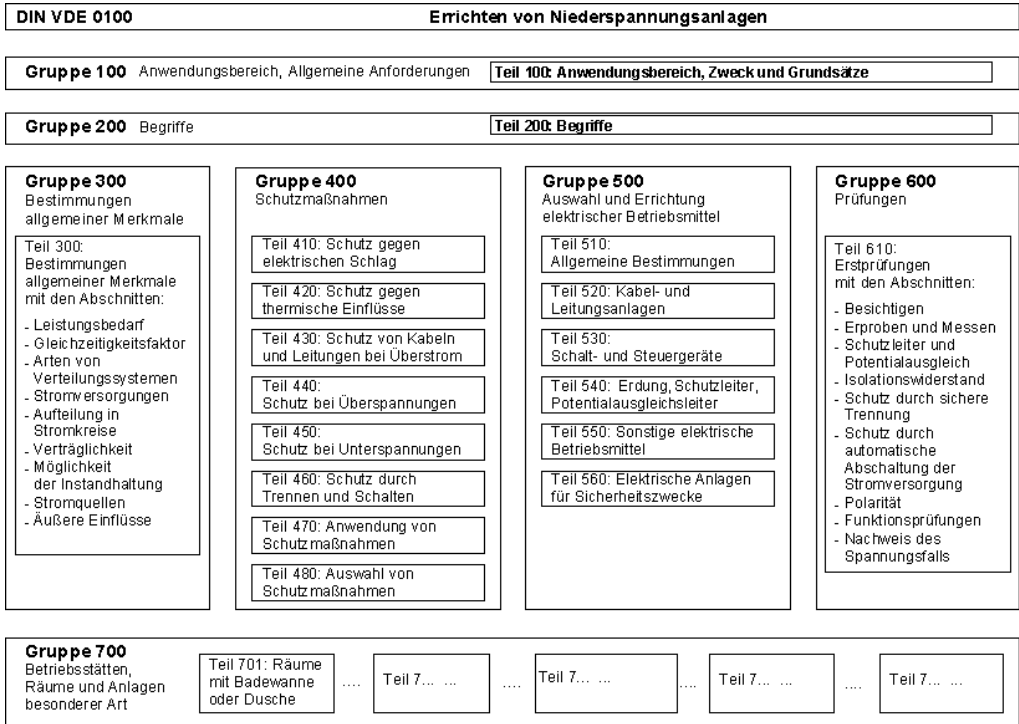


Bild 856.1 Struktur der Reihe DIN VDE 0100 (VDE 0100)

**DIN VDE 0100-200 (VDE 0100-200) Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 200: Begriffe (Jun 2006)**

<p><b>Inhalt</b></p> <p>IEC 60050, TEIL 826: ELEKTRISCHE ANLAGEN</p> <p>Einleitung</p> <p>1 Anwendungsbereich</p> <p>2 Normative Verweisungen</p> <p>3 Begriffsbenennungen und Begriffserklärungen</p> <p>HAUPTABSCHNITT 826-10 – KENNGRÖSSEN VON ELEKTRISCHEN ANLAGEN</p> <p>HAUPTABSCHNITT 826-11 – SPANNUNGEN UND STRÖME</p> <p>HAUPTABSCHNITT 826-12 – ELEKTRISCHER SCHLAG UND SCHUTZMASSNAHMEN</p> <p>HAUPTABSCHNITT 826-13 – ERDUNG UND VERBINDUNG</p> <p>HAUPTABSCHNITT 826-14 – ELEKTRISCHE STROMKREISE</p> <p>HAUPTABSCHNITT 826-15 – KABEL- UND LEITUNGSANLAGEN</p> <p>HAUPTABSCHNITT 826-16 – ANDERE BETRIEBSMITTEL</p> <p>HAUPTABSCHNITT 826-17 – TRENNEN UND SCHALTEN</p>	<p>HAUPTABSCHNITT 826-18 – FÄHIGKEIT VON PERSONEN</p> <p>Nationaler Anhang NC (normativ) National festgelegte Begriffe</p> <p>Stichwortverzeichnisse</p> <p>Nationaler Anhang ND (informativ) Eingliederung dieser Norm in Reihe DIN VDE 0100 (VDE 0100)</p> <p>Der Inhalt der Norm ist nicht vollständig wiedergegeben</p> <p>Bei der Nummerierung der Abschnitte wurde die dies Internationalen Wörterbuches der IEC übernommen</p> <p><b>HAUPTABSCHNITT 826-11 – SPANNUNGEN UND STRÖME</b></p> <p><b>826-11-01 Nennspannung (einer elektrischen Anlage), f</b></p> <p>Spannung, durch die die elektrische Anlage oder ein Teil der elektrischen Anlage gekennzeichnet ist</p>
--	--

**826-11-02 Fehlerspannung, f**

Spannung zwischen einer gegebenen Fehlerstelle und der Bezugserde bei einem Isolationsfehler

**826-11-05 Berührungsspannung, f**

Spannung zwischen leitfähigen Teilen, wenn diese gleichzeitig von einem Menschen oder einem Tier berührt werden

[IEV 195-05-11]

ANMERKUNG: Der Wert der Berührungsspannung kann durch die Impedanz des mit diesen leitfähigen Teilen in elektrischem Kontakt stehenden Menschen oder Tieres merklich beeinflusst werden.

**826-11-09 Erdoberflächenpotential, n**

Spannung zwischen einem festgelegten Punkt auf der Erdoberfläche und der Bezugserde

[IEV 195-05-08]

**826-11-10 vorgesehener Betriebsstrom (eines Stromkreises), m**

Strom, den ein Stromkreis im ungestörten Betrieb führen soll

**826-11-11 Fehlerstrom, m**

Strom, der über eine gegebene Fehlerstelle aufgrund eines Isolationsfehlers fließt

**826-11-12 Berührungsstrom, m**

Strom durch den Körper eines Menschen oder Tieres, wenn dieser Körper ein oder mehrere berührbare Teile einer elektrischen Anlage oder eines elektrischen Betriebsmittels berührt

[IEV 195-05-21 MOD]

ANMERKUNG Voraussetzung ist, dass diese Teile leitfähig sind und unter Spannung stehen.

**826-11-19 Differenzstrom, m**

algebraische Summe der Augenblickswerte der Ströme, die zur gleichen Zeit in allen aktiven Leitern an einem gegebenen Punkt eines Stromkreises in einer elektrischen Anlage fließen

**826-11-20 Ableitstrom, m**

Strom in einem unerwünschten Strompfad unter üblichen Betriebsbedingungen

[IEV 195-05-15]

**826-11-21 Schutzleiterstrom, m**

Strom, der als Ableitstrom oder als elektrischer Strom infolge eines Isolationsfehlers im Schutzleiter auftritt

**HAUPTABSCHNITT 826-12 – ELEKTRISCHER SCHLAG UND SCHUTZMASSNAHMEN****826-12-01 elektrischer Schlag, m**

physiologische Wirkung, hervorgerufen von einem elektrischen Strom durch den Körper eines Menschen oder Tieres

[IEV 195-01-04]

**826-12-02 Schutz gegen elektrischen Schlag, m**

Maßnahmen, die das Risiko eines elektrischen Schlags vermindern

[IEV 195-01-05]

**826-12-03 direktes Berühren, n**

Berühren aktiver Teile durch Menschen oder Tiere

[IEV 195-06-03]

**826-12-04 indirektes Berühren, n**

Berühren von Körpern elektrischer Betriebsmittel, die infolge eines Fehlzustands unter Spannung stehen, durch Menschen oder Tiere

[IEV 195-06-04]

**826-12-05 Basisschutz, m**

Schutz gegen elektrischen Schlag, wenn keine Fehlzustände vorliegen

[IEV 195-06-01]

ANMERKUNG: Im Allgemeinen entspricht bei Niederspannungsanlagen, -netzen und -betriebsmitteln der Basisschutz dem Schutz gegen direktes Berühren.

**826-12-06 Fehlerschutz, m**

Schutz gegen elektrischen Schlag unter den Bedingungen eines Einzelfehlers

[IEV 195-06-02]

ANMERKUNG: Im Allgemeinen entspricht bei Niederspannungsanlagen, -netzen und -betriebsmitteln der Fehlerschutz dem Schutz bei indirektem Berühren, vornehmlich im Hinblick auf einen Fehler der Basisisolierung.

**826-12-07 zusätzlicher Schutz, m**

Schutzmaßnahme zusätzlich zum Basisschutz und/oder Fehlerschutz



ANMERKUNG: Im Allgemeinen wird der zusätzliche Schutz bei besonderen äußeren Einflüssen oder in Räumen besonderer Art angewendet. Durch ihn kann unter bestimmten Umständen, z. B. bei sorglosem Umgang mit der elektrischen Energie, eine gefährliche Situation vermieden oder abgemildert werden.

#### 826-12-08 aktives Teil, n

Leiter oder leitfähiges Teil, der/das dazu vorgesehen ist, im üblichen Betrieb unter Spannung zu stehen, einschließlich eines Neutralleiters, vereinbarungsgemäß jedoch nicht eines PEN-Leiters, PEM-Leiters und PEL-Leiters

[IEV 195-02-19]

ANMERKUNG: Dieser Begriff besagt nicht unbedingt, dass das Risiko eines elektrischen Schlags besteht.

ANMERKUNG: Leiter, die aktive Teile sind, werden als „aktive Leiter“ bezeichnet.

#### 826-12-10 Körper (eines elektrischen Betriebsmittels), m

leitfähiges Teil eines elektrischen Betriebsmittels, das berührt werden kann und üblicherweise nicht unter Spannung steht, aber unter Spannung geraten kann, wenn die Basisisolierung versagt

[IEV 195-06-10]

ANMERKUNG Ein leitfähiges Teil eines elektrischen Betriebsmittels, das im Fehlerfall nur über andere Körper unter Spannung geraten kann, ist nicht als Körper zu sehen.

#### 826-12-11 fremdes leitfähiges Teil, n

leitfähiges Teil, das nicht zur elektrischen Anlage gehört, das jedoch ein elektrisches Potential, im Allgemeinen das einer örtlichen Erde, einführen kann

[IEV 195-06-11]

#### 826-12-12 gleichzeitig berührbare leitfähige Teile, n, pl

Leiter oder leitfähige Teile, welche gleichzeitig durch eine Person oder wo zutreffend durch ein Tier berührt werden können

ANMERKUNG: Gleichzeitig berührbare leitfähige Teile können sein:

- aktive Teile,
- Körper,

- fremde leitfähige Teile,
- Schutzleiter,
- Erdreich oder leitfähiger Fußboden.

#### 826-12-13 gefährliches aktives Teil, n

aktives Teil, von dem unter bestimmten Bedingungen ein schädlicher elektrischer Schlag ausgehen kann

[IEV 195-06-05]

#### 826-12-14 Basisisolierung, f

Isolierung von gefährlichen aktiven Teilen als Basisschutz

[IEV 195-06-06]

ANMERKUNG: Der Begriff „Basisisolierung“ gilt nicht für eine Isolierung, die ausschließlich Funktionszwecken dient.

#### 826-12-15 zusätzliche Isolierung, f

unabhängige Isolierung, die zusätzlich zur Basisisolierung als Fehlerschutz angewendet wird

[IEV 195-06-07]

#### 826-12-16 doppelte Isolierung, f

Isolierung, die aus der Basisisolierung und der zusätzlichen Isolierung besteht

[IEV 195-06-08]

#### 826-12-17 verstärkte Isolierung, f

Isolierung von gefährlichen aktiven Teilen, die im gleichen Maße Schutz gegen elektrischen Schlag bietet wie die doppelte Isolierung

[IEV 195-06-09]

ANMERKUNG: Die verstärkte Isolierung kann aus mehreren Schichten bestehen, die nicht einzeln als Basisisolierung oder zusätzliche Isolierung geprüft werden können.

#### 826-12-18 automatische Abschaltung der Stromversorgung, f

Unterbrechung eines oder mehrerer Außenleiter durch selbsttätiges Ansprechen einer Schutzeinrichtung im Falle eines Fehlzustands

[IEV 195-04-10]

#### 826-12-19 Handbereich, m

der Berührung zugänglicher Bereich, der sich von Standflächen aus erstreckt, die üblicherweise betreten werden, und dessen Grenzen eine Person in allen Richtungen ohne Hilfsmittel mit der Hand erreichen kann

[IEV 195-06-12]

**ANMERKUNG:** Die vereinbarte Begrenzung des Handbereichs ist in DIN VDE 0100-410 (VDE 0100-410) dargestellt.

#### **826-12-20 Umhüllung, f**

Gebilde, das die Schutzart sicherstellt, die für den vorgesehenen Verwendungszweck geeignet ist

[IEV 195-02-35]

#### **826-12-21 elektrische Umhüllung, f**

Umhüllung, die Schutz gegen vorhersehbare Gefahren durch Elektrizität bietet

[IEV 195-06-13]

#### **826-12-22 elektrische Schutzumhüllung, f**

elektrische Umhüllung, die die inneren Teile eines Betriebsmittels umgibt, um den Zugang zu oder Zugriff auf gefährliche aktive Teile aus jeder Richtung zu verhindern

[IEV 195-06-14]

#### **826-12-23 elektrische Schutzabdeckung, f**

Teil, das Schutz gegen direktes Berühren aus allen üblichen Zugriffsrichtungen bietet

[IEV 195-06-15]

#### **826-12-24 elektrisches Schutzhindernis, n**

Teil, das unabsichtliches direktes Berühren, nicht aber direktes Berühren durch eine absichtliche Handlung verhindert

[IEV 195-06-16]

#### **826-12-25 elektrischer Schutzschirm, m**

leitfähiger Schirm, der zur Trennung eines Stromkreises und/oder elektrischer Leiter von gefährlichen aktiven Teilen verwendet wird

[IEV 195-06-17]

#### **826-12-26 elektrische Schutzschirmung, f**

Trennung von Stromkreisen und/oder Leitern von gefährlichen aktiven Teilen mittels eines elektrischen Schutzschirms, der mit der Schutzpotentialausgleichsanlage verbunden ist und für den Schutz gegen elektrischen Schlag vorgesehen ist

[IEV 195-06-18]

#### **826-12-27 elektrische Schutztrennung, f**

Schutzmaßnahme, bei der gefährliche aktive Teile eines Stromkreises gegenüber allen anderen Stromkreisen und Teilen, gegen örtliche Erde und gegen Berührung isoliert sind

#### **826-12-28 einfache elektrische Trennung, f**

Trennung zwischen elektrischen Stromkreisen oder zwischen einem elektrischen Stromkreis und örtlicher Erde durch Basisisolierung

#### **826-12-29 elektrisch sichere Trennung, f sichere Trennung, f**

gegenseitige Trennung von Stromkreisen mittels:

- doppelter Isolierung oder
- Basisisolierung und elektrischer Schutzschirmung oder
- verstärkter Isolierung

[IEV 195-06-19]

#### **826-12-30 Kleinspannung, f ELV (Abkürzung)**

Spannung, die die in IEC 60449 für den Spannungsbereich I festgelegten Spannungsgrenzwerte nicht überschreitet

#### **826-12-31 SELV-System, n**

elektrisches System, in dem die Spannung die Grenzwerte für Kleinspannung (ELV) nicht überschreitet:

- unter üblichen Bedingungen und
- unter Einzelfehlerbedingungen, auch bei Erdschlüssen in anderen Stromkreisen

**ANMERKUNG:** SELV ist die Abkürzung für Sicherheitskleinspannung in einem nicht geerdeten System.

#### **826-12-32 PELV-System, n**

elektrisches System, in dem die Spannung die Grenzwerte für Kleinspannung (ELV) nicht überschreitet:

- unter üblichen Bedingungen und
- unter Einzelfehlerbedingungen, ausgenommen bei Erdschlüssen in anderen elektrischen Stromkreisen

**ANMERKUNG:** PELV ist die Abkürzung für Funktionskleinspannung mit elektrisch sicherer Trennung.

#### **826-12-35 Schutzimpedanz, f**

Bauteil oder Gesamtheit von Bauteilen, deren Impedanz und Ausführung bewirken sollen, dass Beharrungsberührungstrom und elektrische Ladung auf ungefährliche Werte begrenzt werden

## HAUPTABSCHNITT 826-13 – ERDUNG UND VERBINDUNG

### 826-13-01 Bezugserde, f

elektrisch leitfähig angesehener Teil der Erde, der außerhalb des Einflussbereichs von Erdungsanlagen liegt und dessen elektrisches Potential vereinbarungsgemäß gleich null gesetzt wird

[IEV 195-01-01]

ANMERKUNG: Unter „Erde“ ist hier der Planet mit seiner gesamten Substanz zu verstehen.

### 826-13-02 örtliche Erde f Erde, f

Teil der Erde, der sich in elektrischem Kontakt mit einem Erder befindet und dessen elektrisches Potential nicht notwendigerweise null ist

[IEV 195-01-03]

### 826-13-03 erden, Verb

Herstellen einer elektrischen Verbindung zwischen einem gegebenen Punkt in einem Netz, in einer Anlage oder in einem Betriebsmittel und der örtlichen Erde

[IEV 195-01-08]

ANMERKUNG: Die Verbindung zur örtlichen Erde kann

- beabsichtigt oder
- unbeabsichtigt (zufällig)
- und kann dauerhaft oder zeitweilig sein.

ANMERKUNG: Die Verbindung mit der örtlichen Erde kann auch an mehreren Punkten erfolgen.

### 826-13-04 Erdungsanlage, f

Gesamtheit der zum Erden eines Netzes, einer Anlage oder eines Betriebsmittels verwendeten elektrischen Verbindungen und Einrichtungen

[IEV 195-02-20]

### 826-13-05 Erder, m

leitfähiges Teil, das in das Erdreich oder in ein anderes bestimmtes leitfähiges Medium, zum Beispiel Beton oder Koks, das in elektrischem Kontakt mit der Erde steht, eingebettet sein kann ist

[IEV 195-02-01 MOD]

ANMERKUNG In Deutschland hat Koks als Medium zum Einbetten von Erdern keine Bedeutung.

### 826-13-08 Fundamenterder, m

leitfähiges Teil, das unter einem Gebäudefundament in das Erdreich oder bevorzugt im Beton eines Gebäudefundamentes, im Allgemeinen als geschlossener Ring, eingebettet ist

ANMERKUNG: Siehe auch DIN 18014.

### 826-13-09 Schutzerdung, f

Erdung eines Punktes oder mehrerer Punkte eines Netzes, einer Anlage oder eines Betriebsmittels zu Zwecken der elektrischen Sicherheit

[IEV 195-01-11]

### 826-13-10 Funktionserdung, f

Erdung eines Punktes oder mehrerer Punkte eines Netzes, einer Anlage oder eines Betriebsmittels zu anderen Zwecken als die elektrische Sicherheit

[IEV 195-01-13]

### 826-13-11 Betriebserdung eines Netzes, f Netzbetriebserdung, f

Schutzerdung und Funktionserdung eines oder mehrerer Punkte in einem Elektrizitätsversorgungsnetz

[IEV 195-01-14]

### 826-13-12 Erdungsleiter, m

Leiter, der einen Strompfad oder einen Teil des Strompfades zwischen einem gegebenen Punkt eines Netzes, einer Anlage oder eines Betriebsmittels und einem Erder oder einem Erdernetz herstellt

[IEV 195-02-03 MOD]

ANMERKUNG: In der elektrischen Anlage eines Gebäudes ist der gegebene Punkt üblicherweise die Haupterdungsschiene und der Erdungsleiter verbindet diesen Punkt mit dem Erder oder dem Erdernetz.

### 826-13-13 paralleler Erdungsleiter, m

Leiter entlang einer Kabelstrecke, der dazu vorgesehen ist, eine Verbindung mit kleiner Impedanz zwischen den Erdungsanlagen an den Enden der Kabelstrecke herzustellen

[IEV 195-02-29]

### 826-13-14 Erdrückleiter, m

elektrisch leitfähiger Pfad, der zwischen Erdungsanlagen durch die Erde, Leiter oder leitfähige Teile gebildet wird

[IEV 195-02-30 MOD]

**826-13-15 Haupterdungsanschlusspunkt, m  
Haupterdungsklemme, f  
Haupterdungsschiene, f**  
Potentialausgleichsschiene, f  
(abgelehnt)

Anschlusspunkt, Klemme oder Schiene, die Teil der Erdungsanlage einer Anlage ist und die elektrische Verbindung von mehreren Leitern zu Erdungszwecken ermöglicht  
[IEV 195-02-33]

**826-13-16 Impedanz gegen Bezugs Erde, f**

Impedanz zwischen einem gegebenen Punkt in einem Netz, in einer Anlage oder in einem Betriebsmittel und Bezugs Erde bei gegebener Frequenz  
[IEV 195-01-17]

**826-13-17 Wirkwiderstand gegen Bezugs Erde, m**

ohmscher Anteil der Impedanz gegen Bezugs Erde  
[IEV 195-01-18]

**826-13-19 Potentialausgleich, m**

Herstellen elektrischer Verbindungen zwischen leitfähigen Teilen, um Potentialgleichheit zu erzielen  
[IEV 195-01-10]

**826-13-20 Schutzpotentialausgleich, m**

Potentialausgleich zum Zweck der Sicherheit  
[IEV 195-01-15]

**826-13-21 Funktionspotentialausgleich, m**

Potentialausgleich aus betrieblichen Gründen, aber nicht zum Zweck der Sicherheit  
[IEV 195-01-16]

**826-13-22 Schutzleiter** (Bezeichnung: PE), m

Leiter zum Zweck der Sicherheit, zum Beispiel zum Schutz gegen elektrischen Schlag  
[IEV 195-02-09]

ANMERKUNG: In einer elektrischen Anlage wird der als PE bezeichnete Schutzleiter üblicherweise auch als Schutzerdungsleiter angesehen.

**826-13-23 Schutzerdungsleiter, m**

Schutzleiter zum Zweck der Schutzerdung  
[IEV 195-02-11 MOD]

**826-13-24 Schutzpotentialausgleichsleiter, m**  
Schutzleiter zur Herstellung des Schutzpotentialausgleichs  
[IEV 195-02-10]

**826-13-25 PEN-Leiter, m**

Leiter, der zugleich die Funktionen eines Schutzerdungsleiters und eines Neutralleiters erfüllt  
[IEV 195-02-12]

**826-13-28 Funktionserdungsleiter, m**

Erdungsleiter zum Zweck der Funktionserdung  
[IEV 195-02-15]

**826-13-29 Funktionspotentialausgleichsleiter, m**

Leiter zum Zweck des Funktionspotentialausgleichs  
[IEV 195-02-16]

**826-13-30 Potentialausgleichsanlage, f**

Gesamtheit der Verbindungen zwischen leitfähigen Teilen, die den Potentialausgleich zwischen diesen Teilen herstellt  
[IEV 195-02-22]

ANMERKUNG: Wenn eine Potentialausgleichsanlage geerdet ist, ist sie Teil einer Erdungsanlage.

**826-13-31 Schutzpotentialausgleichsanlage, f**

Potentialausgleichsanlage, die Schutzpotentialausgleich herstellt  
[IEV 195-02-23]

**826-13-32 Funktionspotentialausgleichsanlage, f**

Potentialausgleichsanlage, die Funktionspotentialausgleich herstellt  
[IEV 195-02-24]

**826-13-33 kombinierte Potentialausgleichsanlage, f**

Potentialausgleichsanlage, die sowohl Schutzpotentialausgleich als auch Funktionspotentialausgleich herstellt  
[IEV 195-02-25]

**826-13-34 Potentialausgleichsanschlusspunkt, m  
Potentialausgleichsklemme, f**

Anschlusspunkt oder Klemme an einem Betriebsmittel oder einer Einrichtung, bestimmt für die elektrische Verbindung mit der Potentialausgleichsanlage  
[IEV 195-02-32 MOD]

**826-13-35 Potentialausgleichsschiene, f**

Schiene als Teil einer Potentialausgleichsanlage für den elektrischen Anschluss einer Anzahl von Leitern zum Zweck des Potentialausgleichs

**HAUPTABSCHNITT 826-14 – ELEKTRISCHE STROMKREISE****826-14-05 Neutralpunkt, m**

gemeinsamer Punkt eines in Stern geschalteten Mehrphasensystems oder geerdeter Mittelpunkt eines Einphasensystems

[IEV 195-02-05]

ANMERKUNG 1: Der gemeinsame Punkt eines in Stern geschalteten Mehrphasensystems wird auch als Sternpunkt bezeichnet.

ANMERKUNG 2: In Deutschland wird auch der nicht geerdete Mittelpunkt eines Einphasensystems als „Neutralpunkt“ bezeichnet.

**826-14-06 Leiter, m**

leitfähiges Teil, das dazu vorgesehen ist, einen bestimmten elektrischen Strom zu führen

[IEV 195-01-07]

**826-14-07 Neutralleiter, m**

Leiter, der mit dem Neutralpunkt elektrisch verbunden und in der Lage ist, zur Verteilung elektrischer Energie beizutragen

[IEV 195-02-06]

**826-14-10 Kurzschluss, m**

zufällig oder absichtlich entstandener Strompfad zwischen zwei oder mehr leitfähigen Teilen, durch den die elektrischen Potentialdifferenzen zwischen diesen leitfähigen Teilen auf einen Wert gleich null oder nahezu null abfallen

[IEV 195-04-11]

**826-14-11 Kurzschluss zwischen Außenleiter und Erde, m**

Kurzschluss zwischen einem Außenleiter und Erde in einem Netz mit direkter Neutralpunktterdung oder mit Neutralpunkt-Impedanzerdung

[IEV 195-04-12]

ANMERKUNG: Der Kurzschluss zwischen Außenleiter und Erde kann zum Beispiel über einen Erdungsleiter und einen Erder entstehen.

**826-14-12 Kurzschluss zwischen Außenleitern, m**

Kurzschluss zwischen zwei oder mehr Außenleitern, der mit einem Kurzschluss zwischen Außenleiter und Erde an derselben Stelle kombiniert sein kann oder nicht

[IEV 195-04-16]

**826-14-13 Erdschluss, m**

unbeabsichtigtes Auftreten eines Strompfads zwischen einem aktiven Leiter und Erde

[IEV 195-04-14]

ANMERKUNG 1: Der Strompfad kann durch eine fehlerhafte Isolierung, durch Aufbauten (zum Beispiel Masten, Gerüste, Kräne, Leitern) oder durch Vegetation (zum Beispiel Bäume, Sträucher) führen und eine erhebliche Impedanz aufweisen.

ANMERKUNG 2: Ein Strompfad zwischen einem Leiter, der aus betrieblichen Gründen nicht geerdet werden darf, und Erde wird auch als ein Erdschluss angesehen.

**826-14-15 kurzschluss- und erdschlussicher, Adjektiv**

Beschaffenheit eines elektrischen Betriebsmittels oder einer Kombination, die gegen Kurzschlüsse und Erdschlüsse durch angemessene Vorkehrungen bei der Ausführung und Errichtung geschützt sind

**HAUPTABSCHNITT 826-15 – KABEL- UND LEITUNGSANLAGEN****HAUPTABSCHNITT 826-16 – ANDERE BETRIEBSMITTEL****HAUPTABSCHNITT 826-17 – TRENNEN UND SCHALTEN****HAUPTABSCHNITT 826-18 – FÄHIGKEIT VON PERSONEN****826-18-01 Elektrofachkraft, f**

Person, die aufgrund ihrer Ausbildung und Erfahrung befähigt ist, Risiken zu erkennen und mögliche Gefährdungen durch Elektrizität zu vermeiden<sup>N2)</sup>

[IEV 195-04-01]

<sup>N2)</sup> Nationale Fußnote: Siehe DIN VDE 0105-100 (VDE 0105-100):2005-06: „Für Deutschland ersetzt durch: Elektrofachkraft ist, wer aufgrund seiner fachlichen Ausbildung, Kenntnisse und Erfahrungen sowie Kenntnis der einschlägigen Normen die ihm übertragenen Arbeiten beurteilen und mögliche Gefahren erkennen kann.“

ANMERKUNG: Zur Beurteilung der fachlichen Ausbildung kann auch eine mehrjährige Tätigkeit auf dem betreffenden Arbeitsgebiet herangezogen werden.“

**826-18-02 elektrotechnisch unterwiesene Person, f**

Person, die durch Elektrofachkräfte ausreichend informiert oder beaufsichtigt ist und damit befähigt wird, Risiken zu erkennen und Gefährdungen durch Elektrizität zu vermeiden<sup>N3)</sup> [IEV 195-04-02]

**826-18-03 Laie, m**

Person, die weder eine Elektrofachkraft noch eine elektrotechnisch unterwiesene Person ist [IEV 195-04-03]

ANMERKUNG: Hier handelt es sich um einen Laien in Hinblick auf die Elektrotechnik.

**826-18-04 Bereich mit eingeschränkter Zugangsberechtigung, m**

Bereich, zu dessen Zugang nur Elektrofachkräfte und elektrotechnisch unterwiesene Personen berechtigt sind [IEV 195-04-04 MOD]

**Nationaler Anhang NC**

(normativ)

**National festgelegte Begriffe**

ANMERKUNG: Die in diesem Anhang enthaltenen Begriffe sind international noch nicht festgelegt.

**NC.1 Anlage und Netz****NC.1.1 Starkstromanlage**

elektrische Anlage mit Betriebsmitteln zum Erzeugen, Umwandeln, Speichern, Fortleiten, Verteilen und Verbrauchen elektrischer Energie mit dem Zweck des Verrichtens von Arbeit – z. B. in Form von mechanischer Arbeit, zur Wärme- und Lichterzeugung oder bei elektrochemischen Vorgängen

ANMERKUNG: Starkstromanlagen können gegen elektrische Anlagen anderer Art nicht immer eindeutig abgegrenzt werden. Die Werte von Spannung, Strom und Leistung sind dabei allein keine

ausreichenden Unterscheidungsmerkmale.

**NC.1.2 Stromverteilungsnetz**

Gesamtheit aller Leitungen und Kabel vom Stromerzeuger bis zur Verbraucheranlage abschließlich

**NC.1.4 Verbraucheranlage**

Gesamtheit aller elektrischen Betriebsmittel hinter dem Hausanschlusskasten oder, wenn dieser nicht benötigt wird, hinter den Ausgangsklemmen der letzten Verteilung vor den Verbrauchsmitteln

**NC.2 Elektrische Größen****NC.2.1 Schleifenimpedanz** (Impedanz einer Fehlerschleife)

Summe der Impedanzen (Scheinwiderstände) in einer Stromschleife, bestehend aus der Impedanz der Stromquelle, der Impedanz des Außenleiters von einem Pol der Stromquelle bis zur Messstelle und der Impedanz der Rückleitung (z. B. Schutzleiter, Erder und Erde) von der Messstelle bis zum anderen Pol der Stromquelle

**NC.3 Raumarten****NC.3.1 elektrische Betriebsstätte**

Raum oder Ort, der im Wesentlichen zum Betrieb elektrischer Anlagen dient und in der Regel nur von elektrotechnisch unterwiesenen Personen betreten wird

ANMERKUNG: Hierzu gehören z. B. Schalträume, Schaltwarten, Verteilungsanlagen in abgetrennten Räumen, abgetrennte elektrische Prüffelder und Laboratorien, Maschinenräume von Kraftwerken und dergleichen, deren Maschinen nur von elektrotechnisch unterwiesenen Personen bedient werden.

**NC.3.2 abgeschlossene elektrische Betriebsstätte**

Raum oder Ort, der ausschließlich zum Betrieb elektrischer Anlagen dient und unter Verschluss gehalten wird. Der Verschluss darf nur von beauftragten Personen geöffnet werden. Der Zutritt ist nur elektrotechnisch unterwiesenen Personen gestattet.

ANMERKUNG: Hierzu gehören z. B. abgeschlossene Schalt- und Verteilungsanlagen, Transformatorenzellen, Schaltzellen, Verteilungsanlagen in Blechgehäusen oder in anderen abgeschlossenen Anlagen, Maststationen.

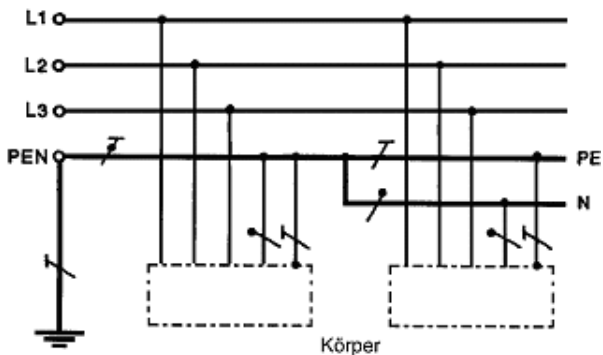
<sup>N3)</sup> Nationale Fußnote: Siehe DIN VDE 0105-100 (VDE 0105-100):2000-06: „Für Deutschland ersetzt durch: Elektrotechnisch unterwiesene Person ist, wer durch eine Elektrofachkraft über die ihr übertragenen Aufgaben und die möglichen Gefahren bei unsachgemäßem Verhalten unterrichtet und erforderlichenfalls angelernt sowie über die notwendigen Schutzeinrichtungen und Schutzmaßnahmen belehrt wurde.“

**DIN VDE 0100-300 (VDE 0100-300) Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1 000 V; Teil 3: Bestimmungen allgemeiner Merkmale (Jan 1996)**

<b>Inhalt</b>	– die Möglichkeit zur Instandhaltung (Kapitel 34).
<b>3.1 Allgemeines</b>	
<b>3.2 Normative Verweisungen</b>	Diese charakteristischen Merkmale sind bei der Wahl der Schutzmaßnahmen (siehe Teil 4 der Norm) und bei der Auswahl und Errichtung der Betriebsmittel (siehe Teil 5 der Norm) zu beachten.
31 Zweck, Stromversorgung und Aufbau der Anlage	ANMERKUNG: Für Fernmeldeanlagen sind die entsprechenden IEC-Normen und die Veröffentlichungen von CCITT und CCIR zu berücksichtigen.
311 Leistungsbedarf und Gleichzeitigkeitsfaktor	
312 Arten von Verteilungssystemen	
313 Stromversorgungen	
314 Aufteilung in Stromkreise	
32 (leer)	<b>31 Zweck, Stromversorgung und Aufbau der Anlage</b>
33 Verträglichkeit	
34 Möglichkeit zur Instandhaltung	
35 Stromquellen für Sicherheitszwecke	<b>311 Leistungsbedarf und Gleichzeitigkeitsfaktor</b>
351 Allgemeines	<b>311.1</b> Für eine wirtschaftliche und zuverlässige Planung der Anlage innerhalb der Grenzwerte der Erwärmung und des Spannungsfalls ist die Ermittlung des Leistungsbedarfs wesentlich.
352 Einteilung (der Stromquellen)	<b>311.2</b> Bei der Ermittlung des Leistungsbedarfs der Anlage oder eines Teils der Anlage darf der Gleichzeitigkeitsfaktor berücksichtigt werden.
<b>Anhang A (informativ) Kurzfassung der Tabelle der äußeren Einflüsse</b>	ANMERKUNG: Ein Leitfaden für die Berechnung des Gleichzeitigkeitsfaktors ist in Beratung.
<b>Anhang B (informativ) Gegenseitige Abhängigkeit der Lufttemperatur, der relativen Luftfeuchte und der absoluten Luftfeuchte</b>	
<b>Anhang C (normativ) Klassifizierung von mechanischen Umweltbedingungen</b>	
<b>Anhang D (normativ) Klassifizierung von Makro-Umgebungsbedingungen</b>	
Anhang ZA (normativ)	
Anhang ZB (informativ)	
<b>Der Inhalt der Norm ist nicht vollständig wiedergegeben</b>	<b>312 Arten von Verteilungssystemen</b>
	Charakteristische Merkmale für die Verteilungssysteme sind:
	– Art und Zahl der aktiven Leiter der Systeme,
	– Art der Erdverbindungen der Systeme.
<b>3.1 Allgemeines</b>	<b>312.2 Systeme nach Art der Erdverbindung</b>
Die folgenden charakteristischen Merkmale der Anlagen sind entsprechend den angegebenen Kapiteln zu bestimmen:	In dieser Norm werden folgende Systeme nach Art der Erdverbindung berücksichtigt:
– der Verwendungszweck der Anlage, ihr allgemeiner Aufbau und ihre Stromversorgung (Kapitel 31);	ANMERKUNG 1: Die Bilder 31A bis 31E sind Beispiele für übliche Dreiphasen-(Drehstrom-)Systeme.
– die äußeren Einflüsse, denen die Anlage ausgesetzt sein wird (Kapitel 32);	ANMERKUNG 2: Die angewendeten Kurzzeichen haben folgende Bedeutung:
– die Verträglichkeit ihrer Betriebsmittel (Kapitel 33);	

Erster Buchstabe – Beziehung des Versorgungssystems zur Erde  
 T direkte Verbindung eines Punktes zur Erde  
 I entweder alle aktiven Teile von Erde getrennt oder ein Punkt über eine Impedanz mit Erde verbunden  
 Zweiter Buchstabe – Beziehung der Körper der elektrischen Anlage zur Erde

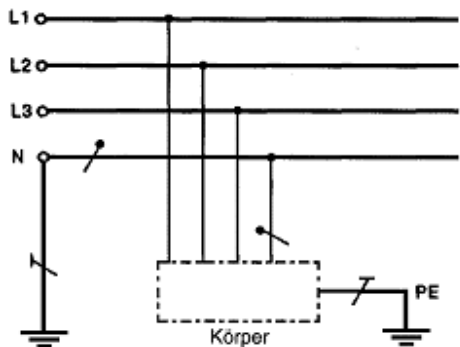
T Körper direkt geerdet, unabhängig von der etwa bestehenden Erdung eines Punktes des Versorgungssystems  
 N Körper direkt mit dem geerdeten Punkt des Versorgungssystems verbunden (in Wechselstromnetzen ist der geerdete Punkt im allgemeinen der Sternpunkt oder, falls ein Sternpunkt nicht vorhanden ist, ein Außenleiter)



Erdung des Systems

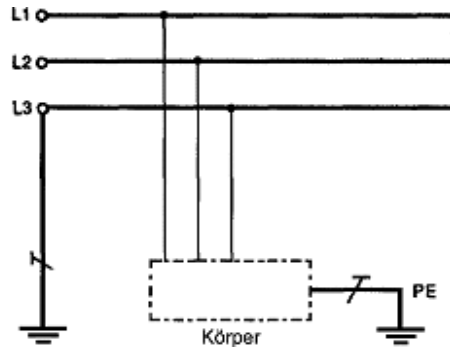
Neutraleiter- und Schutzleiterfunktion sind in einem einzigen Leiter in einem Teil des Systems kombiniert.

Bild 31B – TN-C-S-System



Erdung des Systems

Bild 31D – TT-System



Erdung des Systems



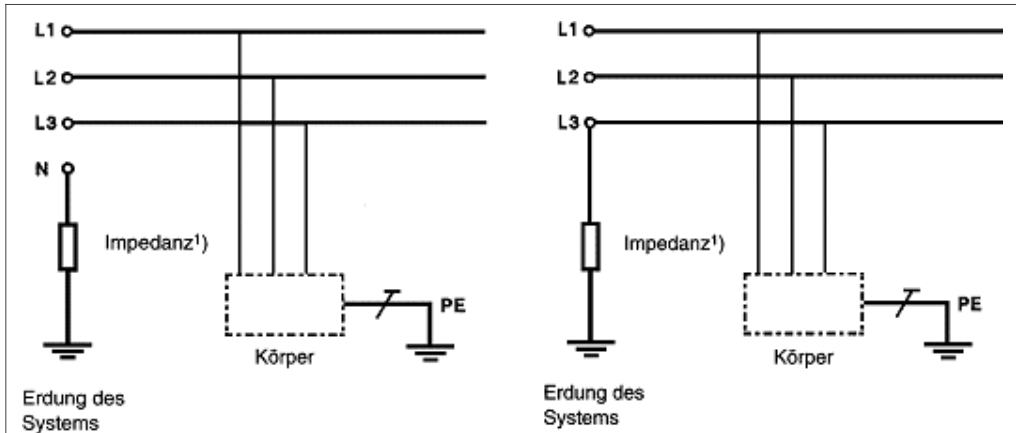


Bild 31E – IT-System

- 1) Das System darf von Erde getrennt werden.  
Der Neutralleiter darf, braucht aber nicht verteilt zu werden.

### 313 Stromversorgungen

#### 313.1 Allgemeines

313.1.1 Folgende charakteristische Merkmale der Stromversorgung(en) sind zu ermitteln:

- Stromart und Frequenz;
- Nennspannung(en);
- unbeeinflusster Kurzschlussstrom am Speisepunkt der elektrischen Anlage;
- Eignung im Hinblick auf die Anforderungen der Anlage, einschließlich des maximalen Leistungsbedarfs.

313.1.2 Diese charakteristischen Merkmale sind bei der Fremdversorgung der Anlage festzustellen, bei Versorgung durch eine eigene Stromquelle festzulegen. Diese Anforderungen gelten gleichermaßen für die allgemeine Stromversorgung der Anlage und die Versorgungseinrichtungen für Sicherheitszwecke und Ersatzstromversorgungsanlagen.

#### 313.2 Versorgungseinrichtungen für Sicherheitszwecke und Ersatzstromversorgungsanlagen

Falls eine Versorgungseinrichtung für Sicherheitszwecke von den für den Brandschutz zuständigen Behörden vorgeschrieben oder aufgrund anderer Bedingungen bezüglich der Räumung von Anwesen (Grundstücken und Gebäuden) im Notfall erforderlich ist, oder wenn der Anlagenplaner eine Ersatzstromversorgung verlangt, so sind die cha-

rakteristischen Merkmale der Versorgungseinrichtungen für Sicherheitszwecke und/oder Ersatzstromversorgungsanlage getrennt zu bestimmen. Derartige Versorgungen müssen hinsichtlich der Leistung, Zuverlässigkeit, Bemessungsgrößen und Bereitschaft für die entsprechende Funktion ausgelegt sein.

ANMERKUNG: Weitere Anforderungen an elektrische Anlagen für Sicherheitszwecke siehe Kapitel 35 und HD 384.5.56. Für Ersatzstromversorgungsanlagen sind keine besonderen Anforderungen in dieser Norm enthalten.

### 33 Verträglichkeit

330.1 Die Eigenschaften von Betriebsmitteln, die sich nachteilig auf andere elektrische Betriebsmittel oder Einrichtungen auswirken oder die Funktion der Stromversorgung beeinträchtigen können, sind abzuschätzen.

Solche Eigenschaften sind z. B.:

- Überspannungen;
- schnell wechselnde Lasten;
- Einschaltströme;
- Oberschwingungsströme;
- Gleichstromanteile in Wechselströmen;
- hochfrequente Schwingungen;
- Ableitströme gegen Erde;
- Notwendigkeit zusätzlicher Erdverbindungen.

### 35 Stromquellen für Sicherheitszwecke

**DIN VDE 0100-410 (VDE 0100-410) Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000 V; Teil 4: Schutzmaßnahmen; Kapitel 41: Schutz gegen elektrischen Schlag (Jan 1997)**

Inhalt	Der Inhalt der Norm ist nicht vollständig wiedergegeben
Nationales Vorwort	
<b>4 Schutzmaßnahmen</b>	<b>411 Schutz sowohl gegen direktes als auch bei direktem Berühren</b>
400.1 Einführung	
<b>41 Schutz gegen elektrischen Schlag</b>	<b>411.1 Schutz durch Kleinspannung: SELV und PELV</b>
410.1 Allgemeines	
<b>411 Schutz sowohl gegen direktes als auch bei indirektem Berühren</b>	<b>411.1.1</b> Der Schutz gegen elektrischen Schlag wird als erfüllt angesehen, wenn:
411.1 Schutz durch Kleinspannung: SELV und PELV	– die Nennspannung den Spannungsbereich I (siehe IEC 60449: Spannungsbereiche für elektrische Anlagen von Gebäuden) nicht überschreitet und
411.1.1 Der Schutz gegen elektrischen Schlag wird als erfüllt angesehen, wenn:	– die Versorgung aus einer der Stromquellen nach Unterabschnitt 411.1.2 erfolgt und
411.1.2 Stromquellen für SELV und PELV	– die Bedingungen des Unterabschnitts 411.1.3 und zusätzlich entweder
411.1.3 Anordnung von Stromkreisen	• Unterabschnitt 411.1.4 für SELV-Stromkreise (ungeerdet) oder
411.2 Schutz durch Begrenzung von Beharungsberührungstrom und Ladung	• Unterabschnitt 411.1.5 für PELV-Stromkreise (Stromkreise und Körper dürfen geerdet sein)
<b>412 Schutz gegen elektrischen Schlag unter normalen Bedingungen (Schutz gegen direktes Berühren oder Basisschutz)</b>	erfüllt sind.
412.1 Schutz durch Isolierung von aktiven Teilen	ANMERKUNG 1: Wenn das System von einem System höherer Spannung durch andere Betriebsmittel, wie durch Spartransformatoren, Potentiometer, Halbleiterbauteile usw., versorgt wird, ist der Ausgangstromkreis als Teil des Eingangstromkreises zu betrachten. In diesem Fall muss der Ausgangstromkreis durch die Schutzmaßnahme geschützt sein, die für den Eingangstromkreis angewendet ist.
412.2 Schutz durch Abdeckungen oder Umhüllungen	ANMERKUNG 2: Für bestimmte, im Teil 7 berücksichtigte äußere Einflüsse dürfen niedrigere Spannungsgrenzen gefordert werden.
412.3 Schutz durch Hindernisse	
412.4 Schutz durch Abstand	
412.5 Zusätzlicher Schutz durch RCDs	
<b>413 Schutz gegen elektrischen Schlag unter Fehlerbedingungen (Schutz bei indirektem Berühren oder Fehlerschutz)</b>	<b>411.1.2 Stromquellen für SELV und PELV</b>
413.1 Schutz durch automatische Abschaltung der Stromversorgung	<b>411.1.2.1</b> Ein Transformator mit sicherer Trennung nach EN 60742.
413.1.1 Allgemeines	ANMERKUNG: In bestimmten Fällen (z. B. bei Schutzschirmung) hängt der Schutz durch PELV von der Schutzmaßnahme auf der Primärseite der Stromversorgung ab (z. B. automatische Abschaltung der Stromversorgung und Anwendung von PELV innerhalb des gleichen Gebäudes).
413.1.2 Potentialausgleich	
413.1.3 TN-Systeme	
413.1.4 TT-Systeme	
413.1.5 IT-Systeme	
413.1.6 Zusätzlicher Potentialausgleich	<b>411.1.2.2</b> Eine Stromquelle, die den gleichen Sicherheitsgrad erfüllt wie ein Transformator
413.2 Schutz durch Verwendung von Betriebsmitteln der Schutzklasse II oder durch gleichwertige Isolierung	
413.3 Schutz durch nichtleitende Räume	
413.4 Schutz durch erdfreien örtlichen Potentialausgleich	
413.5 Schutz durch Schutztrennung	
<b>Anhang ZA (normativ)</b>	
<b>Anhang</b> (informativ) Überblick zu VDE 0100-410 (VDE 0100-410) den Kleinspannungen SELV, PELV und FELV bezüglich der sicheren Trennung und der Beziehung zur Erde	

mit sicherer Trennung nach Unterabschnitt 411.1.2.1 (z. B. Motorgeneratoren mit gleichwertig getrennten Wicklungen).

**411.1.2.3** Eine elektrochemische Stromquelle (z. B. eine Batterie), die unabhängig oder sicher getrennt von FELV-Stromkreisen oder von Stromkreisen höherer Spannung ist.

**411.1.2.4** Andere Stromquellen, die unabhängig von FELV-Stromkreisen oder von Stromkreisen höherer Spannung sind (z. B. ein Generator, der von einer Verbrennungsmaschine angetrieben wird).

**411.1.2.5** Bestimmte elektronische Einrichtungen, die entsprechend den für sie geltenden Normen gebaut sind und bei denen sichergestellt ist, dass auch beim Auftreten eines Fehlers im Gerät die Spannung an den Ausgangsklemmen nicht höher ist als die in Unterabschnitt 411.1.1 festgelegten Werte. Höhere Spannungen an den Ausgangsklemmen sind jedoch bei PELV zulässig, wenn vorgesehen ist, dass im Falle des direkten oder indirekten Berührens die Spannung an den Ausgangsklemmen auf die Werte gleich den oberen Grenzwerten von Spannungsband I (siehe 411.1.1) oder auf niedrigere Werte innerhalb einer Zeit entsprechend Tabelle 41A zurückgeht.

**ANMERKUNG 1:** Beispiele von solchen Einrichtungen schließen Isolationsüberwachungseinrichtungen ein, die den Anforderungen der betreffenden Publikationen entsprechen.

**ANMERKUNG 2:** Wenn an den Ausgangsklemmen höhere Spannungen auftreten, darf eine Übereinstimmung mit diesem Abschnitt angenommen werden, wenn die mit einem Voltmeter mit einem inneren Widerstand von mindestens 3000  $\Omega$  an den Ausgangsklemmen gemessene Spannung nicht größer ist als die in Unterabschnitt 411.1.1, erster Aufzählungsstrich, festgelegten Werte.

### **411.1.3 Anordnung von Stromkreisen**

**411.1.3.1** Aktive Teile von SELV- und PELV-Stromkreisen müssen voneinander, von FELV-Stromkreisen und von Stromkreisen höherer Spannung sicher getrennt sein (siehe Unterabschnitt 411.1.3.2).

**ANMERKUNG 1:** Diese Festlegung schließt die Verbindung des PELV-Stromkreises mit Erde nicht aus (siehe Unterabschnitt 411.1.5).

**ANMERKUNG 2:** Die sichere Trennung ist insbesondere zwischen aktiven Teilen von elektrischen Betriebsmitteln, wie Relais, Schützen, Hilfsschaltern und jedem Teil

eines Stromkreises höherer Spannung, notwendig.

**ANMERKUNG 3:** Die grundsätzlichen Anforderungen für eine sichere Trennung von aktiven Teilen der SELV-Stromkreise und PELV-Stromkreise voneinander und von Leitern jedes anderen Stromkreises, z. B. innerhalb der elektrischen Betriebsmittel, werden in der IEC 61140 angegeben.

**411.1.3.2** Die sichere Trennung zwischen Leitern eines jeden Stromkreises eines SELV- und PELV-Systems und Leitern jedes anderen Stromkreises muss durch eine der folgenden Maßnahmen erfüllt werden:

- räumlich getrennte Anordnung der Leiter;
- Leiter von SELV- und PELV-Stromkreisen müssen mit einem Mantel aus Isolierstoff zusätzlich zu ihrer Basisisolierung umhüllt sein;
- Leiter von Stromkreisen verschiedener Spannung müssen durch einen geerdeten Metallschirm oder eine geerdete metallene Umhüllung getrennt sein;

**ANMERKUNG:** In den oben erwähnten Fällen braucht die entsprechende Basisisolierung eines jeden Leiters nur für die Spannung des Stromkreises bemessen zu sein, zu dem der Leiter gehört.

- Mehradrige Kabel, Leitungen oder Leiterbündel dürfen Stromkreise verschiedener Spannungen enthalten, wenn die Leiter von SELV- und PELV-Stromkreisen einzeln oder gemeinsam mit einer Isolierung versehen sind, die für die höchste vorkommende Spannung bemessen ist.

**411.1.3.3** Stecker und Steckdosen von SELV- und PELV-Stromkreisen müssen den folgenden Anforderungen genügen:

- Stecker dürfen nicht in Steckdosen anderer Spannungssysteme eingeführt werden können;

**ANMERKUNG 1:** Ein FELV-Stromkreis wird als anderes Spannungssystem betrachtet (siehe auch Unterabschnitt 471.3.4 von HD 384.4.47 S2:1995).

- Steckdosen dürfen nicht für Stecker anderer Spannungssysteme geeignet sein;
- Stecker und Steckdosen von SELV-Stromkreisen dürfen keinen Schutzkontakt haben;
- SELV-Stecker dürfen nicht in PELV-Steckdosen eingeführt werden können;
- PELV-Stecker dürfen nicht in SELV-Steckdosen eingeführt werden können.

**ANMERKUNG 2:** PELV-Stecker und PELV-Steckdosen dürfen Schutzkontakte haben.

**411.1.4 Anforderungen an SELV-Stromkreise**

**411.1.4.1** Aktive Teile von SELV-Stromkreisen dürfen nicht mit Erde oder mit aktiven Teilen oder Schutzleitern anderer Stromkreise verbunden sein.

**411.1.4.2** Körper dürfen nicht absichtlich verbunden werden mit:

- Erde oder
- Schutzleitern oder Körpern eines anderen Stromkreises oder
- fremden leitfähigen Teilen, ausgenommen in Fällen, in denen es nicht vermeidbar ist, dass elektrische Betriebsmittel mit fremden leitfähigen Teilen verbunden sind, wenn sie so angeordnet sind, dass solche Teile keine Spannung annehmen können, die größer ist als die Spannung, die in Unterabschnitt 411.1.1, erster Aufzählungsstrich, genannt ist.

ANMERKUNG: Wenn Körper von SELV-Stromkreisen mit den Körpern anderer Stromkreise in Berührung kommen können, ist der Schutz gegen elektrischen Schlag nicht allein vom Schutz durch SELV abhängig, sondern auch von der Schutzmaßnahme, die in den anderen Stromkreisen angewendet wird.

**411.1.4.3** Wenn die Nennspannung AC 25 V Effektivwert oder DC 60 V Oberschwingungsfrei überschreitet, muss ein Schutz gegen direktes Berühren durch:

- Abdeckungen oder Umhüllungen mindestens in Schutzart IP2X oder IPXXB oder
- eine Isolierung, die einer Prüfspannung von AC 500 V Effektivwert für 1 Minute standhält, vorgesehen werden.

Wenn die Nennspannung AC 25 V Effektivwert oder DC 60 V Oberschwingungsfrei nicht überschreitet, ist im Allgemeinen ein Schutz gegen direktes Berühren nicht erforderlich, jedoch darf bei bestimmten äußeren Einflüssen ein Schutz gegen direktes Berühren gefordert werden.

ANMERKUNG: „Oberschwingungsfrei“ ist vereinbarungsgemäß definiert als Welligkeit von nicht mehr als 10% effektiv bei überlagerter sinusförmiger Wechselspannung; der maximale Scheitelwert überschreitet nicht 140 V bei einem Oberschwingungsfreien Gleichstromsystem mit der Nennspannung 120 V und nicht 70 V bei einem Oberschwingungsfreien Gleichstromsystem mit der Nennspannung 60 V.

**411.1.5 Anforderungen an PELV-Stromkreise**

Wenn die Stromkreise geerdet sind und wenn der Schutz durch SELV entsprechend Unterabschnitt 411.1.4 nicht gefordert ist, müssen die Anforderungen der Unterabschnitte 411.1.5.1 und 411.1.5.2 erfüllt sein.

ANMERKUNG: Die Erdung der Stromkreise darf durch eine geeignete Verbindung mit dem Schutzleiter des Primärstromkreises der Anlage hergestellt werden.

**411.1.5.1** Der Schutz gegen direktes Berühren muss vorgesehen werden entweder durch:

- Abdeckungen oder Umhüllungen mindestens in Schutzart IP2X oder IPXXB oder
- Isolierung, die einer Prüfspannung von AC 500 V Effektivwert für 1 Minute standhält.

**411.1.5.2** Der Schutz gegen direktes Berühren nach 411.1.5.1 ist innerhalb oder außerhalb eines Gebäudes nicht notwendig, wenn der Hauptpotentialausgleich nach 413.1.2 vorgesehen worden ist und die Erdungsanlage und die Körper des PELV-Systems durch einen Schutzleiter mit der Haupterdungsschiene verbunden sind und die Nennspannung des PELV-Systems folgende Werte nicht überschreitet:

- AC 25 V Effektivwert der Wechselspannung oder DC 60 V Oberschwingungsfrei bei Betriebsmitteln, die üblicherweise nur in trockenen Räumen verwendet werden und wenn eine großflächige Berührung von aktiven Teilen mit dem menschlichen Körper nicht zu erwarten ist.
- AC 6 V Effektivwert oder DC 15 V Oberschwingungsfrei in allen anderen Fällen.

ANMERKUNG: Die Erdung der Stromkreise darf durch eine geeignete Verbindung zur Erde innerhalb der Stromquelle selbst erreicht werden.

**411.2 Schutz durch Begrenzung von Beharungsberührungsstrom und Ladung**

In Beratung.

**412 Schutz gegen elektrischen Schlag unter normalen Bedingungen (Schutz gegen direktes Berühren oder Basisschutz)**

NATIONALE ANMERKUNG: Zur Anwendung der Schutzmaßnahmen nach 412.1 bis 412.4 siehe Abschnitt NB.2 im Anhang NB der Norm.

**412.1 Schutz durch Isolierung von aktiven Teilen**

ANMERKUNG: Die Isolierung ist vorgesehen, um jedes Berühren aktiver Teile zu verhindern.

Aktive Teile müssen vollständig mit einer Isolierung umgeben sein, die nur durch Zerstörung entfernt werden kann.

Bei fabrikfertigen Betriebsmitteln muss die Isolierung den einschlägigen Normen der elektrischen Betriebsmittel genügen.

Bei anderen Betriebsmitteln muss der Schutz durch eine Isolierung verwirklicht sein, die den mechanischen, chemischen, elektrischen und thermischen Beanspruchungen, denen sie ggf. im Betrieb ausgesetzt wird, dauerhaft standhält. Farbe, Anstriche, Lacke und dergleichen sind für sich allein kein ausreichender Schutz gegen elektrischen Schlag unter normalen Bedingungen.

**ANMERKUNG:** Wenn die Isolierung während der Errichtung der elektrischen Anlage angebracht wird, sollte die Eignung der Isolierung durch Prüfungen nachgewiesen werden, die jenen vergleichbar sind, mit denen die Isolationseigenschaften ähnlicher fabrikfertiger Betriebsmittel nachgewiesen werden.

## 412.2 Schutz durch Abdeckungen oder Umhüllungen

**ANMERKUNG:** Abdeckungen und Umhüllungen sind vorgesehen, um jedes Berühren aktiver Teile zu verhindern.

**412.2.1** Aktive Teile müssen von Umhüllungen umgeben oder hinter Abdeckungen angeordnet sein, die mindestens der Schutzart IP2X oder IPXXB entsprechen, ausgenommen, wenn größere Öffnungen während des Auswechselns von Teilen entstehen, z. B. bei Lampenfassungen oder Sicherungen, oder wenn größere Öffnungen für den ordnungsgemäßen Betrieb der Betriebsmittel nach den entsprechenden Betriebsmittelnormen notwendig sind:

- Geeignete Vorkehrungen müssen vorgesehen werden, um Personen oder Nutztiere vor unbeabsichtigter Berührung aktiver Teile zu schützen, und
- es muss, soweit möglich, sichergestellt werden, dass Personen sich bewusst sind, dass aktive Teile beim Öffnen berührt werden können und nicht absichtlich berührt werden sollten.

**412.2.2** Horizontale obere Flächen von Abdeckungen oder Umhüllungen, die leicht zugänglich sind, müssen mindestens der Schutzart IP4X oder IPXXD entsprechen.

**412.2.3** Abdeckungen und Umhüllungen müssen sicher befestigt sein. Sie müssen eine ausreichende Festigkeit und Haltbarkeit haben, um die geforderte Schutzart und einen ausreichenden Abstand zu aktiven Teilen unter den zu erwartenden Bedingungen des normalen Betriebes und bei Berücksichtigung der zutreffenden äußeren Einflüsse aufrechtzuerhalten.

**412.2.4** In Fällen, in denen Abdeckungen entfernt, Umhüllungen geöffnet oder Teile von Umhüllungen abgenommen werden müssen, darf dieses nur möglich sein

- mit Hilfe eines Schlüssels oder Werkzeugs oder
- nach Abschalten der Stromversorgung aktiver Teile, für die die Abdeckungen oder Umhüllungen als Schutz gegen direktes Berühren vorgesehen sind; eine Wiedereinschaltung der Versorgung darf erst möglich sein, wenn die Abdeckungen oder Umhüllungen sich wieder an ihrer ursprünglichen Stelle befinden bzw. geschlossen sind, oder
- wenn eine Zwischenabdeckung mindestens in Schutzart IP2X oder IPXXB ein Berühren aktiver Teile verhindert und diese Zwischenabdeckung sich nur mittels eines Schlüssels oder Werkzeugs entfernen lässt.

## 412.3 Schutz durch Hindernisse

**ANMERKUNG:** Hindernisse sind vorgesehen, um das unbeabsichtigte Berühren aktiver Teile, nicht aber das absichtliche Berühren durch bewusstes Umgehen des Hindernisses zu verhindern.

**412.3.1** Hindernisse müssen verhindern entweder:

- unbeabsichtigte Annäherung an aktive Teile oder
- unbeabsichtigtes Berühren aktiver Teile während der Bedienung von Betriebsmitteln im normalen Betrieb.

**412.3.2** Hindernisse dürfen ohne Schlüssel oder Werkzeug abnehmbar sein, müssen jedoch so befestigt sein, dass ein unbeabsichtigtes Entfernen verhindert ist.

## 412.4 Schutz durch Abstand

**ANMERKUNG:** Schutz durch Abstand ist vorgesehen, um nur das unbeabsichtigte Berühren aktiver Teile zu verhindern.

**412.4.1** Im Handbereich dürfen sich keine gleichzeitig berührbaren Teile unterschiedlichen Potentials befinden.

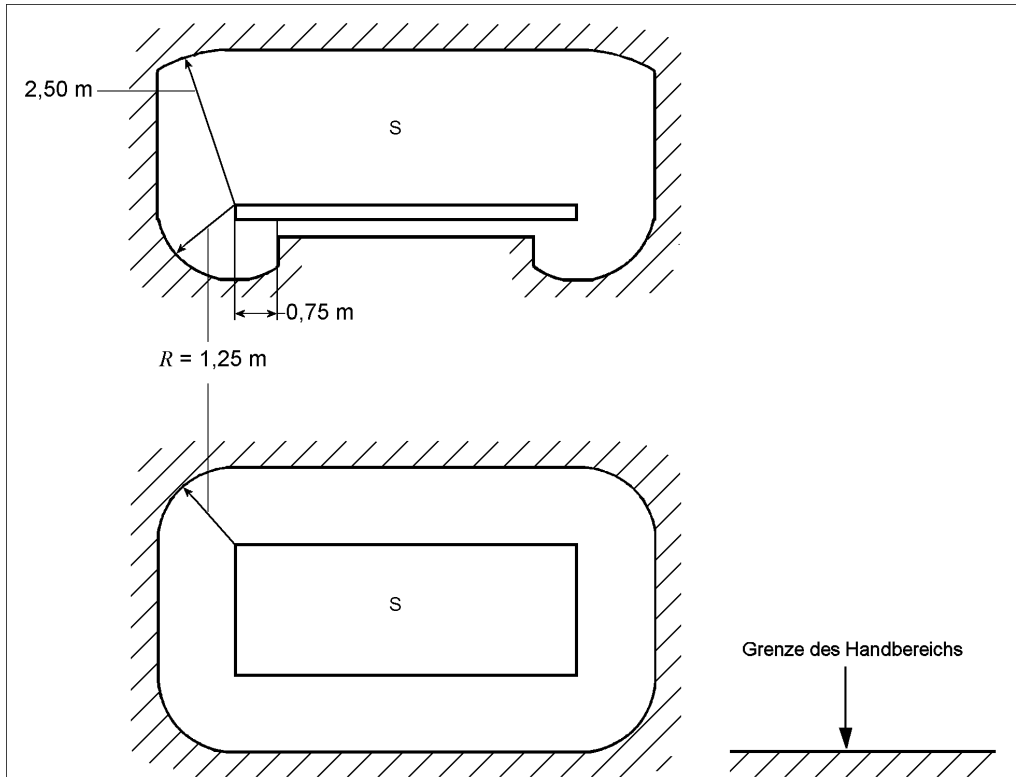


Bild 41C.1 Handbereich

**ANMERKUNG:** Zwei Teile gelten als gleichzeitig berührbar, wenn sie nicht mehr als 2,50 m voneinander entfernt sind (siehe Bild 41C.1).

**412.4.2** Ist eine übliche Standfläche in horizontaler Richtung durch ein Hindernis begrenzt (z. B. Geländer, Maschengitter), dessen Schutzart geringer ist als IP2X oder IPXXB, so rechnet der Handbereich ab diesem Hindernis. In 2,50 m Höhe über der Standfläche S endet der Handbereich, ohne Berücksichtigung eines Hin-

dernisses mit einer Schutzart geringer als IP2X oder IPXXB.


**ANMERKUNG:** Die Grenzen des Handbereichs gelten bezüglich des Berührens mit der bloßen Hand ohne Hilfsmittel (z. B. Werkzeuge oder Leiter).


**412.4.3** An Stellen, an denen üblicherweise sperrige oder lange leitfähige Gegenstände gehandhabt werden, müssen die durch Unterabschnitt 412.4.1 und Unterabschnitt 412.4.2 festgelegten Abstände entsprechend vergrößert werden.

<p><b>Tabelle N.1</b>  <b>Schutzeinrichtungen für den Schutz gegen elektrischen Schlag unter Fehlerbedingungen</b>  <b>(Schutz bei indirektem Berühren) in den Systemen nach Art der Erdverbindung</b></p>			
System nach Art der Erdverbindung	TN-System	TT-System	IT-System
Schutzeinrichtung	Schaltung		
Überstrom-Schutzeinrichtung	<p><b>TN-S-System</b> getrennte Neutralleiter und Schutzleiter im gesamten System</p>		
	<p><b>TN-C-System</b> Neutral- und Schutzleiter im gesamten System in einem Leiter, dem PEN-Leiter, zusammengefasst</p>		
	<p><b>TN-C-S-System</b> Neutral- und Schutzleiter in einem Teil des Systems in einem Leiter, dem PEN-Leiter, zusammengefasst</p>		
RCD (Fehlerstrom-Schutzeinrichtung)			
Isolationsüberwachungseinrichtung			

**Zu 413.2**

Zum Durchschleifen von Schutzleitern (PE), PEN-Leitern, Potentialausgleichsleitern und anderen geerdeten Leitern durch schutzisolierte Schaltgerätekombinationen sind das UK 221.3 „Schutzmaßnahmen“ und das UK 431.1 „Niederspannungs-Schaltgerätekombinationen“ folgender Auffassung:

- a) Innerhalb schutzisolierter Schaltgerätekombinationen dürfen Schutz-, PEN- oder Potentialausgleichsleiter, und ggf. auch Erdungsleiter, an berührbare Körper oder leitfähige Teile, z. B. an Tragkonstruktionen, nicht angeschlossen werden. Müssen in Einzelfällen solche Leiter angeschlossen werden, geht die Eigenschaft der Schutzisolierung verloren, und es muss das Symbol  unkenntlich gemacht werden, z. B. durch Überstreichen oder durch Ausschleifen.
- b) Beim Durchschleifen von Schutz-, PEN-, Potentialausgleichs- oder sonstigen geerdeten Leitern braucht das o. g. Symbol nicht unkenntlich gemacht zu werden. Die Schutzisolierung bzw. die Schutzklasse II bleibt erhalten, wenn Folgendes beachtet wird:
  - Die genannten Leiter dürfen nur über isoliert aufgebaute Anschlussstellen geführt werden, wobei die Isolierung dem Isolationsniveau der Außenleiter entsprechen muss.
  - Die Anschlussstelle darf z. B. aus Reihenklemmentragschienen mit blanken oder isolierten Schutzleiterklemmen oder aus isoliert aufgebauten blanken Schienen mit entsprechenden Anschlussklemmen bestehen.


**ANMERKUNG 1:** In beiden Fällen muss mindestens an einem Ende der Schiene eine gut sichtbare Kennzeichnung, z. B. durch Klebeband grün-gelb, Bildzeichen, Schutzleiter nach DIN 40011 mit dem Symbol , Reg.-Nr. 01545 nach DIN 30600, identisch mit 417-IEC 5019 (genormt in DIN 40101-1), oder durch Beschriftung „PE“, vorgenommen werden.

- Bei Reihenklemmentragschienen dürfen auf der Schiene auch noch andere Klemmen und Betriebsmittel angeordnet werden.

**ANMERKUNG 2:** Bei Verwendung der Reihenklemmentragschiene als PEN-Leiter muss diese aus Kupfer oder Aluminium bestehen und darf nur mit Klemmen bestückt sein (siehe DIN VDE 0100-540 (VDE 0100 Teil 540), Abschnitt C.3).

- Freie Enden von Schienen brauchen nicht abgedeckt zu werden.

c) Als weitere Ausnahmen gelten:

- Beim Anschluss von Schirmwicklungen, z. B. in Stromversorgungseinrichtungen (Netzgeräte), braucht das Symbol , Reg.-Nr. 00154 nach DIN 30600; identisch mit 417-IEC 5172 (genormt in DIN 40101-1), nicht entfernt zu werden. Hat jedoch die Schirmwicklung Verbindung mit dem Körper der Stromversorgungseinrichtung, muss diese Stromversorgungseinrichtung isoliert von den übrigen Körpern in schutzisolierten Schaltgerätekombinationen angeordnet werden. Es ist ein Hinweis vorzusehen, der z. B. wie folgt lautet: „Betriebsmittel ist an Schutzleiter angeschlossen.“

- Das Durchschleifen von geschirmten Kabeln durch schutzisolierte Schaltgerätekombinationen ist erlaubt, wenn die Kabelschirme über isoliert aufgebaute Anschlussstellen geführt werden. Außerdem muss sichergestellt sein, dass der Schirm des Kabels im ganzen Verlauf mit einer bestimmungsgemäßen Isolierung versehen ist.


d) Einbau von Steckdosen, Schraubsicherungen, Lampenfassungen in schutzisolierte Schaltgerätekombinationen; Vorgenannte Betriebsmittel dürfen innerhalb der schutzisolierten Umhüllung (Hinweis: zur Zeit gibt es in DIN EN 60439-1 (VDE 0660-500) und DIN VDE 0100-200 (VDE 0100-200) verschiedene deutsche Benennungen für das englische „enclosure“), die sich nur mit Werkzeug öffnen lässt, eingebaut werden, und am Schutzkontakt der Steckdose muss ein Schutzleiter angeschlossen werden. Dieser Schutzleiter darf aber nach den derzeit gültigen Normen nicht mit Körpern oder leitfähigen Metallteilen innerhalb der Umhüllung verbunden sein. Werden vorgenannte Betriebsmittel in die schutzisolierte Umhüllung eingebaut und ragen sie aus der schutzisolierten Schaltgerätekombination heraus, gilt Folgendes:

- Schraubsicherungen, Lampenfassungen  
Beim Auswechseln der Sicherungen oder Lampen entstehen vorübergehend Öffnungen, die die für den Schutz gegen direktes Berühren erforderliche Schutzart reduzieren dürfen. Entsprechende Aussagen sind auch in 412.2.1 enthalten. Jahrzehntelange Erfahrungen haben jedoch gezeigt, dass hierbei keine zusätzlichen Gefährdungen auftreten, die den Charakter der Schutzisolierung in Frage stellen würden.

- Steckdosen  
Bei Steckdosen sind ohne eingesteckten Stecker größere Öffnungen vorhanden,



sodass die in DIN EN 60439-1 (VDE 0660-500), Abschnitt 7.4.3.2.2, geforderte Mindestschutzart IP3XD und die in DIN VDE 0603-1 (VDE 0603-1), Abschnitt 4.5.2, geforderte Mindestschutzart IP3X unterschritten werden. Um die Anforderung zu erfüllen, müssen Steckdosen mit Klappdeckel eingesetzt werden. Der Klappdeckel muss fester Bestandteil der

Steckdose sein und sowohl die Öffnungen für Außen- und Neutralleiter als auch für den Schutzleiter abdecken. Solche Gehäuse bleiben Betriebsmittel der Schutzklasse II; das Symbol  braucht nicht entfernt zu werden.

Die Interpretation unter Aufzählung d) wird von UK 543.1 "Isolationskleinverteiler und Zählerplätze" mitgetragen.

## DIN EN 61140 (VDE 0140-1) Schutz gegen elektrischen Schlag – Gemeinsame Anforderungen für Anlagen und Betriebsmittel (Aug 2003)

### Inhalt

#### Vorwort

#### Einführung

#### 1 Anwendungsbereich

#### 2 Normative Verweisungen

#### 3 Begriffe

#### 4 Grundsätzliche Anforderungen für den Schutz gegen elektrischen Schlag

##### 4.1 Normale Bedingungen

##### 4.2 Einzelfehlerbedingungen

##### 4.3 Sonderfälle

#### 5 Schutzvorkehrungen (Bestandteile der Schutzmaßnahmen)

##### 5.1 Vorkehrungen für den Basisschutz

##### 5.2 Vorkehrungen für den Fehlerschutz

##### 5.3 Verstärkte Schutzvorkehrungen

#### 6 Schutzmaßnahmen

##### 6.1 Schutz durch automatische Abschaltung der Stromversorgung

##### 6.2 Schutz durch doppelte oder verstärkte Isolierung

##### 6.3 Schutz durch Potentialausgleich

##### 6.4 Schutz durch Schutztrennung

##### 6.5 Schutz durch nicht leitende Umgebung (Niederspannung)

##### 6.6 Schutz durch SELV

##### 6.7 Schutz durch PELV

##### 6.8 Schutz durch Begrenzung von Beharrungsberührungsstrom und Ladung

##### 6.9 Schutz durch andere Maßnahmen

#### 7 Koordinieren der elektrischen Betriebsmittel und der Schutzvorkehrungen in der elektrischen Anlage

##### 7.1 Betriebsmittel der Schutzklasse 0

##### 7.2 Betriebsmittel der Schutzklasse I

##### 7.3 Betriebsmittel der Schutzklasse II

##### 7.4 Betriebsmittel der Schutzklasse III

##### 7.5 Berührungsströme, Schutzleiterströme, Ableitströme

##### 7.6 Sicherheits- und Schutzvorrichtungsabstände und Warnschilder für Hochspannungsanlagen

#### 8 Besondere Bedienungs- und Wartungsbedingungen

##### 8.1 Einrichtungen, die manuell betätigt werden, und Teile, deren Auswechseln von Hand vorgesehen ist

##### 8.2 Elektrische Werte nach dem Trennen

**Anhang A** (informativ) Übersicht der Schutzmaßnahmen und deren Erfüllung durch Schutzvorkehrungen

**Anhang B** (informativ) Maximale zulässige Werte für Schutzleiterströme von Betriebsmitteln bei Wechselspannung für Fälle nach 7.5.2.2 a) und 7.5.2.2 b)

**Anhang C** (informativ) Verzeichnis der Begriffe

**Anhang ZA** (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen-  
**Anhang ZB** (informativ) A-Abweichungen

**Der Inhalt der Norm ist nicht vollständig wiedergegeben**

#### 7 Koordinieren der elektrischen Betriebsmittel und der Schutzvorkehrungen in der elektrischen Anlage


Schutz wird erreicht durch eine Kombination konstruktiver Maßnahmen für Betriebsmittel und Einrichtungen zusammen mit der Art der Anlage. Technischen Komitees wird empfohlen, die Schutzmaßnahmen zu verwenden, die in Abschnitt 6 beschrieben sind.


Betriebsmittel dürfen klassifiziert werden. Die Verwendung von Schutzvorkehrungen in den verschiedenen Klassen von Betriebsmitteln ist in 7.1 bis 7.4 beschrieben (siehe auch Tabelle 1).


Tabelle 1 Anwendung von Betriebsmitteln in einer Niederspannungsanlage		
Schutzklasse der Betriebsmittel	Kennzeichnung oder Hinweise am Betriebsmittel	Bedingung für die Verwendung der Betriebsmittel in der Anlage
Schutzklasse 0	– nur für die Verwendung in nicht leitender Umgebung oder – geschützt durch Schutztrennung	nicht leitende Umgebung
		Schutztrennung für jedes einzelne Betriebsmittel
Schutzklasse I	Kennzeichnung der Schutzverbindungs-Klemme mit Bildzeichen 5019 nach IEC 60417-2 oder mit den Buchstaben PE oder mit der Zweifarbenkombination Grün-gelb	Verbindung dieser Klemme mit dem Schutzpotentialausgleich der Anlage
Schutzklasse II	Kennzeichnung mit dem Bildzeichen 5172 nach IEC 60417-2 (Doppelquadrat)	kein Zusammenhang mit Schutzmaßnahmen in der Anlage
Schutzklasse III	Kennzeichnung mit dem Bildzeichen 5180 nach IEC 60417-2 (Römische III in der Raute)	Anschluss nur an SELV- und PELV-Systeme

Aus Nationalem Vorwort:

Betriebsmittel werden hinsichtlich ihrer Schutzklasse durch folgende Symbole gekennzeichnet:

– Schutzklasse II:  (IEC-60417-5172)

– Schutzklasse III:  (IEC-60417-5180)

Betriebsmittel der Schutzklasse I haben keine spezifizierende Kennzeichnung, sind aber am Vorhandensein eines Schutzleiteranschlusses erkennbar, der mit  (IEC-60417-5019) gekennzeichnet ist.

### 7.1 Betriebsmittel der Schutzklasse 0<sup>1)</sup>

Betriebsmittel mit Basisisolierung als Vorkehrung für den Basisschutz, aber ohne Vorkehrung für den Fehlerschutz.

### 7.2 Betriebsmittel der Schutzklasse I

Betriebsmittel mit Basisisolierung als Vorkehrung für den Basisschutz und einer Schutzverbindung als Vorkehrung für den Fehlerschutz.

### 7.3 Betriebsmittel der Schutzklasse II

Betriebsmittel mit

- Basisisolierung als Vorkehrung für den Basisschutz und

<sup>1)</sup> Es wird empfohlen, Betriebsmittel mit der Schutzklasse 0 in Zukunft aus der internationalen Normung auszuschließen. Betriebsmittel mit der Schutzklasse 0 sind hier jedoch enthalten, weil diese Schutzklasse noch in wenigen Betriebsnormen enthalten ist.

- zusätzlicher Isolierung als Vorkehrung für den Fehlerschutz
- oder bei denen
- der Basis- und Fehlerschutz durch verstärkte Isolierung bewirkt werden.

### 7.4 Betriebsmittel der Schutzklasse III

Betriebsmittel mit Begrenzung der Spannung auf Werte von ELV als Vorkehrung für den Basisschutz, aber ohne Vorkehrung für den Fehlerschutz.

#### 7.4.3 Kennzeichnung

Die Betriebsmittel müssen mit dem Bildzeichen Nr. 5180 nach IEC 60417-2 gekennzeichnet werden. Diese Anforderungen gelten nicht, wenn die Einrichtungen für die Verbindung mit der Versorgung so gestaltet sind, dass die Verbindung ausschließlich mit SELV- oder PELV-Versorgungseinrichtungen hergestellt werden kann.

## DIN VDE 0100-430 (VDE 0100-430) Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000 V; Schutzmaßnahmen – Schutz von Kabeln und Leitungen bei Überstrom (Nov 1991)

**Hinweis:** In der vorliegenden Deutschen Norm wurden zwei CENELEC-Harmonisierungsdokumente eingearbeitet. Daher wurde in dieser Deutschen Norm eine von den CENELEC-Dokumenten abweichende Abschnittsnummerierung gewählt.

## Inhalt

### 1 Anwendungsbereich

### 2 Begriffe

### 3 Allgemeine Anforderungen

#### 4 Überstrom-Schutzeinrichtungen

- 4.1 Einrichtungen, die sowohl bei Überlast als auch bei Kurzschluss schützen
- 4.2 Einrichtungen, die nur bei Überlast schützen
- 4.3 Einrichtungen, die nur bei Kurzschluss schützen

#### 5 Schutz bei Überlast

- 5.1 Allgemeines
- 5.2 Zuordnung der Schutzeinrichtungen
- 5.3 Schutz von parallel geschalteten Leitern
- 5.4 Anordnung der Schutzeinrichtungen zum Schutz bei Überlast
- 5.5 Fälle, bei denen auf die Schutzeinrichtung zum Schutz bei Überlast verzichtet werden darf
- 5.6 Anordnung oder Wegfall der Schutzeinrichtungen zum Schutz bei Überlast in IT-Systemen (-Netzen)
- 5.7 Fälle, bei denen der Wegfall von Schutzeinrichtungen zum Schutz bei Überlast aus Sicherheitsgründen empfohlen wird

#### 6 Schutz bei Kurzschluss

- 6.1 Allgemeines
- 6.2 Bestimmung des Stromes bei vollkommenem Kurzschluss
- 6.3 Kenngrößen der Schutzeinrichtungen zum Schutz bei Kurzschluss
- 6.4 Anordnung der Schutzeinrichtungen für den Schutz bei Kurzschluss

#### 7 Koordinieren des Schutzes bei Überlast und Kurzschluss

- 7.1 Schutz durch eine gemeinsame Überstrom-Schutzeinrichtung
- 7.2 Schutz durch getrennte Schutzeinrichtungen

#### 8 Überstrombegrenzung durch die Art der Einspeisung

#### 9 Schutz nach Art der Stromkreise

- 9.1 Schutz der Außenleiter
- 9.2 Schutz der Neutralleiter

Zitierte Normen und andere Unterlagen  
Erläuterungen

**Der Inhalt der Norm ist nicht vollständig wiedergegeben**

## 1 Anwendungsbereich

Diese Norm gilt für die Bemessung des Schutzes von Kabeln und Leitungen gegen zu hohe Erwärmung. Sie gilt nur in Verbindung mit den entsprechenden anderen Normen der Reihe DIN VDE 0100 (VDE 0100) sowie mit den noch nicht ersetzten Paragraphen von DIN VDE 0100/05.73 mit Änderung DIN VDE 0100g/07.76.

### 3 Allgemeine Anforderungen

Kabel und Leitungen müssen mit Überstrom-Schutzeinrichtungen gegen zu hohe Erwärmung geschützt werden, die sowohl durch betriebsmäßige Überlast als auch bei vollkommenem Kurzschluss auftreten kann.

### 4 Überstrom-Schutzeinrichtungen

Als Überstrom-Schutzeinrichtungen dürfen verwendet werden:

#### 4.1 Einrichtungen, die sowohl bei Überlast als auch bei Kurzschluss schützen

Diese Schutzeinrichtungen müssen in der Lage sein, jeden Überstrom bis zum größten Strom bei vollkommenem Kurzschluss an ihrer Einbaustelle zu unterbrechen.

Beispiele:

- Leitungsschutzsicherungen nach den Normen der Reihe DIN VDE 0636 (VDE 0636),
- Leitungsschutzschalter nach den Normen der Reihe DIN VDE 0641 (VDE 0641),
- Leistungsschalter nach DIN VDE 0660-101 (VDE 0660-101).

#### 4.2 Einrichtungen, die nur bei Überlast schützen

Dies sind im Allgemeinen stromabhängig verzögerte Schutzeinrichtungen, deren Ausschaltvermögen kleiner ist als der Strom bei vollkommenem Kurzschluss an ihrer Einbaustelle.

Beispiel:

- Nur mit Überlastauslöser versehenes Schütz nach DIN VDE 0660-104 (VDE 0660-104).

#### 4.3 Einrichtungen, die nur bei Kurzschluss schützen

Diese Schutzeinrichtungen müssen in der Lage sein, Kurzschlussströme bis zum größten Strom bei vollkommenem Kurzschluss an ihrer Einbaustelle zu unterbrechen.

Beispiele:

- Teilbereichssicherungen zum Geräteschutz nach den Normen der Reihe DIN VDE 0636 (VDE 0636),
- Leistungsschalter nur mit Schnellauslösern nach DIN VDE 0660-101 (VDE 0660-101).

## 5 Schutz bei Überlast

### 5.1 Allgemeines

Der Schutz bei Überlast besteht darin, Schutzeinrichtungen vorzusehen, die Überlastströme in den Leitern eines Stromkreises unterbrechen, ehe sie eine für die Leiterisolierung, die Anschluss- und Verbindungsstellen sowie die Umgebung der Kabel, Leitungen und Stromschienen schädliche Erwärmung hervorrufen können.

### 5.2 Zuordnung der Schutzeinrichtungen

Zum Schutz bei Überlast von Kabeln, Leitungen und Stromschienen müssen folgende Bedingungen erfüllt sein:

$$I_b \leq I_n \leq I_z \quad (1)$$

$$I_2 \leq 1,45 I_z \quad (2)$$

mit

$I_b$  Betriebsstrom des Stromkreises

$I_z$  Zulässige Strombelastbarkeit des Kabels (siehe DIN VDE 0298-2 (VDE 0298-2)) oder der Leitung (siehe DIN VDE 0298-4 (VDE 0298-4))

$I_n$  Nennstrom der Schutzeinrichtung

$I_2$  Der Strom, der eine Auslösung der Schutzeinrichtung unter den in den Gerätebestimmungen festgelegten Bedingungen bewirkt (Auslösestrom).

Der Nennstrom  $I_n$  darf gleich der Strombelastbarkeit  $I_z$  sein, wenn Überlast-Schutzeinrichtungen verwendet werden, für die gilt.

Beispiele:

- Leitungsschutzschalter nach DIN VDE 0641 A4 (VDE 0641 A4)
- Leistungsschalter nach DIN VDE 0660-101 (VDE 0660-101), Tabelle 8, Spalte B
- Leitungsschutzsicherungen nach
  - E DIN VDE 0636-21 A4 (VDE 0636-21 A4)
  - E DIN VDE 0636-31 A3 (VDE 0636-31 A3)
  - E DIN VDE 0636-41 A3 (VDE 0636-41 A3)

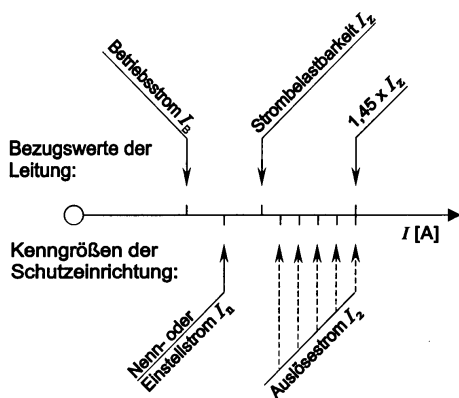


Bild 1 – Koordinierung der Kenngrößen

### 5.3 Schutz von parallel geschalteten Leitern

Werden mehrere parallel geschaltete Leiter durch eine gemeinsame Schutzeinrichtung zum Schutz bei Überlast geschützt, so gilt als Strombelastbarkeit  $I_z$  die Summe der Strombelastbarkeitswerte der parallel geschalteten Leiter. Eine derartige Zuordnung ist jedoch nur dann zulässig, wenn diese Leiter dieselben elektrischen Eigenschaften haben (Leiterquerschnitt, Leitermaterial) und auf ihrem Verlauf die gleichen Verlegebedingungen (Länge, Verlegeart, Umgebungstemperatur) und keine Abzweige aufweisen.

### 5.4 Anordnung der Schutzeinrichtungen zum Schutz bei Überlast

#### 5.4.1 Allgemeines

Schutzeinrichtungen zum Schutz bei Überlast müssen an allen Stellen eingebaut werden, an denen die Strombelastbarkeit gemindert wird, sofern eine vorgeschaltete Schutzeinrichtung den Schutz nicht sicherstellen kann. Ausgenommen sind die unter den Abschnitten 5.4.2, 5.5 und 5.6 genannten Fälle.

Ursachen für die Minderung der Strombelastbarkeit können sein die Änderung

- des Leiterquerschnitts,
- der Art der Verlegung,
- des Aufbaus der Kabel und Leitungen.

#### 5.4.2 Versetzen der Schutzeinrichtungen zum Schutz von Kabeln und Leitungen

Die Schutzeinrichtung zum Schutz bei Überlast darf im Zuge der zu schützenden Leitungen angeordnet werden, wenn der Leitungsabschnitt zwischen der Änderung des Querschnitts, der Art, der Verlegungsweise oder des Aufbaus einerseits und der Schutzeinrichtung andererseits weder Abzweige noch Steckvorrichtungen enthält und einem der beiden folgenden Fälle entspricht:

- er ist entsprechend den Festlegungen von Abschnitt 6 bei Kurzschluss geschützt,
- seine Länge beträgt nicht mehr als 3 m, und er ist so ausgeführt, dass die Kurzschlussgefahr auf ein Minimum herabgesetzt und er außerdem nicht in der Nähe brennbarer Stoffe verlegt ist (siehe Abschnitt 6.4.2).

### 5.5 Fälle, in denen auf die Schutzeinrichtung zum Schutz bei Überlast verzichtet werden darf

Die in der Aufzählung a) bis d) angegebenen Ausnahmen gelten nicht für Anlagen, für die in besonderen Normen abweichende Bedingungen gelten, z. B. in feuer- und explosionsgefährdeten Räumen.

Schutzeinrichtungen zum Schutz bei Überlast dürfen entfallen

- a) in einer Leitung, die hinter einer Änderung des Querschnitts, der Verlegungsweise oder des Aufbaus liegt und die durch eine vorgeschaltete Schutzeinrichtung wirksam bei Überlast geschützt ist;
- b) in Kabeln und Leitungen, in denen mit dem Auftreten von Überlastströmen nicht gerechnet werden muss, vorausgesetzt, dass sie weder Abzweige noch Steckvorrichtungen aufweisen;
- c) in Hilfsstromkreisen, weil dort mit dem Auftreten von Überlastströmen nicht gerechnet werden muss;
- d) in öffentlichen Verteilungsnetzen (siehe Bild A.1 von DIN VDE 0100-200 (VDE 0100-200): 07.85), die als im Erdreich verlegte Kabel oder als Freileitung ausgeführt sind.

### 5.6 Anordnung oder Wegfall der Schutzeinrichtungen zum Schutz bei Überlast in IT-Systemen(-Netzen)

Die in den Abschnitten 5.4.2 und 5.5 vorgesehenen Möglichkeiten, Schutzeinrichtungen zum Schutz bei Überlast zu versetzen oder ganz auf sie zu verzichten, gelten nicht für IT-Systeme(-Netze), es sei denn, jeder nicht gegen Überlast geschützte Stromkreis ist durch eine Fehlerstrom-Schutzeinrichtung geschützt, oder alle der von einem derartigen Stromkreis gespeisten Betriebsmittel einschließlich der Leitungen genügen der Schutzisolierung von DIN VDE 0100-410 (VDE 0100-410), Abschnitt 6.2.

### 5.7 Fälle, bei denen der Wegfall von Schutzeinrichtungen zum Schutz bei Überlast aus Sicherheitsgründen empfohlen wird

Schutzeinrichtungen zum Schutz bei Überlast sollten nicht eingebaut werden, wenn die Unterbrechung des Stromkreises eine Gefahr darstellen kann.

ANMERKUNG 1: Es wird empfohlen, Stromkreise dann so auszulegen, dass mit dem Auftreten von Überlastströmen nicht gerechnet werden muss.

Beispiele:

- Erregerstromkreise von umlaufenden Maschinen,
- Speisestromkreise von Hubmagneten,
- Sekundärstromkreise von Stromwandlern,
- Stromkreise, die der Sicherheit dienen, z. B. von Feuerlöscheinrichtungen.

ANMERKUNG 2: In diesen Fällen sollte eine Überlastmeldeeinrichtung in Betracht gezogen werden.

## 6 Schutz bei Kurzschluss

### 6.1 Allgemeines

Der Schutz bei Kurzschluss besteht darin, Schutzeinrichtungen vorzusehen, die Kurzschlussströme in den Leitern eines Stromkreises unterbrechen, ehe sie eine für die Leiterisolierung, die Anschluss- und Verbindungsstellen sowie die Umgebung der Kabel und Leitungen schädliche Erwärmung und schädliche mechanische Wirkungen hervorrufen können.

### 6.2 Bestimmung des Stromes bei vollkommenem Kurzschluss

Der Strom bei vollkommenem Kurzschluss muss durch eine der folgenden Methoden bestimmt werden; dies kann geschehen:

- durch ein geeignetes Rechenverfahren, z. B. nach den Normen der Reihe DIN VDE 0102 (VDE 0102),
- mittels Untersuchungen an einer Netznachbildung,
- durch Messungen in der Anlage,
- anhand von Angaben des EVU.

### 6.3 Kenngrößen der Schutzeinrichtungen zum Schutz bei Kurzschluss

Eine Schutzeinrichtung zum Schutz bei Kurzschluss muss den Bedingungen der Abschnitte 6.3.1 und 6.3.2 genügen.

**6.3.1** Ihr Ausschaltvermögen muss mindestens dem größten Strom bei vollkommenem Kurzschluss am Einbauort entsprechen.

Ein geringeres Ausschaltvermögen ist jedoch zulässig, wenn ihr eine andere Schutzeinrichtung mit dem erforderlichen Ausschaltvermögen vorgeschaltet ist. In diesem Fall müssen die Eigenschaften der beiden Schutzeinrichtungen so aufeinander abgestimmt sein, dass die nachgeschaltete Schutzeinrichtung und die zu schützenden Kabel und Leitungen keinen Schaden erleiden (Durchlassenergie, Verschweißfestigkeit, dynamische Festigkeit der Strombahnen).

**6.3.2** Die Zeit bis zum Ausschalten des durch einen vollkommenen Kurzschluss in einem beliebigen Punkt des Stromkreises hervorgerufenen Stromes darf nicht länger sein als die Ausschaltzeit in der dieser Strom die Leiter auf die zulässige Kurzschlussstemperatur erwärmt.

**6.3.2.1** Allgemein kann die zulässige Ausschaltzeit  $t$  für Kurzschlüsse bis zu 5 s Dauer annähernd nach folgender Gleichung bestimmt werden:

$$t = \left( k \cdot \frac{S}{I} \right)^2$$

Darin bedeuten:

$t$  zulässige Ausschaltzeit im Kurzschlussfall in s

$S$  Leiterquerschnitt in  $\text{mm}^2$

$I$  Effektivwert des Stromes bei vollkommenem Kurzschluss in A

$k$  Materialkoeffizienten sind z. B.

- 115 A  $\sqrt{\text{s}/\text{mm}^2}$  bei PVC-isolierten Kupferleitern,
- 76 A  $\sqrt{\text{s}/\text{mm}^2}$  bei PVC-isolierten Aluminiumleitern,
- 141 A  $\sqrt{\text{s}/\text{mm}^2}$  bei gummiisolierten Kupferleitern,
- 115 A  $\sqrt{\text{s}/\text{mm}^2}$  bei Weichlotverbindungen in Kupferleitern.

**ANMERKUNG 1:** Weitere Werte finden sich in DIN VDE 0100-540 (VDE 0100-540). Bei CENELEC wird die Korrektur der Werte in HD 384.4.43 S1 beantragt werden.

**ANMERKUNG 2:** Beispiele zu maximal zulässigen Kabel und Leitungslängen für alleinigen Schutz bei Kurzschluss finden sich in Beiblatt 5 zu DIN VDE 100 (VDE 0100).

**6.3.2.2** Bei sehr kurzen zulässigen Ausschaltzeiten ( $t < 0,1$  s) und bei Anwendung strombegrenzender Schutzeinrichtungen muss in Dreh- und Wechselstromkreisen wegen der Gleichstromkomponente des Kurzschlussstromes der vom Hersteller angegebene  $I^2 \cdot t$  Wert kleiner sein als  $k^2 \cdot S^2$ .

**ANMEKRUNG:** Wenn LS-Schalter für den Schutz bei Überstrom eingesetzt werden, wird die Bedingung erfüllt, wenn diese der Strombegrenzungsklasse 3 entsprechen. Bei Verwendung von nichtstrombegrenzenden LS-Schaltern in Stromkreisen mit einem Leiterquerschnitt von mindestens 1,5 mm Cu in PVC-Isolierung ist diese Bedingung z. B. erfüllt, wenn eine Leitungsschutzsicherung bis 63 A Nennstrom vorgeschaltet ist.

## 6.4 Anordnung der Schutzeinrichtungen für den Schutz bei Kurzschluss

### 6.4.1 Allgemeines

Schutzeinrichtungen für den Schutz bei Kurzschluss müssen am Anfang jedes Stromkreises sowie an allen Stellen eingebaut werden, an denen die Kurzschlussstrom-Belastbarkeit gemindert wird, sofern eine vorgeschaltete Schutzeinrichtung den geforderten Schutz bei Kurzschluss nicht sicherstellen kann.

**ANMERKUNG:** Ursachen für die Minderung der Kurzschlussstrom-Belastbarkeit können sein: Verringerung des Leiternennquerschnittes, andere Leiterisolierung.

### 6.4.2 Versetzen der Schutzeinrichtung für den Schutz bei Kurzschluss

Die in den Abschnitten 6.4.2.1 und 6.4.2.2 angegebenen Ausnahmen gelten nicht für Anlagen, für die in besonderen Normen abweichende Bedingungen gelten, z. B. in feuer- und explosionsgefährdeten Räumen. In den beiden in den Abschnitten 6.4.2.1 und 6.4.2.2 aufgezählten Fällen darf die Schutzeinrichtung für den Schutz bei Kurzschluss abweichend von Abschnitt 6.4.1 im Zuge der zu schützenden Leitung oder des zu schützenden Kabels versetzt werden.

**6.4.2.1** Die Schutzeinrichtung für den Schutz bei Kurzschluss darf im Zuge der zu schützenden Leitung oder des zu schützenden Kabels versetzt werden, wenn der zwischen der Querschnittsverringerng oder sonstigen Änderung einerseits und der Schutzeinrichtung andererseits liegende Leitungsteil (oder Kabelteil) gleichzeitig den folgenden drei Bedingungen genügt:

- a) seine Länge beträgt nicht mehr als 3 m;
- b) er ist so ausgeführt, dass die Gefahr eines Kurzschlusses auf ein Mindestmaß beschränkt ist;

**ANMERKUNG:** Diese Bedingung lässt sich z. B. durch eine Verstärkung des Schutzes der Leitung gegen äußere Einflüsse erfüllen.

- c) er ist so ausgeführt, dass die Gefahr von Feuer und Personenschäden auf ein Mindestmaß beschränkt ist.

**6.4.2.2** Die Schutzeinrichtung für den Schutz bei Kurzschluss darf im Zuge der zu schützenden Leitung oder des zu schützenden Kabels versetzt werden, wenn die Ansprechennlinie einer vor der Querschnittsverringerng oder der sonstigen Änderung angeordneten Schutzeinrichtung so beschaffen ist, dass die nachgeschaltete Leitung oder das nachgeschaltete Kabel entsprechend den Festlegungen von Abschnitt 6.3.2 bei Kurzschluss geschützt ist.

### 6.4.3 Fälle, in denen auf den Schutz bei Kurzschluss verzichtet werden darf

Schutzeinrichtungen bei Kurzschluss dürfen entfallen,

- bei Leitungen oder Kabeln, die Generatoren, Transformatoren, Gleichrichter und Akkumulatorenbatterien mit ihren Schaltanlagen verbinden, wobei die Schutzeinrichtungen in der Schaltanlage angeordnet sind,
- bei Stromkreisen nach Abschnitt 5.7, deren Unterbrechung den Betrieb der entsprechenden Anlagen gefährden könnte,

- bei bestimmten Messstromkreisen,
- wenn die beiden nachstehenden Bedingungen gleichzeitig erfüllt sind:
  - a) die Leitung oder das Kabel ist so ausgeführt, dass die Gefahr eines Kurzschlusses auf ein Mindestmaß beschränkt ist (siehe Abschnitt 6.4.2.1b)),
  - b) die Leitung oder das Kabel befindet sich nicht in der Nähe brennbarer Baustoffe,
- in öffentlichen Verteilungsnetzen (siehe Bild A.1 von DIN VDE 0100-200) (VDE 0100-200), die als im Erdreich verlegte Kabel oder als Freileitung ausgeführt sind.

## 7 Koordinieren des Schutzes bei Überlast und Kurzschluss

### 7.1 Schutz durch eine gemeinsame Überstrom-Schutzeinrichtung

Entspricht das Ausschaltvermögen einer entsprechend Abschnitt 5.2 ausgewählten Schutzeinrichtung für den Schutz bei Überlast mindestens dem Strom bei vollkommenem Kurzschluss an der Einbaustelle, so stellt sie gleichzeitig den Schutz bei Kurzschluss des nachgeschalteten Kabels oder der nachgeschalteten Leitung sicher.

ANMERKUNG: Bestimmte Typen von Leitungsschutz- oder Leitungsschaltern, besonders solche ohne Kurzschlussstrombegrenzung, haben ein begrenztes Kurzschluss-Ausschaltvermögen. Der Nachweis der Eignung für den vorgesehenen Einsatz erfolgt nach Abschnitt 6.3.2.2.

### 7.2 Schutz durch getrennte Schutzeinrichtungen

Die Festlegungen unter den Abschnitten 5 und 6 gelten in diesem Fall jeweils unabhängig voneinander für die Schutzeinrichtung für den Schutz bei Überlast und die Schutzeinrichtung für den Schutz bei Kurzschluss.

Die Eigenschaften der beiden Schutzeinrichtungen müssen so aufeinander abgestimmt sein, dass die Schutzeinrichtung für den Schutz bei Überlast im Kurzschlussfall keinen Schaden erleidet (Durchlassenergie, Verschweißfestigkeit, dynamische Festigkeit der Strombahnen).

## 8 Überstrombegrenzung durch die Art der Einspeisung

Der Schutz bei Überlast und Kurzschluss der Leiter ist auch gegeben, wenn die Stromquelle keinen die Strombelastbarkeit der Leiter überschreitenden Strom zu liefern vermag, z. B. Klingeltransformatoren, Schweißtransformatoren

und bestimmte Arten thermoelektrischer Generatoren.

## 9 Schutz nach Art der Stromkreise

### 9.1 Schutz der Außenleiter

9.1.1 Überstrom-Schutzeinrichtungen sind in allen Außenleitern vorzusehen; sie müssen die Abschaltung des Leiters, in dem der Überstrom auftritt, bewirken, nicht aber unbedingt auch die Abschaltung der übrigen aktiven Leiter.

ANMERKUNG: Wenn die Abschaltung eines einzelnen Außenleiters eine Gefahr verursachen kann, z. B. bei Drehstrommotoren, muss eine geeignete Vorkehrung getroffen werden.

9.1.2 In TT-Systemen(-Netzen) ohne Neutralleiter darf in einem der Außenleiter auf die Überstrom-Schutzeinrichtungen verzichtet werden, wenn vor oder in dem zu schützenden Stromkreis eine Fehlerstrom-Schutzeinrichtung eingebaut ist, die eine Abschaltung aller Außenleiter bewirkt.

### 9.2 Schutz der Neutralleiter

#### 9.2.1 TN- oder TT-System(-Netze)

9.2.1.1 Entspricht der Querschnitt des Neutralleiters mindestens dem Querschnitt der Außenleiter, so ist für den Neutralleiter weder eine Überstromerfassung noch eine Abschalt-einrichtung erforderlich.

9.2.1.2 Ist der Querschnitt des Neutralleiters geringer als der der Außenleiter, so ist eine seinem Querschnitt angemessene Überstromerfassung im Neutralleiter vorzusehen; diese Überstromerfassung muss die Abschaltung der Außenleiter, jedoch nicht unbedingt die des Neutralleiters bewirken. Auf eine Überstromerfassung im Neutralleiter darf verzichtet werden, wenn

- a) der Neutralleiter durch die Schutzeinrichtung der Außenleiter des Stromkreises bei Kurzschluss geschützt wird und
- b) der Höchststrom, der den Neutralleiter durchfließen kann, bei normalem Betrieb den Wert der Strombelastbarkeit dieses Leiters nicht überschreitet.

ANMERKUNG: Die Bedingung in Aufzählung b) ist erfüllt, wenn die übertragene Leistung möglichst gleichmäßig auf die Außenleiter aufgeteilt ist, z. B., wenn die Summe der Leistungsaufnahme der zwischen Außenleiter und Neutralleiter angeschlossenen Verbrauchsmittel, wie Leuchten und Steckdosen, sehr viel kleiner ist als die gesamte über den Stromkreis übertragene Leistung. Der Querschnitt des Neutralleiters darf nicht kleiner

sein als die Werte in Abschnitt 524.2 in DIN VDE 0100-520 A1 (VDE 0100-520 A1): 02.86.

### 9.2.2 IT-Systeme (-Netze)

Wenn das Mitführen des Neutralleiters erforderlich ist, muss im Neutralleiter jedes Stromkreises eine Überstromerfassung vorgesehen werden, die die Abschaltung aller aktiven Leiter des betreffenden Stromkreises (einschließlich des Neutralleiters) bewirkt.

Auf diese Überstromerfassung darf jedoch verzichtet werden, wenn

- der betrachtete Neutralleiter durch eine vorgeschaltete Schutzeinrichtung, z. B. an der Einspeisung der Anlage, gegen Kurzschluss geschützt ist oder
- der betrachtete Stromkreis durch eine Fehlerstrom-Schutzeinrichtung geschützt ist, deren Nennfehlerstrom höchstens das 0,15fache der Strombelastbarkeit des betreffenden Neutralleiters beträgt. Diese Schutzeinrichtung muss alle aktiven Leiter des Stromkreises (einschließlich des Neutralleiters) abschalten.

## DIN VDE 0100-520 (VDE 0100-520) Errichten von Niederspannungsanlagen; Teil 5: Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel; Kapitel 52: Kabel- und Leitungsanlagen (Jun 2003)

### Inhalt

#### Vorwort

- 52 Kabel- und Leitungsanlagen
- 520 Allgemeines und normative Verweisungen
- 521 Arten von Kabel- und Leitungsanlagen
- 522 Auswahl und Errichtung nach den Umgebungseinflüssen
- 523 Zulässige Strombelastbarkeit von Leitern
- 524 Mindestquerschnitte von Leitern
- 525 Spannungsfall in Verbraucheranlagen
- 526 Elektrische Verbindungen
- 527 Auswahl und Errichtung zur Begrenzung von Bränden
- 528 Nähe zu anderen technischen Anlagen
- 529 Auswahl und Errichtung im Hinblick auf Instandhaltung einschließlich Reinigung

**Anhang ZA** (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen

**Anhang ZB** (normativ) Besondere nationale Bedingungen

**Nationaler Anhang NA** (informativ) Konkordanzliste der nationalen, internationalen und europäischen Publikationen

**Nationaler Anhang NB** (informativ) Literaturhinweise

**Nationaler Anhang NC** (informativ) Eingliederung dieser Norm in DIN VDE 0100 (VDE 0100)

**Der Inhalt der Norm ist nicht vollständig wiedergegeben**

### 52 Kabel- und Leitungsanlagen

**ANMERKUNG:** Begriffserklärung nach DIN VDE 0100-200 (VDE 0100-200):1998-06, 2.6.1:

Kabel- und Leitungsanlagen sind die Gesamtheit eines und/oder mehrerer Kabel oder Leitungen oder Stromschienen und deren Befestigungsmittel sowie gegebenenfalls deren mechanischer Schutz.

#### 520.1 Allgemeines

Bei der Auswahl und dem Errichten von Kabel- und Leitungsanlagen müssen die Grundsätze der Norm DIN VDE 0100-100 (VDE 0100-100) für Kabel, Leitungen und Leiter, ihre Anschlüsse und/oder Verbindungen, die zugehörigen Befestigungs- oder Abhängemittel und ihre Umhüllungen oder Maßnahmen zum Schutz gegen Umgebungseinflüsse berücksichtigt werden.

**ANMERKUNG:** Im Allgemeinen gilt dieses Kapitel auch für den Schutzleiter; DIN VDE 0100-540 (VDE 0100-540) enthält jedoch weitere Anforderungen für diese Leiter.

#### 521 Arten von Kabel- und Leitungsanlagen

**521.1** Die Verlegeart von Kabel- und Leitungsanlagen in Abhängigkeit von der Bauart der Kabel oder Leitungen muss der Tabelle 52F entsprechen, vorausgesetzt, die äußeren Einflüsse werden durch die Anforderungen der jeweiligen Produktnorm abgedeckt.



**ANMERKUNG:** Mit den „äußeren Einflüssen“ sind die in Abschnitt 522 genannten Umgebungseinflüsse gemeint.

**521.2** Die Verlegeart von Kabel- und Leitungsanlagen in Abhängigkeit vom Verlegeort muss der Tabelle 52G entsprechen.

**ANMERKUNG:** Andere Verlegearten von Kabel- und Leitungsanlagen, die nicht in Tabelle 52G enthalten sind, sind zulässig, vorausgesetzt, sie erfüllen die Anforderungen dieser Norm.

#### 521.4 Schienenverteiler

Schienenverteiler müssen der Publikation DIN EN 60439-2 (VDE 0660-502) entsprechen und müssen nach den Angaben des Herstellers errichtet werden. Bei der Errichtung müssen die Anforderungen der Abschnitte 522 (ausgenommen 522.1.1, 522.3.3, 522.8.1.6, 522.8.1.7 und 522.1.8), 525, 526, 527 und 528 erfüllt werden.

#### 521.5 Wechselstromkreise

Leiter und einadrige Kabel oder einadrige Leitungen in Wechselstromkreisen, die in Umhüllungen aus ferromagnetischen Werkstoffen verlegt werden, müssen so angeordnet werden, dass sich alle Leiter eines Stromkreises in derselben Umhüllung befinden.

**ANMERKUNG:** Wenn diese Bedingung nicht erfüllt ist, können aufgrund induktiver Effekte Überhitzung und erhöhter Spannungsfall auftreten.

#### 521.6 Elektroinstallationsrohre und Elektroinstallationskanäle

Mehrere Stromkreise sind in einem Elektroinstallationsrohr oder in einem zu öffnenden Elektroinstallationskanal zulässig, wenn alle Leiter für die höchste vorkommende Nennspannung isoliert sind und die Elektroinstallationsrohre oder zu öffnenden Elektroinstallationskanäle ausreichende Querschnitte haben.

Die Festlegungen von 521.6 gelten auch für geschlossene Elektroinstallationskanäle sowie Kabel und Leitungen.

##### 521.6.1 Elektroinstallationsrohre

Elektroinstallationsrohre müssen den Normen der Reihe DIN EN 50086 (VDE 0605) entsprechen. Unter Berücksichtigung des Verlegeorts müssen sie in Beton, auf Putz, im Putz und unter Putz der Mindestdruckfestigkeit nach Tabelle 1 entsprechen.

**ANMERKUNG 1:** Weitere Verlegeorte siehe Tabelle 1.

**Tabelle 1** Mindestdruckfestigkeit

Verlegeort	Klassifizierungscode nach den Normen der Reihe DIN EN 50086 (VDE 0605) (Mindestanforderung der Druckfestigkeit)
In Beton	3
Auf Putz	2
In Hohlwand/auf Holz/in oder auf brennbaren Materialien	2
In Putz und unter Putz	2
Unter Estrich	2
In Heißasphalt	3
In baulichen Hohlräumen	2
In abgehängten Decken	2
In Erde	3
Im Außenbereich/im Freien	2

**ANMERKUNG 2:** Nicht zugängliche Rohre mit Längen > 15 m und mit mehr als zwei Richtungsänderungen sollten mittels Durchzugskästen/Durchzugsdosen unterbrochen werden.

Elektroinstallationsrohre aus flammwidrigen Kunststoffen dürfen auf Putz verlegt werden und müssen entsprechend gekennzeichnet sein. Elektroinstallationsrohre aus nicht flammwidrigen Kunststoffen müssen auf ihrem ganzen Verlauf mit Putz, Beton oder ähnlichen nicht brennbaren Baustoffen bedeckt sein. Bei Verlegung im Freien müssen die Elektroinstallationsrohre aus Kunststoff UV-stabilisiert sein.

##### 521.6.2 Elektroinstallationskanäle

Elektroinstallationskanäle für Wände und Decken und deren Einbaueinheiten müssen den Normen der Reihe DIN EN 50085 (VDE 0604), Elektroinstallationskanäle für die Unterflur-Errichtung und deren Einbaueinheiten müssen den Normen der Reihe DIN VDE 0634 (VDE 0634) entsprechen.

Für Unterflur-Errichtung müssen Elektroinstallationskanäle und Einbaueinheiten nach der Art der Fußbodenpflege (trocken oder nass) ausgewählt werden.

Der Schutz gegen direktes Berühren aktiver Teile muss auch bei geöffnetem Elektroinstallationskanal sichergestellt sein. Dies ist sicherzustellen durch den Einbau von

- Installationsgeräten in Installationskanaldosen nach den Normen der Reihe DIN VDE 0606 (VDE 0606)<sup>1)</sup>;
- Installationsgeräten und anderen Betriebsmitteln in dafür vorgesehenen Einbaueinheiten nach den Normen der Reihe DIN EN 50085 (VDE 0604);
- Installationsgeräten und anderen Betriebsmitteln unter Beachtung der Bestimmungen für Installationskleinverteiler und Zählerplätze nach den Normen der Reihe DIN VDE 0603 (VDE 0603).

In oder auf begehbaren Fußböden angebrachte Betriebsmittel, z. B. Steckvorrichtungen, müssen in Einbaueinheiten nach DIN VDE 0634-1 (VDE 0634-1) eingebaut sein.

**521.7 Kabel und Leitungen**

Kabel und Leitungen dürfen durch die jeweils verwendeten Befestigungsmittel nicht beschädigt werden.

**521.7.1 Kabel**

Zulässige Biegeradien siehe 522.8.1.2.

DIN VDE 0276-603 (VDE 0276-603):2000-05 enthält folgende Angaben:

Waagerechter Abstand zwischen Schellen:

20facher Kabeldurchmesser. Diese Abstände gelten auch für Aufgestellen bei Verlegung auf Kabelpritschen oder Gerüsten. Ein Abstand von 80 cm sollte nicht überschritten werden.

Senkrechter Abstand zwischen Schellen:

Bei senkrechter Verlegung an Wänden dürfen die Schellenabstände vergrößert werden. Es sollten jedoch Abstände von 1,5 m nicht überschritten werden.

<sup>1)</sup> Zz. DIN VDE 0606-1 (VDE 0606 Teil 1):2000-01 und Entwürfe mit unterschiedlichen DIN-Hauptnummern DIN EN 60670, DIN EN 60998, DIN IEC 23B/.../CD, DIN IEC 60998 und VDE-Klassifikation VDE 0606.

**521.7.2 Leitungen**

Zulässige Biegeradien siehe 522.8.1.2.

Empfehlung für maximal zulässige Befestigungsabstände von Leitungen siehe Tabelle 2.

**521.7.2.1 Mantelleitungen**

Diese Leitungen sind bestimmt zur Verlegung über, auf, im und unter Putz in trockenen, feuchten und nassen Räumen sowie im Mauerwerk und im Beton, ausgenommen für direkte Einbettung in Schütt-, Rüttel- oder Stampfbeton. Diese Leitungen sind auch für die Verwendung im Freien geeignet, sofern sie vor direkter Sonneneinstrahlung geschützt sind. [aus DIN VDE 0298-3 (VDE 0298-3):1983-08]

Für die Verlegung von Mantelleitungen gelten die Tabellen 52F und 52G mit folgender Einschränkung:

In unterirdischen Schutzrohren dürfen Mantelleitungen NYM nach DIN VDE 0250-204 (VDE 0250-204) und Bleimantelleitungen NY-BUY nach DIN VDE 0250-210 (VDE 0250-210) verlegt werden, wenn die Leitung auswechselbar bleibt, das Rohr mechanisch fest, gegen Eindringen von Flüssigkeiten geschützt und belüftet ist.

ANMERKUNG: Diese Verlegeart sollte auf Ausnahmen mit kurzen Strecken, z. B. bis 5 m, beschränkt bleiben; der Verlegeart nach 521.8 sollte der Vorzug gegeben werden.

**521.7.2.2 Flexible Leitungen**

Ortsfeste Betriebsmittel,

- deren Standort zum Zwecke des Anschließens, Reinigens oder dergleichen vorübergehend geändert werden muss, z. B. Herde, Waschmaschinen, Speicherheizgeräte oder Einbaueinheiten von Unterflur-Installationen in Doppelbodenplatten, oder
- die bei bestimmungsgemäßem Gebrauch in begrenztem Ausmaß Bewegungen ausgesetzt sind,

müssen mit flexiblen Leitungen angeschlossen werden.

Tabelle 2 Maximaler Abstand der Befestigung bei leicht zugänglichen Leitungen

Außendurchmesser der Leitungen mm	Maximaler Abstand der Befestigung mm	
	waagerecht	senkrecht
$D \leq 9$	250	400
$9 < D \leq 15$	300	400
$15 < D \leq 20$	350	450
$20 < D \leq 40$	400	550

**ANMERKUNG:** Diese Leitungen können über Steckvorrichtungen oder über Klemmen in ortsfesten Gehäusen, z. B. über Geräteaenschlussdosen, angeschlossen werden.

Ortsveränderliche Betriebsmittel müssen mit flexiblen Leitungen angeschlossen werden. Dies gilt nicht, wenn sie über Schleifleitungen angeschlossen werden.

Bestimmte Bauarten flexibler Leitungen dürfen nach DIN VDE 0298-3 (VDE 0298-3) und DIN VDE 0298-300 (VDE 0298-300) auch fest verlegt werden.

### 521.8 Verlegen in Erde

Unmittelbar in Erde dürfen nur Kabel verlegt werden. Die Kabel sind auf fester, glatter und steinfreier Oberfläche der Grabensohlen möglichst in Sand oder steinfreier Erde zu betten. In Erde verlegte Kabel sollen mindestens 0,6 m, unter Fahrbahnen von Straßen jedoch mindestens 0,8 m unter der Erdoberfläche verlegt werden.

Bei geringeren Verlegetiefen ist das Kabel durch andere Maßnahmen entsprechend zu schützen, z. B. Verlegung in geeigneten Rohren.

[aus DIN VDE 0276-603 (VDE 0276-603): 2000-05]

### 528.2 Nähe zu nicht elektrischen technischen Anlagen

**528.2.1** Kabel- und Leitungsanlagen dürfen nicht in der Nähe von anderen technischen Anlagen errichtet werden, die Wärme oder Rauch mit wahrscheinlich schädlichem Einfluss auf die Kabel und Leitungen erzeugen, es sei denn, sie sind gegen diese schädigenden Einflüsse durch Schirmung geschützt. Diese Schirmung darf die Wärmeableitung der Kabel und Leitungen nicht behindern.

In Bereichen, die nicht nur zur Aufnahme von Kabeln und Leitungen vorgesehen sind, z. B. Versorgungsschächte oder Hohlräume, müssen Kabel und Leitungen so verlegt werden, dass sie im ungestörten Betrieb der benachbarten Anlagenteile, z. B. Gas-, Wasser- oder Dampfleitungen, keinen schädigenden Einflüssen ausgesetzt sind.

**528.2.2** Wird eine Kabel- und Leitungsanlage unterhalb einer technischen Anlage errichtet, welche Kondensation hervorruft, z. B. Wasser-, Dampf- oder Gasleitungen, müssen Maßnahmen ergriffen werden, die die Kabel- und Leitungsanlage vor schädlichen Auswirkungen schützen.

**528.2.3** Elektrische Anlagen müssen so errichtet werden, dass jeder vorhersehbare Betriebszustand in der Nähe befindlicher nicht elektrischer technischer Anlagen eine Schädigung an den elektrischen Anlagen oder umgekehrt nicht hervorruft.

**ANMERKUNG:** Dies kann erreicht werden durch

- ausreichenden Abstand zwischen den verschiedenen technischen Anlagen oder
- mechanische oder thermische Abschirmung der technischen Anlagen.

**528.2.4** Wenn elektrische Anlagen in unmittelbarer Nähe zu nicht elektrischen technischen Anlagen errichtet werden, sind folgende Bedingungen einzuhalten:

- Die Kabel- und Leitungsanlagen müssen in geeigneter Weise gegen Gefahren geschützt werden, die voraussichtlich im ungestörten Betrieb von den anderen technischen Anlagen ausgehen.
- Der Schutz bei indirektem Berühren muss nach DIN VDE 0100-410 (VDE 0100-410), Abschnitt 413 ausgeführt werden unter Einbeziehung metallener leitfähiger Teile, die nicht zur elektrischen Anlage gehören und als fremde leitfähige Teile betrachtet werden.

**528.2.5** Über Dehnungsfugen sind Kabel und Leitungen sowie Stromschienen und andere elektrische Leiter so zu verlegen, dass die zu erwartenden Bewegungen keine Beschädigungen der elektrischen Betriebsmittel verursachen.

### 528.3 Kreuzungen und Näherungen

**528.3.1** Bei Näherungen von Starkstromanlagen an Blitzschutzanlagen ist die Reihe DIN VDE V 0185 (VDE V 0185) zu beachten.

**528.3.2** Bei Näherungen von Kabelverteilungssystemen für Ton- und Fernseh- und Funk-Signale an Starkstromanlagen sind die Abstände nach DIN EN 50083-1 (VDE 0855-1) zu beachten.

**528.3.3** Für den Anschluss von kombinierten Fernmelde- (auch Antennen-) und Starkstromsteckdosen ist DIN EN 41003 (VDE 0804-100) zu beachten.

**528.3.4** Bei Kreuzungen und Näherungen unterirdischer Fernmelde-Kabellinien mit unterirdischen Starkstromkabeln muss – auch bei Verlegung in demselben Graben – ein Mindestabstand von 100 mm eingehalten werden oder es sind die Anforderungen nach a) oder b) zu erfüllen:

- a) Bei Näherungen ist eine feuerhemmende Zwischenlage zwischen den Kabeln, z. B. in

Form von Mauerziegeln, Kabelschutzhauben (Ton, Beton), Formsteinen (Beton), Kabelschutzrohren oder Halbrohren aus feuerfesten Stoffen,

b) bei Kreuzungen ist ein mechanischer Schutz zwischen den Kabeln, z. B. in Form von Kabelschutzseilen, Kabelschutzrohren aus Metall oder Kunststoff, Kabelschutzhauben oder Formsteinen aus Beton, vorzusehen.

**528.3.5** Werden Starkstromkabel neben in Verbänden angeordneten Rohren für Fernmeldekabel in Erde verlegt, ist ein Mindestabstand von 300 mm einzuhalten.

**ANMERKUNG:** Durch diese Maßnahme soll das Ausrieseln von Sand aus den Zwischenräumen der im Verband angeordneten Rohre vermieden werden.

Der Abstand darf bis auf 100 mm verringert werden, wenn Maßnahmen getroffen sind, die das Ausrieseln von Sand verhindern, z. B. Ver-

füllen der Rohrzweiräume mit Magerbeton. Von diesen Werten darf nach Übereinkunft mit den Betreibern abgewichen werden.

**528.3.6** Bei Näherungen von unterirdischen Starkstromkabeln an unterirdische Bauteile oberirdischer Fernmeldeleitungen einschließlich deren Anker, Streben und Erdern soll ein Mindestabstand von 800 mm eingehalten werden. Dieser Abstand darf unterschritten werden, wenn die Starkstromkabel zusätzlich mechanisch nach 528.3.4, Aufzählung b) geschützt werden. Der Schutz muss beidseitig mindestens 500 mm über die Näherungsstelle hinausragen.

**ANMERKUNG 1:** Bei Näherungen von Starkstromanlagen an Installationsbusanlagen siehe die Normen der Reihe DIN EN 50090 (VDE 0829).

**ANMERKUNG 2:** Bei Näherungen von Starkstromanlagen an informationstechnische Anlagen siehe DIN EN 50174-2 (VDE 0800-174-2).

## **DIN VDE 0100-540 (VDE 0100-540) Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000 V; Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel Erdung, Schutzleiter, Potentialausgleichsleiter (Nov 1991)**

**Hinweis:** In der vorliegenden Deutschen Norm wurde eine vom zugrunde liegenden CENELEC-Harmonisierungsdokument abweichende Abschnittsnummerierung gewählt.

<p><b>Inhalt</b></p> <p><b>1 Anwendungsbereich</b></p> <p><b>2 Begriffe</b></p> <p><b>3 Allgemeines</b></p> <p><b>4 Verbindungen zur Erde</b></p> <p>4.1 Erdungsanlagen</p> <p>4.2 Erder</p> <p>4.3 Erdungsleiter</p> <p>4.4 Haupterdungsklemmen oder -schielen</p> <p>4.5 Verbindung mit der Erdungsanlagen anderer Systeme</p> <p><b>5 Schutzleiter</b></p> <p>5.1 Mindestquerschnitte</p> <p>5.2 Arten von Schutzleitern</p> <p>5.3 Aufrechterhaltung der durchgehenden elektrischen Verbindung der Schutzleiter</p> <p><b>6 Anwendung von Erdungsleitern und Schutzleitern</b></p> <p>6.1 Schutzleiter im Zusammenhang mit Überstrom-Schutzeinrichtungen</p> <p>6.2 Erdungsleiter und Schutzleiter für Fehlerspannungs-Schutzeinrichtungen</p> <p>6.3 Bedeutende Erdableiterströme</p>	<p><b>7 Erdung für Funktionszwecke (Betriebserdung)</b></p> <p>7.1 Allgemeines</p> <p>7.2 Fremdspannungsarmer Potentialausgleich</p> <p><b>8 Kombinierte Erdung für Schutz und Funktionszwecke</b></p> <p>8.1 Allgemeines</p> <p>8.2 PEN-Leiter</p> <p><b>9 Potentialausgleichsleiter</b></p> <p>9.1 Mindestquerschnitte</p> <p>9.1.1 Leiter für den Hauptpotentialausgleich</p> <p>9.1.2 Leiter für den zusätzlichen Potentialausgleich</p> <p>9.1.3 Überbrückung von Wasserzählern</p> <p>9.2 Erdfreier Potentialausgleich</p> <p><b>Anhang A</b> Verfahren zur Ermittlung des Materialbeiwertes <math>k</math> in Abschnitt 5.1.1 9</p> <p><b>Anhang B</b> Darstellung von Erder, Schutzleiter und Potentialausgleichsleiter</p> <p><b>Anhang C</b> Ergänzende nationale Festlegungen, die nicht in HD 384.5.54 S1 enthalten sind und den harmonisierten Festlegungen nicht entgegenstehen</p>
--	---

C.1 Materialbeiwerte  $k$  für Schutzleiter als Mantel oder Bewehrung eines Kabels oder einer Leitung

C.2 Fremdspannungsarmer Potentialausgleich

C.3 Profilmaschinen als PEN-Leiter

Zitierte Normen und Unterlagen

**Der Inhalt der Norm ist nicht vollständig wiedergegeben**

## 1 Anwendungsbereich

Diese Norm gilt für die Auswahl und das Errichten von Erdungsanlagen, Schutzleitern, PEN-Leitern und Potentialausgleichsleitern.

Sie gilt nur in Verbindung mit den entsprechenden anderen Normen der Reihe DIN VDE 0100 (VDE 0100) sowie mit den noch nicht ersetzten Paragraphen von DIN VDE 0100 (VDE 0100):05.73 mit Änderung DIN VDE 0100g/07.76.

ANMERKUNG: Im Rahmen der Pilotfunktion für den Schutz gegen gefährliche Körperströme ist diese Norm eine Grundnorm.

## 2 Begriffe

Allgemeine Begriffe siehe DIN VDE 0100-200 (VDE 0100-200).

## 3 Allgemeines

Die Ausführung der Erdung muss die Erfordernisse des Schutzes und der Funktion der elektrischen Anlagen erfüllen.

## 4 Verbindungen zur Erde

### 4.1 Erdungsanlagen

**4.1.1** Die Erdungsanlagen dürfen gemeinsam oder getrennt für Schutz- oder Funktionszwecke, je nach den Erfordernissen der elektrischen Anlage, verwendet werden.

**4.1.2** Die Auswahl und das Errichten der Einzelteile (Betriebsmittel) der Erdungsanlage muss sicherstellen, dass

- der Wert des Ausbreitungswiderstandes der Erder den Anforderungen für den Schutz und die Funktion der Anlage entspricht und man erwarten kann, dass die Funktion des Erders erhalten bleibt;
- Erdfehlerströme und Erdableitströme ohne Gefahr, z. B. durch thermische, thermo-mechanische oder elektrodynamische Beanspruchung, abgeleitet werden können;
- die Einzelteile (Betriebsmittel) ausreichend robust oder mit zusätzlichem mechanischem Schutz versehen sind, damit sie den zu erwartenden äußeren Einflüssen standhalten (siehe DIN VDE 0100-300 (VDE 0100-300): 11.85, Abschnitt 8)

**4.1.3** Es müssen Vorkehrungen getroffen werden gegen voraussehbare Gefahren der Schädigung anderer Metallteile durch elektrolytische Einflüsse.

## 4.2 Erder

**4.2.1** Als Erder dürfen verwendet werden:

- Staberder oder Rohrerder;
- Banderder oder Seilerder;
- Plattenerder;
- Metallbewehrung von im Erdreich eingebettetem Beton;
- metallene Wasserrohrnetze, Abschnitt 4.2.5 ist zu beachten;
- andere geeignete unterirdische Konstruktionsteile, die im Erdreich eingebettet sind oder mit dem Erdreich im Kontakt stehen (siehe auch Abschnitt 4.2.6).

Der Wert des Ausbreitungswiderstandes kann berechnet oder gemessen werden.

**4.2.2** Art und Verlegungstiefe der Erder müssen so ausgewählt werden, dass das Austrocknen oder Gefrieren des Bodens den Erdungswiderstand der Erder nicht über den erforderlichen Wert hinaus erhöht.

**4.2.3** Der anzuwendende Werkstoff und die Ausführung der Erder müssen so ausgewählt werden, dass sie den zu erwartenden Korrosionseinflüssen widerstehen.

**4.2.4** Die Planung der Erdungsanlage muss ein mögliches Ansteigen des Erdungswiderstandes der Erder infolge Korrosion berücksichtigen.

**4.2.5** Metallene Wasserrohrnetze dürfen nur als Erder benutzt werden, wenn die Zustimmung des Betreibers des Wasserleitungsnetzes vorliegt und wenn geeignete Vereinbarungen getroffen wurden, dass der Benutzer der elektrischen Anlage im voraus von allen Änderungen im Wasserleitungsnetz in Kenntnis gesetzt wird.

**4.2.6** Metallene Rohrleitungen für andere als in Abschnitt 4.2.5 genannte Zwecke (z. B. für brennbare Flüssigkeiten oder Gase, Heizrohrnetze usw.) dürfen nicht als Erder für Schutzzwecke benutzt werden.

**4.2.7** Bleimäntel und andere metallene Umhüllungen für Kabel, bei denen eine umfangreiche Korrosion unwahrscheinlich ist, dürfen als Erder verwendet werden, vorausgesetzt

- der Besitzer und Betreiber der Kabel ist einverstanden
- und
- eine geeignete Vereinbarung mit dem Anwender der elektrischen Anlage besteht,

dass er von allen beabsichtigten Veränderungen an dem Kabel, die dessen Eignung als Erder beeinflussen könnten, im Voraus in Kenntnis gesetzt wird.

**4.3 Erdungsleiter**

**4.3.1** Erdungsleiter müssen Abschnitt 5.1, bei Verlegung in Erde auch der Tabelle 1 entsprechen.

**4.3.2** Der Anschluss eines Erdungsleiters an einen Erder muss zuverlässig und elektrotechnisch einwandfrei ausgeführt werden.

Wenn eine Erdungsschelle verwendet wird, darf sie den Erder (z. B. ein Rohr) oder den Erdungsleiter nicht beschädigen.

**4.4 Haupterdungsklemmen oder -schienen**

**4.4.1** In jeder Anlage muss eine Haupterdungsklemme oder -schiene vorgesehen werden.

Folgende Leiter müssen damit verbunden werden:

- Erdungsleiter,
- Schutzleiter,
- Hauptpotentialausgleichsleiter,
- Erdungsleiter für Funktionserdung, falls erforderlich.

**4.4.2** Vorrichtungen zum Abtrennen der Erdungsleiter müssen an einer zugänglichen Stelle vorgesehen werden, um den entsprechenden Erdungswiderstand der Erdungsanlage messen zu können; die Trennvorrichtung darf mit der Haupterdungsklemme oder -schiene kombiniert sein. Diese Trennvorrichtung darf nur mit Werkzeug lösbar sein; sie muss ausreichende mechanische Festigkeit haben und die dauerhafte elektrische Verbindung sicherstellen.

**5 Schutzleiter**

**5.1 Mindestquerschnitte**

Der Querschnitt der Schutzleiter muss entweder

- nach Abschnitt 5.1.1 berechnet werden oder
- nach Abschnitt 5.1.2 ausgewählt werden.

**5.1.2** Der Querschnitt des Schutzleiters darf nicht unter dem Wert liegen, der in Tabelle 6 angegeben ist. In diesem Fall ist ein Nachrechnen nach Abschnitt 5.1.1 nicht erforderlich, die Anmerkung 1 von Abschnitt 5.1 ist jedoch zu beachten.

Wenn die Anwendung der Tabelle 6 keine genormten Querschnitte ergibt, so müssen Leiter mit dem nächsten benachbarten genormten Querschnitt verwendet werden.

Tabelle 6 Zuordnung der Schutzleiterquerschnitte zu den Außenleiterquerschnitten

Querschnitt der Außenleiter der Anlage	Mindestquerschnitt des entsprechenden Schutzleiters
S mm <sup>2</sup>	S <sub>p</sub> mm <sup>2</sup>
S ≤ 16	S
16 < S ≤ 35	16
S ≤ 35	S
	$\frac{S}{2}$

Die Werte der Tabelle 6 sind nur gültig, wenn der Schutzleiter aus dem gleichen Metall besteht wie die Außenleiter. Trifft dies nicht zu, so ist der Querschnitt des Schutzleiters so festzusetzen, dass sich die gleiche Leitfähigkeit ergibt wie die Anwendung von Tabelle 6.

**5.1.3** Der Querschnitt jedes Schutzleiters, der nicht Bestandteil des Zuleitungskabels (der Versorgungsleitung) oder deren Umhüllung ist, darf in keinem Falle kleiner sein als

- 2,5 mm<sup>2</sup> wenn mechanischer Schutz vorgesehen ist,
- 4 mm<sup>2</sup> wenn mechanischer Schutz nicht vorgesehen ist.

**5.1.4** Wenn ein Schutzleiter gemeinsam für mehrere Stromkreise verwendet wird, ist sein Querschnitt entsprechend dem Querschnitt des größten Außenleiters zu bemessen.

**5.2 Arten von Schutzleitern**

**5.2.1** Als Schutzleiter dürfen verwendet werden:

Tabelle 1 Vereinbarte Mindestquerschnitte von Erdungsleitern (bei Verlegung in Erde)

	mechanisch geschützt	mechanisch ungeschützt
gegen Korrosion geschützt*)	wie in Abschnitt 5.1 gefordert	16 mm <sup>2</sup> Kupfer 16 mm <sup>2</sup> Eisen, feuerverzinkt
ohne Korrosionsschutz	25 mm <sup>2</sup> Kupfer 50 mm <sup>2</sup> Eisen, feuerverzinkt	

\*) Der Schutz gegen Korrosion kann durch eine Umhüllung erreicht werden.

- Leiter in mehradrigen Kabeln und Leitungen;
- isolierte oder blanke Leiter in gemeinsamer Umhüllung mit aktiven Leitern;
- fest verlegte blanke oder isolierte Leiter;
- geeignete Metallumhüllungen, z. B. Mäntel, Schirme und Bewehrungen von Kabeln (weitere Festlegungen in Beratung);
- Metallrohre oder andere Metallumhüllungen für Leiter und Leitungen (weitere Festlegungen in Beratung);
- fremde leitfähige Teile nach Abschnitt 5.2.4.

**5.2.2** Wenn die Anlage Gehäuse oder Konstruktionsteile von Schaltgeräte-Kombinationen (TSK und PTSK) oder metallgekapselte Stromschienensysteme umfasst, dürfen die Metallgehäuse oder Konstruktionsteile als Schutzleiter verwendet werden, vorausgesetzt, dass sie gleichzeitig die drei folgenden Anforderungen erfüllen:

- a) ihre durchgehende elektrische Verbindung muss durch die Bauart sichergestellt sein, sodass eine Verschlechterung infolge mechanischer, chemischer oder elektrochemischer Einflüsse verhindert wird;
- b) ihre Leitfähigkeit muss mindestens dem Querschnitt nach Abschnitt 5.1 entsprechen;
- c) an jeder dafür vorgesehenen Stelle müssen andere Schutzleiter angeschlossen werden können.

**ANMERKUNG:** Die Festlegung in Aufzählung c) gilt nur für den Anschluss von außen herangeführter Schutzleiter.

**5.2.3** Die metallenen Umhüllungen (blank oder isoliert) von Kabeln und Leitungen, insbesondere Mäntel mineralisolierter Leitungen und Metallrohre und -kanäle für elektrische Anlagen (Ausführungsarten in Beratung) dürfen als Schutzleiter des entsprechenden Stromkreises verwendet werden. In diesem Fall müssen sie jedoch die zwei Festlegungen nach Abschnitt 5.2.2 Aufzählungen a) und b) erfüllen. Andere in der Elektrotechnik verwendete Rohre dürfen nicht als Schutzleiter verwendet werden, wenn sie die Anforderungen von Abschnitt 5.2.2 Aufzählungen a) und b) nicht erfüllen.

**5.2.4** Fremde leitfähige Teile dürfen als Schutzleiter verwendet werden, wenn sie die nachstehenden vier Anforderungen zugleich erfüllen:

- a) ihre durchgehende elektrische Verbindung muss entweder durch die Bauart oder durch Anwendung geeigneter Verbindungselemente sichergestellt sein, sodass eine Ver-

schlechterung infolge mechanischer, chemischer oder elektromechanischer Einflüsse verhindert wird;

- b) ihre Leitfähigkeit muss mindestens dem Querschnitt nach Abschnitt 5.1 entsprechen;
- c) es müssen Vorkehrungen gegen den Ausbau der fremden leitfähigen Teile getroffen werden, es sei denn, es sind zum Ersatz Überbrückungen vorgesehen;
- d) sie müssen für eine solche Verwendung vorgesehen sein und erforderlichenfalls entsprechend angepasst werden.

**ANMERKUNG:** Metallene Wasserrohre genügen diesen Anforderungen üblicherweise nicht.

Gasrohre dürfen nicht als Schutzleiter verwendet werden.

**5.2.5** Fremde leitfähige Teile dürfen nicht als PEN-Leiter verwendet werden.

### **5.3 Aufrechterhaltung der durchgehenden elektrischen Verbindung der Schutzleiter**

**5.3.1** Schutzleiter müssen angemessen gegen die Verschlechterung ihrer Eigenschaften infolge mechanischer und chemischer Einflüsse und elektrodynamischer Beanspruchung geschützt werden.

**5.3.2** Schutzleiterverbindungen müssen zwecks Besichtigung und Prüfung zugänglich sein, es sei denn, sie sind vergossen oder versiegelt.

**5.3.3** Im Schutzleiter darf keine Schalteinrichtung eingebaut werden. Es dürfen jedoch Klemmstellen vorgesehen werden, die für Prüfzwecke mit Werkzeug auftrennbar sind.

**5.3.4** Wenn eine elektrische Überwachung der durchgehenden Verbindung angewendet wird, dürfen die entsprechenden Spulen nicht in die Schutzleiter eingebaut werden.

**5.3.5** Die Körper der elektrischen Betriebsmittel dürfen nicht als Schutzleiter für andere elektrische Betriebsmittel verwendet werden, außer wenn es nach Abschnitt 5.2.2 zulässig ist.

## **7 Erdung für Funktionszwecke (Betriebserdung)**

### **7.1 Allgemeines**

Die Erdung für Funktionszwecke muss so ausgeführt sein, dass ein einwandfreier Betrieb der Betriebsmittel sichergestellt ist und/oder eine zuverlässige und richtige Funktion der Anlagen möglich ist. (Weitere Anforderungen in Beratung.)

## 8 Kombinierte Erdung für Schutz und Funktionszwecke

### 8.1 Allgemeines

In Fällen, in denen die Erdung zugleich für Sicherheits- und für Funktionszwecke angewendet wird, haben die Festlegungen für die Schutzmaßnahmen Vorrang.

### 8.2 PEN-Leiter

**8.2.1** In TN-Systemen (Netzen) darf bei fester Verlegung und bei einem Leiterquerschnitt von mindestens  $10 \text{ mm}^2$  für Kupfer oder  $16 \text{ mm}^2$  für Aluminium ein einzelner Leiter verwendet werden, der sowohl Schutzleiter als auch Neutralleiter ist. Dies ist nicht erlaubt, wenn der betreffende Anlagenteil durch eine Fehlerstrom-Schutzeinrichtung geschützt wird. Der Mindestquerschnitt des PEN-Leiters darf jedoch  $4 \text{ mm}^2$  betragen, wenn es sich um Kabel oder Leitungen mit konzentrischen Leitern handelt. Voraussetzung ist, dass an allen Anschlussstellen und Klemmen im Verlauf der konzentrischen Leiter doppelte Verbindungen vorhanden sind.

**8.2.2** Der PEN-Leiter muss zur Vermeidung von Streuströmen für die höchste zu erwartende Spannung isoliert werden.

ANMERKUNG 1: Der PEN-Leiter braucht innerhalb von Schaltanlagen nicht isoliert zu sein.

ANMERKUNG 2: Zur Vermeidung von möglichen Funktionsstörungen informationstechnischer Anlagen beim TN-C-System (-Netz) siehe Abschnitt C.2.

**8.2.3** Hinter der Aufteilung des PEN-Leiters in Neutral- und Schutzleiter dürfen diese nicht mehr miteinander verbunden werden. An der Aufteilungsstelle müssen getrennte Klemmen oder Schienen für die Schutz- und Neutralleiter vorgesehen werden. Der PEN-Leiter muss an die für den Schutzleiter bestimmte Klemme oder Schiene angeschlossen werden.

ANMERKUNG: Wird der PEN-Leiter an der Aufteilungsstelle in je nur einen Schutz- und einen Neutralleiter aufgeteilt, so ist dies mit einer einzelnen geeigneten Klemme zulässig. Bei geeigneten Klemmen kann auch zusätzlich noch ein Potentialausgleichsleiter angeschlossen

werden. Getrennte Klemmstellen auf einer gemeinsamen Schiene sind hierfür ebenfalls geeignet.

## 9 Potentialausgleichsleiter

### 9.1 Mindestquerschnitte

#### 9.1.1 Leiter für den Hauptpotentialausgleich

Die Querschnitte für die Leiter des Hauptpotentialausgleichs müssen mindestens halb so groß wie der Querschnitt des größten Schutzleiters der Anlage sein, jedoch mindestens  $6 \text{ mm}^2$ . Der Querschnitt des Potentialausgleichsleiters braucht bei Kupfer nicht größer zu sein als  $25 \text{ mm}^2$  bei anderen Metallen nicht größer als ein hinsichtlich der Strombelastbarkeit dazu gleichwertiger Querschnitt.

#### 9.1.2 Leiter für den zusätzlichen Potentialausgleich

Ein Leiter für den zusätzlichen Potentialausgleich, der zwei Körper verbindet, muss einen Querschnitt besitzen, der mindestens so groß ist wie der des kleineren Schutzleiters, der an die Körper angeschlossen ist.

Ein Leiter für den zusätzlichen Potentialausgleich, der Körper mit fremden leitfähigen Teilen verbindet, muss einen Querschnitt haben, der mindestens halb so groß ist wie der Querschnitt des entsprechenden Schutzleiters.

Die Festlegungen nach Abschnitt 5.1.3 müssen, falls notwendig, erfüllt werden.

Ein zusätzlicher Potentialausgleich darf auch mit Hilfe von festangebrachten fremden leitfähigen Teilen, wie z. B. Metallkonstruktionen oder zusätzlichen Leitern oder einer Kombination von beiden, ausgeführt werden.

#### 9.1.3 Überbrückung von Wasserzählern

Wenn Wasserverbrauchsleitungen eines Gebäudes für Erdungszwecke oder Schutzleiter verwendet werden, muss der Wasserzähler überbrückt werden, und der Querschnitt des Überbrückungsleiters (Potentialausgleichsleiter) muss so ausgelegt sein, dass eine Verwendung als Schutzleiter, Potentialausgleichsleiter oder Erdungsleiter für Funktionszwecke möglich ist.



**DIN VDE 0100-701 (VDE 0100-701) Errichten von Niederspannungsanlagen; Anforderungen für Betriebsstätten, Räume und Anlagen besonderer Art; Teil 701: Räume mit Badewanne oder Dusche (Feb 2002)**

**Inhalt**

Einleitung

- 701.1 Anwendungsbereich
- 701.2 Normative Verweisungen
- 701.3 Allgemeine Merkmale
- 701.41 Schutz gegen elektrischen Schlag
- 701.51 Allgemeine Bestimmungen
- 701.52 Kabel- und Leitungsanlagen
- 701.521 Arten
- 701.53 Installationsgeräte
- 701.55 Verbrauchsmittel
- 701.753 Fußboden-Flächenheizungen

**Der Inhalt der Norm ist nicht vollständig wiedergegeben**

**701.1 Anwendungsbereich**

Diese Norm gilt für das Errichten elektrischer Anlagen in Räumen, die dem Baden und/oder Duschen von Personen dienen und in denen die Bade- und/oder Duscheinrichtungen fest angeordnet sind.

Diese Norm gilt **nicht** für das Errichten elektrischer Anlagen in Räumen mit Duscheinrichtungen, die nur in Notfällen benutzt werden, z. B. Notduschen in Laboratorien.

**701.3 Allgemeine Merkmale**

**701.32.1 Allgemeines**

Bei der Anwendung dieser Norm sind die in 701.32.2 bis 701.32.4 festgelegten Bereiche zu berücksichtigen. Bei fest angeordneten, fabrikfertigen Bade- oder Duscheinrichtungen, z. B. Schrankbäder mit herauschwenkbarer Wanne, beziehen sich diese Bereiche auf die jeweilige Gebrauchslage der Bade- oder Duschwanne.

Räume mit Badewanne oder Dusche sowie die Bereiche können durch Decken, Dachschrägen, Wände, einschließlich Fenster, Raumtüren, Fußböden und fest angebrachte Abtrennungen begrenzt werden. Sind die Maße der fest angebrachten Abtrennungen kleiner als die Maße der jeweiligen Bereiche, z. B. niedriger als 225 cm, muss bei den Abtrennungen das Um- und Übergreifen berücksichtigt werden; siehe Fadenmaß in den Bildern 1c), 2b) und 2d).

**701.32.2 Bereich 0**

Der Bereich 0 entspricht dem Inneren der Bade- oder Duschwanne; siehe Bild 1a).

Bei Duschen **ohne Wanne** entfällt der Bereich 0.

**701.32.3 Bereich 1**

Der Bereich 1 ist begrenzt

- a) durch den Fertigfußboden und die waagerechte Fläche in 225 cm Höhe über dem Fertigfußboden,
- b) durch die senkrechte Fläche
  - an den Außenkanten der Bade- oder Duschwanne; siehe Bild 1a),
  - bei **gemauerten Wannen** an den Innenkanten der Bade- oder Duschwanne,
  - bei Duschen **ohne Wanne** mit einem Abstand von 120 cm vom Mittelpunkt der festen Wasseraustrittsstelle an der Wand oder an der Decke.

Der Bereich 0 gehört nicht zum Bereich 1.

Zum Bereich 1 gehört auch der Bereich unter Bade- oder Duschwannen bis zu deren Aufstellfläche, unabhängig davon, ob dieser Teil des Bereichs 1 zugänglich ist oder nicht; siehe Bild 1a).

**701.32.4 Bereich 2**

Der Bereich 2 ist begrenzt

- a) durch den Fertigfußboden und die waagerechte Fläche in 225 cm Höhe über dem Fertigfußboden,
- b) durch die senkrechte Fläche an der Grenze des Bereichs 1 und die dazu parallele Fläche in 60 cm Abstand; siehe Bild 1.

Bei Duschen **ohne Wanne** mit dem auf 120 cm vergrößerten Bereich 1 entfällt der Bereich 2; siehe Bild 2.

**701.41 Schutz gegen elektrischen Schlag**

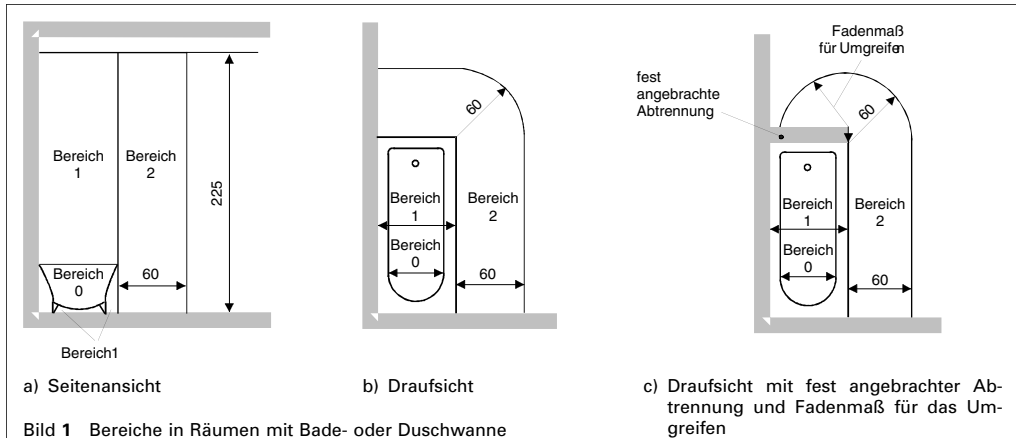
**701.41.1 Schutz durch Kleinspannung: SELV oder PELV**

In den Bereichen 0, 1 und 2 ist unabhängig von der Höhe der Nennspannung der elektrischen Betriebsmittel ein Schutz gegen direktes Berühren gefordert.

**701.41.2.5 Zusätzlicher Schutz durch Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs)**

In Räumen mit Badewanne oder Dusche sind für Stromkreise eine oder mehrere Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs) mit einem Bemessungsdifferenzstrom  $I_{\Delta N} \leq 30$  mA vorzusehen. Der zusätzliche Schutz durch Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs) wird **nicht** gefordert für Stromkreise:

- mit der Schutzmaßnahme „Schutz durch Schutztrennung“, die ein einzelnes Verbrauchsmittel versorgen;



- mit der Schutzmaßnahme „Schutz durch Kleinspannung: SELV oder PELV“;
- die ausschließlich der Versorgung von fest angeschlossenen Wassererwärmern dienen.

#### 701.413.1.2.2 Zusätzlicher Potentialausgleich

Folgende fremde leitfähige Teile, die in Räume mit Badewanne oder Dusche eingeführt werden, sind in einen zusätzlichen Potentialausgleich einzubeziehen:

Teile für

- Frisch- und Abwasser,
- Heizung und Klima,
- Gas.

Die genannten Teile sind außerdem mit der Schutzleiterschleife im Installationsverteiler oder mit der Hauptpotentialausgleichsschiene

über einen Potentialausgleichsleiter zu verbinden. Mindestquerschnitt für diesen Potentialausgleichsleiter: 4 mm<sup>2</sup> Cu.

Das Einbeziehen von kunststoffummantelten metallenen Rohren in den zusätzlichen Potentialausgleich wird nicht gefordert.

Der zusätzliche Potentialausgleich darf innerhalb oder außerhalb der Räume mit Badewanne oder Dusche durchgeführt werden, vorzugsweise in der Nähe der Einführung der fremden leitfähigen Teile in diese Räume.

#### 701.51 Allgemeine Bestimmungen

#### 701.52 Kabel- und Leitungsanlagen

#### 701.53 Installationsgeräte

#### 701.55 Verbrauchsmittel

### DIN VDE 0100-610 (VDE 0100-610) Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 6-61: Prüfungen – Erstprüfungen (Apr 2004)

#### Inhalt

Vorwort

61.1 Allgemeines

61.2 Normative Verweisungen

61.3 Begriffe

611 Besichtigen

612 Erproben und Messen

612.1 Allgemeines

612.2 Durchgängigkeit der Schutzleiter, einschließlich der Verbindungen des Hauptpotentialausgleichs und des zusätzlichen Potentialausgleichs

612.3 Isolationswiderstand der elektrischen Anlage

612.4 Schutz durch SELV, PELV oder durch Schutztrennung

612.5 Widerstände von isolierenden Fußböden und Wänden

612.6 Prüfung des Schutzes durch automatische Abschaltung der Stromversorgung

612.7 Prüfung der Polarität

612.8 Funktionsprüfungen

612.9 Nachweis des Spannungsfalls

Anhang A (informativ) Verfahren für die Messung des Isolationswiderstands/der Isolationsimpedanz von Fußböden und Wänden gegen Erde oder Schutzleiter

Anhang C (informativ) Messung des Erdungswiderstands

Anhang E (informativ) Leitfaden zur Anwendung der Anforderungen von Kapitel 61: Erstprüfungen

Anhang F (informativ) Wiederkehrende Prüfungen

Anhang ZA (normativ) Normative Verweise auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen

Nationaler Anhang NA (informativ) Tabellen mit Werten zur Beurteilung von Überstrom-Schutzeinrichtungen, Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs), Erdungswiderständen, Leiterquerschnitten

Nationaler Anhang NB (informativ) Konkordanzliste der nationalen, internationalen und europäischen Publikationen

Nationaler Anhang NC (informativ) Literaturhinweise

Nationaler Anhang ND (informativ) Eingliederung dieser Norm in DIN VDE 0100 (VDE 0100)

Tabelle 1 – Normen für Messgeräte zum Prüfen von Schutzmaßnahmen

Tabelle 61A – Mindestwerte des Isolationswiderstands

Tabelle NA.1 – TN-Systeme

Tabelle NA.2 – TT-Systeme

Tabelle NA.3 – Bemessungsdifferenzstrom  $I_{\Delta N}$  von Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs) nach DIN EN 61008 (VDE 0664-10) und DIN EN 61009 (VDE 0664-20) und maximal zulässiger Erdungswiderstand  $R_A$  gemessen an den Körpern von Betriebsmitteln

Tabelle NA.4 – Leiterwiderstandsbeläge  $R'$  für Kupferleitungen bei 30 °C in Abhängigkeit vom Leiterquerschnitt  $S$  zur überschlägigen Berechnung von Leiterwiderständen

**Der Inhalt der Norm ist nicht vollständig wiedergegeben**

### Nationales Vorwort

Isolationsüberwachungseinrichtungen und Isolations-Überwachungsgeräte (IMDs):

Eine Isolationsüberwachungseinrichtung besteht aus dem Isolations-Überwachungsgerät (IMD) und kann zuzüglich eine Melde- und Prüfkombination haben. In Fällen ohne Melde- und Prüfkombination gelten die Prüfanforderungen für Isolationsüberwachungseinrichtungen somit für die Isolations-Überwachungsgeräte (IMDs).

Differenzstrom-Überwachungseinrichtungen und Differenzstrom-Überwachungsgeräte (RCMs):

Eine Differenzstrom-Überwachungseinrichtung besteht aus dem Differenzstrom-Überwachungsgerät (RCM) und kann zuzüglich eine

Melde- und Prüfkombination haben. In Fällen ohne Melde- und Prüfkombination gelten die Prüfanforderungen für Differenzstrom-Überwachungseinrichtungen somit für die Differenzstrom-Überwachungsgeräte (RCMs).

### 6.1.1 Allgemeines

**6.1.1.1** Jede Anlage muss geprüft werden, bevor sie vom Benutzer in Betrieb genommen wird. Dies muss, soweit sinnvoll, bereits während der Errichtung und/oder nach Fertigstellung erfolgen.

**6.1.1.2** Die in DIN VDE 0100-510 (VDE 0100-510):1997-01, 514.5 geforderten Informationen müssen den Personen, die die Prüfungen durchführen, zur Verfügung stehen.

**6.1.1.3** Es müssen Vorsichtsmaßnahmen getroffen werden, um beim Besichtigen sowie beim Erproben und Messen eine Gefährdung von Personen und eine Beschädigung von Eigentum sowie der errichteten Betriebsmittel zu vermeiden.

**6.1.1.4** Im Falle einer Erweiterung oder Änderung einer bestehenden elektrischen Anlage muss nachgewiesen werden, dass die Erweiterung oder die Änderung die Anforderungen der Normen der Reihe DIN VDE 0100 (VDE 0100) erfüllt und die Sicherheit der bestehenden Anlage nicht beeinträchtigt.

**6.1.1.5** Die Prüfungen müssen durch Elektrofachkräfte durchgeführt werden, die über Erfahrungen beim Prüfen elektrischer Anlagen verfügen.

**6.1.1.6** Nach Beendigung der Prüfung nach 6.1.1.1 und 6.1.1.4 muss ein Prüfprotokoll erstellt werden.

ANMERKUNG: Informationen zu wiederkehrenden Prüfungen sind im Anhang F enthalten.

### 6.1.2 Normative Verweisungen

#### 6.1.3 Begriffe

#### 611 Besichtigen

**611.1** Das Besichtigen muss vor dem Erproben und Messen durchgeführt werden, im Allgemeinen an der spannungsfreien Anlage.

**611.2** Das Besichtigen muss durchgeführt werden, um festzustellen, dass die elektrischen Betriebsmittel der festen Installation

– den Sicherheitsanforderungen der zutreffenden Betriebsmittelnormen entsprechen;

ANMERKUNG: Dies kann durch Überprüfung der Kennzeichnung oder von Zertifikaten erfolgen.

- entsprechend den Normen der Reihe DIN VDE 0100 (VDE 0100) und den Vorgaben der Hersteller richtig ausgewählt und errichtet wurden;
- ohne sichtbare, die Sicherheit beeinträchtigende Beschädigungen sind.

**611.3** Das Besichtigen muss mindestens, sofern zutreffend, folgende Überprüfungen enthalten:

- Art des Schutzes gegen elektrischen Schlag, einschließlich der Maße, z. B. beim Schutz durch Abdeckungen oder Umhüllungen, durch Hindernisse oder durch Anordnen außerhalb des Handbereichs (siehe DIN VDE 0100-410 (VDE 0100-410):1997-01, 412.2, 412.3, 412.4, 413.3 und DIN VDE 0100-470 (VDE 0100-470):1996-02, Abschnitt 471);

**ANMERKUNG:** Die Anforderungen von DIN VDE 0100-410 (VDE 0100-410):1997-01, 413.3 „Schutz durch nichtleitende Räume“ können nur dann eingehalten sein, wenn in der so geschützten Anlage nur Betriebsmittel vorhanden sind, die Bestandteil der fest errichteten Installation sind.

**ANMERKUNG 1:** Die Kennzeichnung für Betriebsmittel der Schutzklasse II ist in DIN VDE 0100-410 (VDE 0100-410):1997-01, 413.2 beschrieben.

**ANMERKUNG 2:** DIN EN 50274 (VDE 0660-514) enthält zusätzliche Maßnahmen, um ein unabsichtliches direktes Berühren von berührunggefährlichen aktiven Teilen durch Elektrofachkräfte und elektrotechnisch unterwiesene Personen bei Niederspannungs-Schaltgerätekombinationen zu verhindern. Es sollte geprüft werden, ob nach Beendigung der Montagearbeiten die vom Hersteller vorgesehenen Schutzvorrichtungen wieder angebracht wurden.

- Vorhandensein von Brandabschottungen und anderen Vorsorgemaßnahmen gegen die Ausbreitung von Feuer sowie Schutz gegen thermische Einflüsse (siehe DIN VDE 0100-420 (VDE 0100-420), DIN VDE 0100-430 (VDE 0100-430) und DIN VDE 0100-482 (VDE 0100-482), DIN VDE 0100-520 (VDE 0100-520):2003-06, Abschnitt 527);
- Auswahl der Leiter hinsichtlich Strombelastbarkeit und Spannungsfall (siehe DIN VDE 0298-4 (VDE 0298-4) und DIN VDE 0100-520 (VDE 0100-520):2003-06, Abschnitt 525);

- Auswahl und Einstellung von Schutz- und Überwachungseinrichtungen (siehe DIN VDE 0100-530 (VDE 0100-530)<sup>1)</sup>);
- Vorhandensein und richtige Anordnung von geeigneten Trenn- und Schaltgeräten (siehe z. B. DIN VDE 0100-460 (VDE 0100-460) und DIN VDE 0100-537 (VDE 0100-537));
- Auswahl der Betriebsmittel und Schutzmaßnahmen unter Berücksichtigung der äußeren Einflüsse (siehe DIN VDE 0100-510 (VDE 0100-510):1997-01, 512.2 und DIN VDE 0100-482 (VDE 0100-482) und DIN VDE 0100-520 (VDE 0100-520):2003-06, Abschnitt 522);
- Kennzeichnung der Neutralleiter und der Schutzleiter (siehe DIN VDE 0100-510 (VDE 0100-510):1997-01, 514.3);
- Vorhandensein von Schaltungsunterlagen, Warnhinweisen und anderen ähnlichen Informationen (siehe DIN VDE 0100-510 (VDE 0100-510):1997-01, 514.5);
- Kennzeichnung der Stromkreise, Sicherungen, Schalter, Klemmen usw. (siehe DIN VDE 0100-510 (VDE 0100-510):1997-01, Abschnitt 514);
- ordnungsgemäße Leiterverbindungen (siehe DIN VDE 0100-520 (VDE 0100-520):2003-06, Abschnitt 526);
- Zugänglichkeit zur leichten Bedienung, Identifizierung und Wartung (siehe DIN VDE 0100-510 (VDE 0100-510):1997-01, Abschnitte 513 und 514).

## 612 Erproben und Messen

### 612.1 Allgemeines

Durch Erproben und Messen müssen, sofern zutreffend, folgende Prüfungen durchgeführt werden, vorzugsweise in der folgenden Reihenfolge:

- Durchgängigkeit der Schutzleiter, der Verbindungen des Hauptpotentialausgleichs und des zusätzlichen Potentialausgleichs (siehe 612.2);
- Isolationswiderstand der elektrischen Anlage (siehe 612.3);
- Schutz durch SELV und PELV oder Schutztrennung (siehe 612.4);
- Widerstand von isolierenden Fußböden und Wänden (siehe 612.5);

<sup>1)</sup> Nationale Fußnote: Zz. Entwürfe, siehe Nationaler Anhang NB. Bis zur Inkraftsetzung von DIN VDE 0100-530 (VDE 0100-530) gilt DIN VDE 0100 (VDE 0100):1973-05, § 31 a) 3, b) 8, b) 9.

- Schutz durch automatische Abschaltung der Stromversorgung (siehe 612.6);
- Spannungspolarität (siehe 612.7);
- Funktionsprüfung (siehe 612.8);
- Spannungsfall (siehe 612.9, in Vorbereitung);
- Drehfeldrichtung von Drehstrom-Steckdosen.

Es ist zu prüfen, ob ein Rechtsdrehfeld vorhanden ist, wenn die Kontaktbuchsen von vorn im Uhrzeigersinn betrachtet werden.

**ANMERKUNG:** Außer der geforderten Prüfung des Drehfelds von Drehstrom-Steckdosen ist für andere elektrische Betriebsmittel, z. B. Hausanschlüsse, Stromkreisverteiler, im Anwendungsbereich der Normen der Reihe DIN VDE 0100 (VDE 0100) ein Rechtsdrehfeld für Drehstrom-Stromkreise nicht festgelegt. Das schließt nicht aus, dass der Betreiber einer elektrischen Anlage aus betriebsinternen Gründen Festlegungen trifft, die das Rechtsdrehfeld für Versorgungssysteme und/oder den Anschluss von Betriebsmitteln (z. B. für Zähler) vorsieht. Bei Drehstromzählern für die Abrechnung des Energiebezugs ist der Rechtsdreh Sinn der Zählerscheibe nicht zu verwechseln mit einem gegebenenfalls geforderten Anschluss im Rechtsdrehfeld.

Wenn beim Erproben und Messen Fehler festgestellt werden, ist nach Behebung des Fehlers diese Prüfung und jede vorhergehende Prüfung, die durch den Fehler möglicherweise beeinflusst wurde, zu wiederholen.

Die in dieser Norm angegebenen Prüfverfahren sind Referenzverfahren. Andere Verfahren sind zugelassen, wenn sie nicht zu weniger genauen Ergebnissen führen.

Messgeräte und Überwachungsgeräte müssen den Normen der Reihe DIN EN 61557 (VDE 0413) entsprechen. Falls andere Messgeräte verwendet werden, müssen sie mindestens die gleichen Leistungsmerkmale aufweisen und die gleiche Sicherheit bieten.

**ANMERKUNG:** Es wird empfohlen, die Angaben in den Betriebsanleitungen zu den Mess- und Überwachungsgeräten zu berücksichtigen.

### 612.2 Durchgängigkeit der Schutzleiter, einschließlich der Verbindungen des Hauptpotentialausgleichs und des zusätzlichen Potentialausgleichs

Die Durchgängigkeit muss durch eine Messung nachgewiesen werden. Es wird empfohlen, die

Messung unter Verwendung einer Stromquelle, deren Leerlaufspannung zwischen 4 V und 24 V Gleich- oder Wechselspannung liegt, mit einem Strom von mindestens 0,2 A durchzuführen.

**ANMERKUNG 1:** Ein höchstzulässiger Widerstand ist nicht vorgegeben. Der gemessene Wert sollte nicht höher sein, als entsprechend der Leitungsdaten (Tabelle NA.4) und der üblichen Übergangswiderstände zu erwarten ist. Es ist sinnvoll, sich an den Widerstandsbelägen dieser Tabelle zu orientieren.

**ANMERKUNG 2:** Die Messung dient dem Nachweis, dass die Anforderungen an den Hauptpotentialausgleich nach DIN VDE 0100-410 (VDE 0100-410):1997-01, 413.1.2 und DIN VDE 0100-540 (VDE 0100-540) eingehalten sind. Zusätzliche Anforderungen an den Potentialausgleich unter Berücksichtigung der EMV sind in DIN VDE 0100-444 (VDE 0100-444) beschrieben.

### 612.3 Isolationswiderstand der elektrischen Anlage

Der Isolationswiderstand muss zwischen jedem aktiven Leiter und dem Schutzleiter oder Erde gemessen werden.

**ANMERKUNG 1:** Im IT-System erfüllen Isolationsüberwachungseinrichtungen bei eingeschalteter elektrischer Anlage die Messaufgabe der Messung des Isolationswiderstands.

**ANMERKUNG 2:** Die Messung des Isolationswiderstands hat für den gesamten Stromkreis nur dann Aussagekraft, wenn alle im Stromkreis enthaltenen Schalter geschlossen sind.

**ANMERKUNG 1:** In TN-C-Systemen wird der PEN-Leiter als Teil der Erde betrachtet.

**ANMERKUNG 2:** In feuergefährdeten Betriebsstätten sollte eine Messung des Isolationswiderstands zwischen den aktiven Leitern durchgeführt werden.

Der mit der Messgleichspannung nach Tabelle 61A gemessene Isolationswiderstand ist ausreichend, wenn jeder Stromkreis ohne angeschlossene elektrische Verbrauchsmittel einen Isolationswiderstand aufweist, der nicht kleiner ist als der zugehörige Wert nach Tabelle 61A.

**ANMERKUNG 3:** Wenn zu befürchten ist, dass angeschlossene elektrische Verbrauchsmittel den Messwert des Isolationswiderstands beeinflussen oder durch

die Messung geschädigt werden können, sollte vor Anschluss der elektrischen Verbrauchsmittel gemessen werden.

**ANMERKUNG 4:** Der Errichter der Anlage erhält mit der Messung des Isolationswiderstands Aufschluss über den sicherheitstechnischen Zustand der Isolierung. Die Ursachen nicht eingehaltener Isolationswiderstände sind häufig unzulässig hohe mechanische Beanspruchungen der Isolierhüllen der Leiter, z. B. bei Unterschreitung der zulässigen Biegeradien nach DIN VDE 0298-3 (VDE 0298-3) oder punktuell zu hohe Druckbeanspruchung durch ungeeignete Befestigungsmittel und Verlegeverfahren. Üblicherweise liegt der Isolationswiderstand im MΩ-Bereich und damit erheblich über den geforderten Mindestwerten von Tabelle 61A.

Tabelle 61A ist auch für den Nachweis des Isolationswiderstands zwischen ungeerdeten Schutzleitern und Erde anwendbar.

Die Messungen müssen mit Gleichspannung durchgeführt werden. Das Prüfgerät muss bei einem Messstrom von 1 mA die Messgleichspannung nach Tabelle 61A abgeben können.

**ANMERKUNG 5:** Wenn durch Überspannungsschutzeinrichtungen oder andere Betriebsmittel das Ergebnis der Prüfung beeinflusst wird, sollten diese Betriebsmittel vor einer erneuten Isolationswiderstandsmessung abgeklemmt werden. Wenn es nicht praktikabel ist, die Betriebsmittel abzuklemmen (z. B. wenn Steckdosen eine Überspannungsschutzeinrichtung enthalten), sollte die Prüfspannung für diesen Stromkreis bis auf DC 250 V reduziert werden.

**612.4 Schutz durch SELV, PELV oder durch Schutztrennung**

Die Trennung der Stromkreise muss nachgewiesen werden nach 612.4.1 bei Schutz durch SELV, nach 612.4.2 bei Schutz durch PELV und nach 612.4.3 bei Schutztrennung.

**ANMERKUNG 1:** Es ist zweckmäßig, vor dem Messen durch Besichtigen festzustellen, dass die eingesetzten Betriebsmittel richtig ausgewählt sind und die Anforderungen von DIN VDE 0100-410 (VDE 0100-410):1997-01, Abschnitt 411 bzw. 413.5 eingehalten werden.

**612.4.1 Schutz durch SELV**

Die Trennung aktiver Teile von solchen anderer Stromkreise und Erde nach DIN VDE 0100-410 (VDE 0100-410):1997-01, Abschnitt 411 muss durch Messung des Isolationswiderstands nachgewiesen werden. Die gemessenen Widerstandswerte müssen der Tabelle 61A entsprechen.

**ANMERKUNG 1:** Die Ausgangsspannung der SELV-Stromquelle sollte auf Einhaltung der Spannungsgrenzen im Leerlauf gemessen werden.

**ANMERKUNG 2:** Die Messung des Isolationswiderstands hat für den gesamten Stromkreis nur dann Aussagekraft, wenn alle in ihm enthaltenen Schalter geschlossen sind.

**ANMERKUNG 3:** Bei mehradrigen Kabeln, Leitungen oder Leiterbündeln mit Stromkreisen verschiedener Spannungen nach DIN VDE 0100-410 (VDE 0100-410): 1997-01, 411.1.3.2, 4. Aufzählungsstrich, muss der Isolationswiderstand mit der Prüfspannung gemessen werden, die zur höchsten zur Anwendung kommenden Nennspannung gehört.

**612.4.2 Schutz durch PELV**

Die Trennung aktiver Teile von solchen anderer Stromkreise nach DIN VDE 0100-410 (VDE 0100-410):1997-01, Abschnitt 411 muss durch Messung des Isolationswiderstands nachgewiesen werden. Die gemessenen Widerstandswerte müssen Tabelle 61A entsprechen.

**ANMERKUNG 1:** Die Messung des Isolationswiderstands hat für den gesamten Stromkreis nur dann Aussagekraft,

Tabelle 61A Mindestwerte des Isolationswiderstands

Nennspannung des Stromkreises V	Zu verwendende Messgleichspannung V	Isolationswiderstand MΩ
SELV, PELV	250	≥0,25
Bis 500 V (einschließlich FELV), außer in obigen Fällen	500	≥0,5
Über 500 V	1000	≥1,0

wenn alle im Stromkreis enthaltenen Schalter geschlossen sind.

**ANMERKUNG 2:** Bei mehradrigen Kabeln, Leitungen oder Leiterbündeln mit Stromkreisen verschiedener Spannungen nach DIN VDE 0100-410 (VDE 0100-410):1997-01, 411.1.3.2, 4. Aufzählungsstrich, muss der Isolationswiderstand mit der Prüfspannung gemessen werden, die zur höchsten zur Anwendung kommenden Nennspannung gehört.

**ANMERKUNG 4:** Falls die Bedingungen für PELV nicht eingehalten werden können und die Anforderungen für FELV zu erfüllen sind, sollte darüber hinaus durch Messen festgestellt werden, dass die Körper ordnungsgemäß mit dem Schutzleiter des übergeordneten Netzes bzw. mit dem Potentialausgleichsleiter verbunden sind (siehe DIN VDE 0100-470 (VDE 0100-470):1996-02, 471.3).

#### 612.4.3 Schutz durch Schutztrennung

Die Trennung aktiver Teile von solchen anderer Stromkreise und Erde nach DIN VDE 0100-410 (VDE 0100-410):1997-01, 413.5 muss durch Messung des Isolationswiderstands nachgewiesen werden. Die gemessenen Widerstandswerte müssen Tabelle 61A entsprechen.

**ANMERKUNG:** Zusätzliche Anforderungen an die Schutztrennung mit mehr als einem elektrischen Verbrauchsmittel gehen aus DIN VDE 0100-410 (VDE 0100-410):1997-01, 413.5.3 hervor.

#### 612.5 Widerstände von isolierenden Fußböden und Wänden

Wenn die Einhaltung der Anforderungen nach DIN VDE 0100-410 (VDE 0100-410):1997-01, 413.3 notwendig ist, müssen mindestens 3 Messungen am gleichen Ort durchgeführt werden. Eine dieser Messungen muss ungefähr in 1 m Abstand von jedem berührbaren fremden leitfähigen Teil an diesem Ort durchgeführt werden, die beiden anderen Messungen müssen in größerem Abstand durchgeführt werden.

Die vorgenannten Messungen müssen für jede zu prüfende Oberfläche wiederholt werden.

**ANMERKUNG 1:** Vor dem Messen sollte durch Besichtigen festgestellt werden, dass die Körper so angeordnet sind, dass ein gleichzeitiges Berühren von zwei Körpern oder von einem Körper und einem leitfähigen Teil nicht möglich ist.

**ANMERKUNG 2:** Es sollte mit der im Betrieb vorkommenden Spannungsart und -höhe gemessen werden.

Im Anhang A sind beispielhaft Verfahren zur Messung der Widerstände/Impedanzen von isolierenden Fußböden und Wänden angegeben.

### 612.6 Prüfung des Schutzes durch automatische Abschaltung der Stromversorgung

#### 612.6.1 Allgemeines

**ANMERKUNG:** Können die Abschaltbedingungen nicht erfüllt werden, ist zu prüfen, ob ein zusätzlicher Potentialausgleich nach DIN VDE 0100-410 (VDE 0100-410):1997-01, 413.1.2.2 vorhanden ist.

Die Prüfung der Wirksamkeit der Maßnahmen für den Schutz durch automatische Abschaltung der Stromversorgung ist wie folgt durchzuführen:

- a) Für TN-Systeme
- b) Für TT-Systeme
- c) Für IT-Systeme

#### 612.6.2 Messung des Erdungswiderstands

#### 612.6.3 Messung der Schleifenimpedanz

#### 612.7 Prüfung der Polarität

#### 612.8 Funktionsprüfungen

An Baugruppen, wie Kombinationen von Schalt- und Steuergeräten, Antrieben, Steuerungen und Verriegelungen müssen Funktionsprüfungen durchgeführt werden, um festzustellen ob sie entsprechend den Anforderungen der Normen der Reihe DIN VDE 0100 (VDE 0100) richtig eingebaut, eingestellt und errichtet sind.

Schutzeinrichtungen müssen, falls notwendig, Funktionsprüfungen unterzogen werden, um zu überprüfen, ob sie ordnungsgemäß errichtet und eingestellt sind.

**ANMERKUNG:** An folgende Funktionsprüfungen sollte dabei gedacht werden:

- die Wirksamkeit von Sicherheitseinrichtungen, z. B. Not-Aus-Einrichtungen, Verriegelungen, Druckwächter;
- die Funktion von Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs) und Isolationsüberwachungseinrichtungen und Differenzstrom-Überwachungseinrichtungen durch Betätigen der Prüftaste;
- Funktionsfähigkeit von Melde- und Anzeigeeinrichtungen, z. B. die Rückmeldung der Schaltstellungsanzeige an ferngesteuerten Schaltern, Meldeleuchten.

#### 612.9 Nachweis des Spannungsfalls

In Vorbereitung.

## 19.14 Messen, Steuern, Regeln, Leittechnik

### 19.14.1 Formelzeichen und Zeichen zur gerätetechnischen und funktionellen Darstellung

#### DIN 19221 Leittechnik – Regelungstechnik und Steuerungstechnik - Formelzeichen (Mai 1993)

Die Norm legt Formelzeichen für wesentliche Größen und die sie darstellenden Signale der Regelungstechnik und Steuerungstechnik fest. Die Signale und Größen können von beliebiger physikalischer Art sein, allein ihre Funktion im Sinne der Regelung und Steuerung charakterisiert sie.

Diese Norm stimmt sachlich überein mit Kapitel XI „Automatic control science and technology“ der Internationalen Norm IEC 60027-2A „Letter Symbols to be used in electrical technology, Part 2: Telecommunications and electronics“.

Neben der Tabelle für Formelzeichen enthält sie Wirkungspläne für typische Anwendungen.

Jedes der Formelzeichen kann durch Zeichen und Indizes nach IEC 60027-1 ergänzt werden (s. a. DIN 1304).

Die Norm legt ferner die Schreibweise für mathematische Konzepte der Regelungstechnik und Steuerungstechnik fest.

Die Benennungen der Größen und Signale, ihre Definitionen, ihre 7-stelligen Referenznummern und die Benennungen der Übertragungsglieder basieren auf Kapitel 351 des IEV (International Electrotechnical Vocabulary der IEC), die 5-stelligen Referenznummern beziehen sich auf das mehrsprachige IFAC-Wörterbuch (International Federation of Automatic Control).

Tabelle 897.1 Formelzeichen (Auszug)

Nr.	Ref. Nr. Vocab. Nr.	Benennung	Vorzugszeichen	Ausweichzeichen	Bemerkungen
1101	351-02-02 (20055)	Eingangsgröße	$u$		Eingangsvektor $u = (u_1, u_2, \dots, u_p)$
1102	351-01-06 (21050)	Führungsgröße	$w$		f. d. Regelungs- u. Steuerungseinrichtung
1103	351-02-07 (20095)	Störgröße	$v$	$z$	
1104	351-02-011 (21055)	Regeldifferenz	$e$		$e = w - x$
1105	351-02-05 (20090)	Stellgröße	$m$	$y$	
1106	351-02-04 (20075)	Regelgröße	$y$	$x$	
1107	(20085)	Aufgabengröße	$q$	$x_A$	
1108	351-02-10 (21065)	Rückführgröße	$f$	$r$	

In den nachfolgend dargestellten Wirkungsplänen und Formeln werden einheitlich statt der Vorzugszeichen die im deutschen Sprachraum gebräuchlichen Ausweichzeichen verwendet.

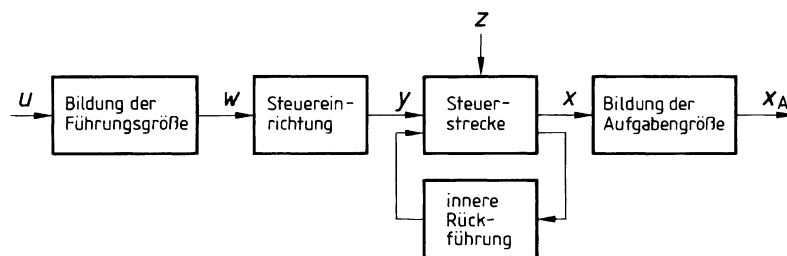


Bild 897.2 Steuerung, offener Wirkungsablauf, Steuerkette



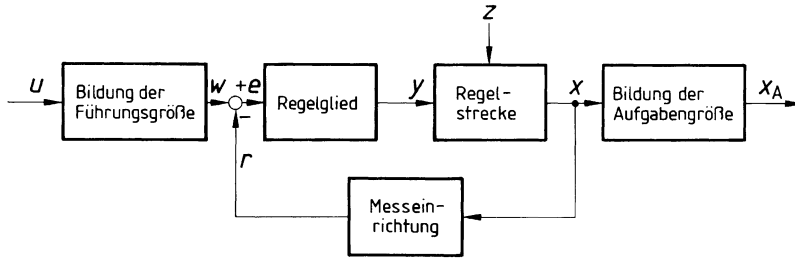


Bild 898.1 Regelung, geschlossener Wirkungsablauf, Regelkreis

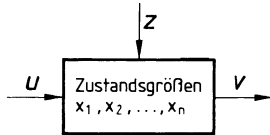


Bild 898.2 Systemdarstellung in der Theorie der Zustandsgrößen

### Schreibweise einiger mathematischer Darstellungen

In vielen Fällen kann ein System der Regelungstechnik und Steuerungstechnik nach einem mathematischen Gesetz idealisiert beschrieben werden, das die Ausgangsgröße  $v$  mit der Eingangsgröße  $u$  durch die folgende Gleichung verknüpft:

$$v(t) = K_p u(t) + K_I \int_0^t u(\tau) d\tau + K_D du/dt$$

Hierin bedeuten

$K_p$  = Proportionalbeiwert,  $K_I$  = Integrierbeiwert,  $K_D$  = Differenzierbeiwert. Die Buchstaben P, I, D als Indizes kennzeichnen drei Hauptarten der dem System eigentümlichen Wirkungen.

(Für die Ausgangsgröße ist kein Formelzeichen festgelegt. Um bei der Verwendung der Ausweichzeichen Widersprüche zu vermeiden, wird für Ausgangsgröße und Ausgangsvektor hier, wie in DIN 19226-2 und IEC 60351-02-03, das Formelzeichen „ $v$ “ verwendet).

In der **Theorie der Zustandsgrößen** gelten bei einem linearen System folgende Gleichungen:

$$Dx/dt = A \cdot x + B \cdot u + E$$

$$v = C \cdot x + D \cdot u + F \cdot z$$

Der Zusammenhang geht aus Bild 898.2 hervor. Matrizen und Vektoren sind durch Fettdruck gekennzeichnet.

Die Auswahl der Formelzeichen für die Matrizen ist nicht Gegenstand dieser Norm.

### DIN 19227-1 Leittechnik – Grafische Symbole und Kennbuchstaben für die Prozessleittechnik – Darstellung von Aufgaben (Okt 1993)

Diese Norm gilt für die aufgabenbezogene Darstellung der Prozessleittechnik (PLT).

Die PLT umfasst nur die prozessbezogene Elektro-, Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnik, kurz EMSR-Technik genannt. Die Norm findet Anwendung für alle verfahrenstechnischen Anlagen, z. B. in der chemischen Industrie, in der Mineralölindustrie, für entsprechende Anlagen in Kraftwerken, Hüttenwerken und Zechen, für die „Industrie, Bau, Steine, Erden“, die Zellstoff- und Papierindustrie, die Nahrungsmittelindustrie, die Gas- und Wassertechnik, die Klimatechnik u.Ä.

Die lösungsbezogene Darstellung der EMSR-Funktionen wird in DIN 19227-2 beschrieben.

### Darstellung



Die Norm legt das System zur Kennzeichnung der Aufgaben der PLT durch Buchstaben (Kennbuchstaben genannt) und durch grafische Symbole zum Darstellen der funktionellen Arbeitsweise in RI-Fließbildern fest (RI ist abgeleitet von: Rohrleitungen, Installationen).

Aus der Kennzeichnung soll hervorgehen:

Die Messgröße oder eine andere Eingangsgröße, ihre Verarbeitung, die EMSR-Stellen-Kennzeichnung, die Ortsangaben und der Wirkungsweg.

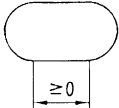

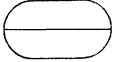
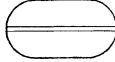

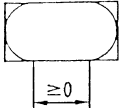
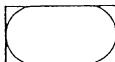
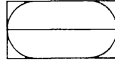


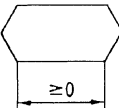
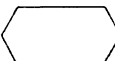
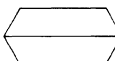
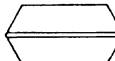

Darstellungen von RI-Fließbildern verfahrenstechnischer Anlagen für Apparate, Maschinen, Rohrleitungen usw. sind in DIN 28004 festgelegt (s. Norm).

Tabelle 899.1 Grafische Symbole, Darstellung des Messortes

Symbol	Benennung
	Bezugslinie <i>Anmerkung:</i> Der Messort ist durch eine Bezugslinie mit dem EMSR-Stellen-Symbol (s. Tab. 899.2) zu verbinden. Die Linienbreite ist vorzugsweise 0,25 mm <sup>1)</sup> (s. Bild 900.1)
	Messort <i>Anmerkung:</i> Soll der Messort besonders hervorgehoben werden, so wird er durch einen Kreis von vorzugsweise 2 mm Durchmesser dargestellt (s. Bild 900.1)

<sup>1)</sup> Linienbreite nach ISO 128 bzw. DIN 15-1.

Tabelle 899.2 Grafische Symbole, Darstellung der EMSR-Aufgaben

Grafische Symbole zur Darstellung von EMSR-Aufgaben Benennung	Symbol	Symbolelemente zur Kennzeichnung des Ausgabe- und Bedienortes			Bemerkung
		vor Ort Kennzeichnung: ohne Querstrich	Prozessleitwarte Kennzeichnung: mit einem Querstrich	örtlicher Leitstand Kennzeichnung: mit einem doppelten Querstrich	
EMSR-Aufgaben allgemein					Das Symbol wird mit einem Kreis dargestellt  und kann je nach Länge des eingeschriebenen Textes zu einem Langrund werden
EMSR-Aufgaben, die mit Prozessleitsystemen (PLS) realisiert werden					Das Symbol wird mit einem Quadrat mit eingeschriebenem Kreis dargestellt  und kann je nach Länge des eingeschriebenen Textes zu einem Langsymbol werden
EMSR-Aufgaben, die mit einem Prozessrechner (PR) realisiert werden					Das Symbol wird mit einem Sechseck dargestellt  und kann je nach Länge des eingeschriebenen Textes zu einem Langsymbol werden

*Anmerkung:* Die Symbole sind lageabhängig und dürfen nicht gedreht werden.

**EMSR-Stellen**

Die Funktionen von EMSR-Stellen werden durch Kennbuchstaben im oberen Teil innerhalb der grafischen Symbole dargestellt. Wird z. B. aus Gründen der Verknüpfungstiefe die Anordnung der Kennbuchstaben unübersichtlich, so dürfen mehrere EMSR-Stellenkreise dargestellt werden. Zusätzlich wird im unteren Teil die EMSR-Stellen-Kennzeichnung angegeben.

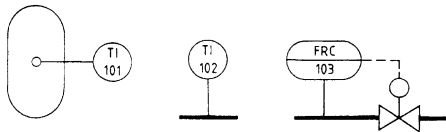


Bild 900.1 EMSR-Stellen-Symbole

### Mehrfacherfassung einer Messgröße

Wird eine Messgröße durch getrennte Aufnehmer mehrfach erfasst – z. B. aus Gründen der Verfügbarkeit –, dann werden die EMSR-Stellen auch getrennt dargestellt.

### Ausführliche Darstellung

Ist es nicht möglich, mehrere Ausgabe- und Bedienorte in einer EMSR-Stelle zu kennzeichnen, dann muss diese mehrfach dargestellt werden.

### Kennbuchstaben

Messgrößen oder andere Eingangsgrößen und ihre Verarbeitung werden durch Kennbuchstaben nach Tab. 900.2 angegeben. Die Kennbuchstaben werden in den oberen Teil des EMSR-Stellen-Kreises eingetragen. Die Reihenfolge ergibt sich aus Tab. 900.2.

Tabelle 900.2 Kennbuchstaben für EMSR-Technik

Kennbuchstabe	Gruppe 1: Messgröße oder andere Eingangsgröße, Stellglied		Gruppe 2: Verarbeitung
	als Erstbuchstabe	als Ergänzungsbuchstabe <sup>1)</sup>	als Folgebuchstabe Reihenfolge: <sup>11)</sup> I, R, C
A	<sup>2)</sup>		Störungsmeldung
B	<sup>2)</sup>		
C	<sup>2)</sup>		selbsttätige Regelung
D	Dichte	Differenz	
E	elektrische Größen		Aufnahmefunktion <sup>12)</sup>
F	Durchfluss, Durchsatz	Verhältnis	
G	Abstand, Länge, Stellung, Dehnung, Amplitude		
H	Handeingabe, Handeingriff <sup>13)</sup>		oberer Grenzwert (High) <sup>9)</sup>
I	<sup>2)14)</sup>		Anzeige
J	<sup>2)</sup>	Messstellen-Abfrage	
K	Zeit		frei verfügbar <sup>3)</sup>
L	Stand (auch von Trennschicht)		unterer Grenzwert (Low) <sup>9)</sup>
M	Feuchte		frei verfügbar <sup>3)</sup>
N	frei verfügbar <sup>3)</sup>		
O	frei verfügbar <sup>3)14)</sup>		Sichtzeichen, Ja/Nein-Anzeige (nicht Störungsmeldung)
P	Druck		
Q	Stoffeigenschaft, Qualitätsgrößen, Analyse (außer D, M, V) <sup>4)</sup>	Integral, Summe	
R	Strahlungsgrößen		Registrierung <sup>7)</sup>
S	Geschwindigkeit, Drehzahl, Frequenz		Schaltung, Ablaufsteuerung, Verknüpfungssteuerung
T	Temperatur		Messumformer-Funktion <sup>6)</sup>
U	zusammengesetzte Größen <sup>5)8)</sup>		Zusammengefasste Antriebsfunktionen <sup>10)</sup>

Fortsetzung und Fußnoten s. nächste Seite

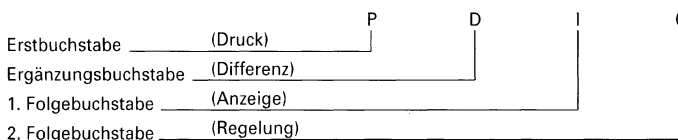
Tabelle 900.2, Fortsetzung

Kennbuchstabe	Gruppe 1: Messgröße oder andere Eingangsgröße, Stellglied		Gruppe 2: Verarbeitung
	als Erstbuchstabe	als Ergänzungsbuchstabe <sup>1)</sup>	als Folgebuchstabe Reihenfolge: <sup>11)</sup> I, R, C
V	Viskosität		Stellgeräte-Funktion
W	Gewichtskraft, Masse		
X	sonstige Größen <sup>3)</sup>		
Y	frei verfügbar <sup>3)</sup>		Rechenfunktion
Z	<sup>2)</sup>		Noteingriff, Schutz durch Auslösung Schutzeinrichtung sicherheitsrelevante Meldung <sup>15)</sup>
+			oberer Grenzwert <sup>9)</sup>
/			Zwischenwert <sup>9)</sup>
-			unterer Grenzwert <sup>9)</sup>

Zusätzliche Kennzeichnungen zum Beschreiben einer Aufgabenstellung s. Norm.

- 1) Buchstaben, denen bereits eine Bedeutung als „Ergänzungsbuchstabe“ zugeordnet ist, dürfen nicht als Folgebuchstaben angewendet werden.
- 2) Die Buchstaben A, B, C, I, J und Z in Gruppe 1 bleiben einer späteren Normung vorbehalten. Der Buchstabe J soll international für die Leistung (mechanisch, thermisch, elektrisch) vorgeschlagen werden.
- 3) Die Erstbuchstaben N, O, X, Y darf der Anwender frei verwenden. Der Buchstabe X wird einzelnen, nicht häufig wiederkehrenden, die Buchstaben N, O, Y werden häufig wiederkehrenden Messgrößen in einer Anlage zugeordnet, falls diese Messgrößen nicht in Tab. 900.2 enthalten sind.  
Die Buchstaben K und M darf der Anwender als Folgebuchstaben frei verwenden.
- 4) Qualitätsgrößen sind z. B.: Konzentration, pH-Wert, Leitfähigkeit, Heizwert, Wobbe-Zahl, Flammpunkt, Farbzahl, Brechungsindex, Konsistenz.
- 5) Aus mehreren Größen zusammengesetzte Eingangsgröße, soweit sie nicht durch andere Kennbuchstaben dargestellt werden kann.
- 6) Falls zur weiteren Unterscheidung der Messumformerfunktion erforderlich, darf ein weiterer EMSR-Stellenkreis dargestellt werden. Dem T (Transmitting) als Folgebuchstabe folgt kein weiterer Kennbuchstabe.
- 7) Registrierung ist der Sammelbegriff für Ausgabe mit Speicherfunktion. Die Art der Speicherung wird dabei nicht unterschieden.
- 8) Die Kennzeichnung eines Stellgliedes mit Erstbuchstabe U kann erfolgen, wenn das Stellglied von mehreren Verarbeitungsfunktionen angesteuert wird.
- 9) Oberer Grenzwert, Zwischenwert und unterer Grenzwert der Messgröße werden durch Pluszeichen, Schrägstrich oder Minuszeichen gekennzeichnet, die den Folgebuchstaben A, O, S, Z einzeln oder auch gemeinsam nachgestellt sind. Weiter dürfen die Zeichen H (High) für oberen Grenzwert und L (Low) für unteren Grenzwert verwendet werden. Mit Ausnahme des Schrägstriches dürfen alle vorgenannten Zeichen auch zur Kennzeichnung der Endstellungen „offen“ bzw. „geschlossen“ oder der Schaltzustände „Ein“ bzw. „Aus“ verwendet werden.
- 10) Für Prozessanlagen werden in der Planungsphase die Standardfunktionen (Bedienung und Darstellung) für Antriebe festgelegt. Bei solchen zusammengefassten Antriebsfunktionen wird der Folgebuchstabe U z. B. in Verbindung mit dem Erstbuchstaben E verwendet. Die detailliertere Beschreibung der Aufgabenstellung erfolgt in separaten Unterlagen (Datenblätter, Legende, Fußleiste im RI-Fließbild).
- 11) Im Anschluss an die Folgebuchstaben I, R, C ist die Reihenfolge der Folgebuchstaben frei wählbar.
- 12) Zur Kennzeichnung der Aufnehmerfunktion ohne weitere Verarbeitung darf ein zusätzlicher EMRS-Stellen-Kreis mit dem Folgebuchstaben E dargestellt werden. Dem E (Sensing Element) als Folgebuchstabe folgt kein weiterer Folgebuchstabe.
- 13) Hiermit sind alle Eingriffe und Eingaben durch den Menschen zu kennzeichnen.
- 14) Wegen der Verwechslungsgefahr mit den Ziffern 1 und 0 möglichst zu vermeiden.
- 15) In EMSR-Schutzeinrichtungen ohne Schaltfunktion nach VDI/VDE 2180 (s. Richtlinie) werden sicherheitsrelevante Meldungen und Aktoren durch ein der EMSR-Stellenkennzeichnung nachgestelltes Z in Klammern gekennzeichnet.

**Beispiel** (weitere Folgebuchstaben sind möglich)  
Differenz-Druckmessung, Anzeige und selbsttätige Regelung



### Messstutzen

Wenn am Messort zum Erfassen einer Messgröße nur ein Messstutzen vorhanden ist, so wird der entsprechende Kennbuchstabe für die Messgröße in den EMSR-Stellen-Kreis eingetragen. Ist zusätzlich ein nicht angeschlossener Aufnehmer vorhanden, so wird der entsprechende Kennbuchstabe und der Folgebuchstabe E im EMSR-Stellen-Kreis eingetragen.

### Ausgabe- und Bedienort

Der Ausgabe- und Bedienort (Kommunikationsstelle zwischen Mensch und EMSR-Einrichtung) wird nach Tab. 899.2 dargestellt.

### EMSR-Stellen-Kennzeichnung

Sie wird in den unteren Teil des EMSR-Stellen-Kreises eingetragen. Die Art des Kennzeichnungssystems ist frei wählbar. Bei mehreren Messstellen gleicher Messgröße darf eine EMSR-Stellen-Kennzeichnung nur einmal vorkommen.

### Weitere Kennzeichnungen

Soweit die in Tab. 900.2 genannten Kennbuchstaben nicht ausreichen, dürfen zusätzliche Zeichen oder Angaben außerhalb des EMSR-Stellen-Kreises angebracht werden. Insbesondere ist ein solcher Zusatz bei den Erstbuchstaben E, Q, R und X erforderlich. Dabei sind möglichst genormte Formelzeichen anzuwenden.

Funktionen nach VDI/VDE 2180 (s. Richtlinie), nach der Störfallverordnung und nach anderen Auflagen sind zu kennzeichnen.

Bei Sensoren in EMSR-Schutzeinrichtungen **ohne Schaltfunktion** sind sicherheitsrelevante Meldungen durch (Z) zu kennzeichnen. In gleicher Weise werden Aktoren in EMSR-Schutzeinrichtungen gekennzeichnet, z. B. UV (Z).

### Einwirkung auf die Strecke



**Stellort, Stellglied.** Der Stellort wird durch die Spitze eines gleichseitigen Dreiecks von vorzugsweise 5 mm Seitenlänge dargestellt. Es ist gleichzeitig auch die einfachste Darstellung eines Stellgliedes. Ist in einem Fließbild bereits ein Stellgerät, z. B. ein Stellventil, eingezeichnet, ist hierdurch der Stellort gekennzeichnet.

**Stellgerät.** Es wird dargestellt durch das vorgenannte Dreieck und einen Kreis von vorzugsweise 5 mm Durchmesser. Beide werden durch eine etwa 10 mm lange Linie miteinander verbunden, s. Tab. 902.1. Die Tabelle zeigt auch das Verhalten der Stellgeräte bei Ausfall der Hilfsenergie.

**Wirkungsweg.** Der Wirkungsweg vom EMSR-Stellen-Kreis zum Stellgerät wird vorzugsweise durch eine gestrichelte Linie nach DIN 15-1 dargestellt. Sind Kreuzungen nicht zu vermeiden, ist eine der beiden Linien zu unterbrechen. Bei vermaschten Wirkungswegen, z. B. Kaskadenregelung, Verhältnisregelung, dürfen die entsprechenden EMSR-Stellen-Kreise gemäß dem Wirkungszusammenhang miteinander verbunden und die Wirkungsrichtung darf durch einen Pfeil gekennzeichnet werden.












Um die Übersichtlichkeit des RI-Fließbildes sicherzustellen, dürfen die Wirkungslinien auch als Abbruchstellen mit eindeutigen Zielhinweisen versehen werden. Ist eine eindeutige Zuordnung anderweitig realisiert worden, darf auf diese Zielhinweise verzichtet werden.

Tabelle 902.1 Einwirkung auf die Strecke

Symbol	Benennung
	Stellort, Stellglied <i>Anmerkung:</i> Ersatzdarstellung für allgemeine Einwirkung auf die Strecke
	Stellantrieb, allgemein (mit Hilfsenergie oder selbsttätig)

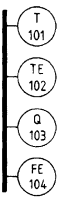
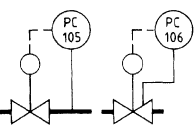
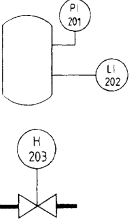

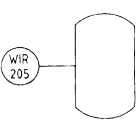
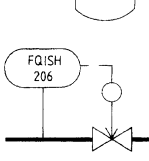

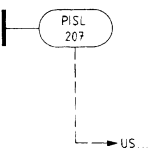

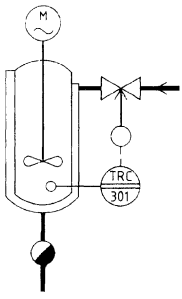
Fortsetzung und Fußnote s. nächste Seite

Tabelle 902.1, Fortsetzung

Symbol	Benennung
	Stellantrieb, bei Ausfall der Hilfsenergie nimmt das Stellgerät die Stellung für maximalen Massenstrom oder Energiefluss ein
	Stellantrieb, bei Ausfall der Hilfsenergie nimmt das Stellgerät die Stellung für minimalen Massenstrom oder Energiefluss ein
	Stellantrieb, bei Ausfall der Hilfsenergie bleibt das Stellgerät in der zuletzt eingenommenen Stellung
	Stellantrieb, bei Ausfall der Hilfsenergie bleibt das Stellgerät zunächst in der zuletzt eingenommenen Stellung, der Pfeil gibt die zulässige Driftrichtung an
	Stellantrieb, bei Ausfall der Hilfsenergie bleibt das Stellgerät zunächst in der zuletzt eingenommenen Stellung, der Pfeil gibt die zulässige Driftrichtung an
	Stellgerät mit Stellort bzw. Stellglied (mit Hilfsenergie oder selbsttätig)
	Stellgerät mit Stellort bzw. Stellglied, bei Ausfall der Hilfsenergie nimmt das Stellgerät die Stellung für den maximalen Massenstrom oder Energiefluss ein
	Stellgerät mit Stellort bzw. Stellglied, bei Ausfall der Hilfsenergie nimmt das Stellgerät die Stellung für den minimalen Massenstrom oder Energiefluss ein
	Stellgerät mit Stellort bzw. Stellglied, Stellgerät bleibt bei Ausfall der Hilfsenergie in der zuletzt eingenommenen Stellung
	Stellgerät mit Stellort bzw. Stellglied, Stellgerät bleibt bei Ausfall der Hilfsenergie zunächst in der zuletzt eingenommenen Stellung, der Pfeil gibt die zulässige Driftrichtung an
	Stellgerät mit Stellort bzw. Stellglied, Stellgerät bleibt bei Ausfall der Hilfsenergie zunächst in der zuletzt eingenommenen Stellung, der Pfeil gibt die zulässige Driftrichtung an

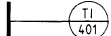
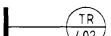
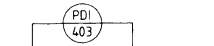


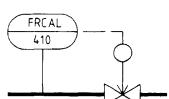

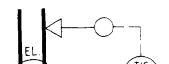
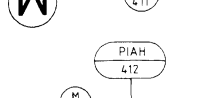

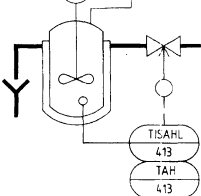



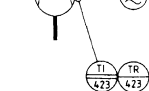
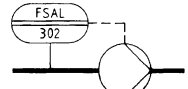

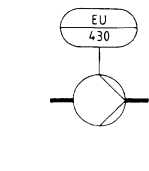




<sup>1)</sup> Diese Symbole dürfen nicht an Symbolen für Armaturen angebracht werden.

Tabelle 904.1 Anwendungsbeispiele

EMSR-Einrichtung	Darstellung	Bemerkungen
<p><b>Aufnehmerfunktion/Messstutzen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Messstutzen für Temperatur</li> <li>- Aufnehmer für Temperatur</li> <li>- Entnahmestelle für Analyse</li> <li>- Aufnehmer für Durchfluss</li> </ul>		<p>Stutzen z. B. mit eingebautem Temperatur-Aufnehmer</p> <p>Z. B. eingebauter Wirkdruckgeber</p>
<p><b>Analog</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Druckregelung</li> </ul>		<p>Wenn kein besonderer Druckstutzen benötigt wird, z. B. bei Reduzierstationen, darf die rechte Darstellung angewendet werden.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Druckmessung Anzeige örtlich</li> <li>- Standmessung Anzeige örtlich</li> <li>- Örtliche Handbetätigung eines Stellgerätes</li> </ul>		<p>Alternativ-Darstellung nach ISO 3511-1</p> 
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Wägung Anzeige und Registrierung örtlich</li> </ul>		<p>Wägeeinrichtung mit Anzeige und Druckwerk</p>
<p><b>Analog/Binär</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mengenummessung, Anzeige örtlich, Schließen eines Stellgerätes bei Erreichen einer vorgegebenen Menge</li> </ul>		<p>Z. B. Volumenzähler mit Mengeneinstellung</p> <p>Alternative: </p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Druckmessung Anzeige örtlich, Schalten bei Erreichen des unteren Grenzwertes</li> </ul>		<p>Z. B. Druckmessgerät mit Grenzwertgeber</p> <p>Alternative: </p>
<p><b>Analog</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Temperaturregelung, Registrierung und Bedienung im örtlichen Leitstand</li> </ul>		<p>Abbruchstelle zur Steuerung, Zielbezeichnung ist anzugeben.</p>

Fortsetzung s. nächste Seiten

Tabelle 904.1, Fortsetzung

EMSR-Einrichtung	Darstellung	Bemerkungen
<p><b>Allgemeine Darstellung</b></p>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Temperaturmessung Anzeige in Prozessleitwarte</li> </ul>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Temperaturmessung Registrierung in Prozessleitwarte</li> </ul>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Differenz-Druckmessung, Anzeige in Prozessleitwarte</li> </ul>		<p>Z. B. Volumenzähler mit nachgeschaltetem Impulszählwerk in Prozessleitwarte</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mengenummessung, Anzeige in Prozessleitwarte</li> </ul>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Durchflussmessung, Registrierung in Prozessleitwarte</li> </ul>		<p>Z. B. mit Normblende als Aufnehmer</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Durchflussregelung, Registrierung der Regelgröße und Störungsmeldung bei Erreichen des unteren Grenzwertes in Prozessleitwarte</li> </ul>		<p>Alternative: </p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Temperaturregelung, Anzeige der Regelgröße in Prozessleitwarte</li> </ul>		<p>Z. B. elektrische Heizung mit Zweipunktregelung</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Druckmessung, Anzeige, zusätzliche Störungsmeldung bei Erreichen des oberen Grenzwertes</li> </ul>		<p>Alternative: </p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Temperaturmessung Bei Erreichen des unteren und oberen Grenzwertes erfolgt Störungsmeldung mit gleichzeitiger Schaltung des Stellgerätes. Zusätzlich erfolgt Störungsmeldung bei Erreichen eines weiteren oberen Grenzwertes.</li> </ul>		<p>Alternative: </p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Druckmessung, Registrierung in der Prozessleitwarte</li> </ul>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Motorstandardfunktion</li> </ul>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Messung der Lagertemperatur, Anzeige im örtlichen Leitstand. Zusätzliche Registrierung in zentraler Prozessleitwarte.</li> </ul>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Durchflussmessung, Abschaltung der Pumpe bei Erreichen des unteren Grenzwertes, Störungsmeldung in Prozessleitwarte</li> </ul>		<p>Alternative: </p> <p>Z. B. Durchflusswächter</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Motor Standardfunktionen</li> </ul>		<p>Unter der Kurzdarstellung EU sind in ausführlicher Darstellung die anlagenspezifischen Standardfunktionen für den Motor festgelegt wie z. B.</p> <p> Lauf/  Störungsmeldung</p> <p> Schaltung  Ein/Aus</p> <p>Anmerkung: / außerhalb des Kreises bedeutet Strom</p>

Fortsetzung s. nächste Seite



Tabelle 904.1, Fortsetzung

EMSR-Einrichtung	Darstellung	Bemerkungen
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Überwachung der Stellung an einem Stellgerät, Sichtzeichen für Auf- und Zu-Stellung in der Prozessleitwarte</li> <li>- Ablaufsteuerung</li> </ul>		<p>Alternative:</p> <p><math>\frac{GO \pm}{433}</math></p> <p>Drei Stellglieder werden von einer Steuerungseinrichtung gesteuert.</p>

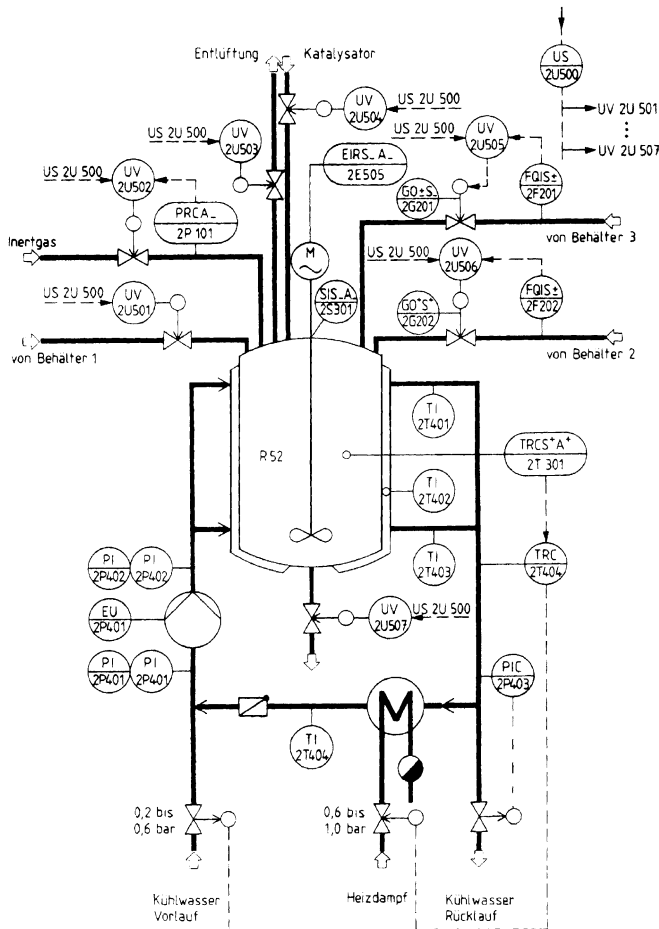


Bild 906.1  
Aufgabenbezogene Darstellung der Prozessleittechnik; Verfahrensspezifisches Beispiel: Rührkessel-Reaktor aus der chemischen Industrie

**DIN 19227-2 Leittechnik – Grafische Symbole und Kennbuchstaben für die Prozessleittechnik – Darstellung von Einzelheiten (Feb 1991)**

Die Sinnbilder nach dieser Norm dienen zur Darstellung der gerätetechnischen Lösung (lösungsbezogene Darstellung der EMSR-Funktionen) für mit Hilfe der Darstellungsmittel von DIN 19227-1 vorgegebenen Aufgabenstellungen.

Pläne, in denen diese Sinnbilder benutzt werden, zeigen den gerätetechnischen Aufbau von elektro-, mess-, steue-rungs- und regelungstechnischen Einrichtungen (EMSR) und dienen als Unterlage für Planung, Montage, Prüfung, Inbetriebnahme und Wartung von EMSR-Einrichtungen.

Die Grundformen der Sinnbilder sind Rechteck und Quadrat mit Ausnahme der Stellgeräte. Die Grundform wird ergänzt durch Symbole, Kennbuchstaben, Anschlüsse und Text.

Soweit schon genormte Sinnbilder mit rechteckiger oder quadratischer Begrenzung sowie spezielle Bildelemente vorliegen, werden diese aus anderen Normen übernommen.

Um darzustellen, dass ein Gerät aus mehreren Funktionsgruppen (Teilgeräten) besteht, dürfen auch mehrere Sinnbilder aneinander geführt verwendet werden.

Die Verbindungsleitungen und Anschlusspunkte der Geräte dürfen einpolig oder allpolig dargestellt werden. Die Bezeichnung von Anschlüssen erfolgt außerhalb des Sinnbildes an der Leitungsverbindung.

Die Regeln erlauben, eine Vielzahl von Sinnbildern aufzubauen, wie es die diversen Ausführungsarten von MSR-Geräten erfordern. Aus der Vielfalt werden die wichtigsten Sinnbilder in der Norm verbindlich festgelegt (s. Tab. 907.1 bis 910.1).

Die Norm stimmt sachlich weitgehend überein mit ISO 3511-3.

Für weitere Sinnbilder werden Beispiele gegeben, die die Anwendung der Aufbauregeln verdeutlichen.

Die in den Tabellen aufgeführten Symbole sind nach Gerätegruppen gegliedert:

- Aufnehmer, Tab. 907.1
- Stellgeräte, Tab. 909.2
- Anpasser, Tab. 908.1
- Bediengeräte, Tab. 909.3
- Ausgeber, Tab. 908.2
- Leitungen, Tab. 910.1
- Regler, Tab. 909.1

Tabelle 907.1 Beispiele für Aufnehmer

Grundform: vorzugsweise Rechteck mit Seitenverhältnis 2:1

Darstellung der Messgröße durch Eintrag des Kennbuchstabens nach DIN 19227-1 in die untere rechte Ecke

Darstellung der Ausführungsart (Messprinzip, Bauart usw.) durch spezielle Symbole und/oder durch Beschriftung





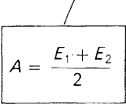
Sinnbild	Benennung	Beispiele für ergänzende Darstellungen, Bemerkungen
	Aufnehmer für Temperaturen, allgemein	Temperaturschalter schließt bei $\geq 30 \text{ °C}$
	Widerstandsthermometer	Beschriftung T darf entfallen, wenn die Kennzeichnung durch andere Zeichen eindeutig ist 
	Thermoelement	Mengensmesser mit Impulsgeber und Ziffernzählwerk
	Aufnehmer für Masse, Volumen, allgemein	Ovalradzähler Ringkolbenzähler

Tabelle 908.1 Beispiel für Anpasser

Grundformat Quadrat

Darstellung weiterer Einzelheiten durch Eintrag des Kennbuchstaben nach DIN 19227-1 oder durch Symbole oder/und durch Beschriftung. Zu unterscheiden sind:

**Umformer** (Messumformer, Signalumformer), **Umsetzer**, **Signalverstärker**, **Rechenggerät** und **Speicher** (Einzelheiten s. Norm)

Sinnbild	Benennung	Beispiele für ergänzende Darstellungen, Bemerkungen
	Messumformer mit elektrischem Einheitssignalausgang	$E$ = elektrisches Einheitssignal, wenn erforderlich, mit Größenangabe $A$ = pneumatisches Einheitssignal 0,2 bis 1,0 bar
	Messumformer mit pneumatischem Einheitssignalausgang	Kennbuchstaben nach DIN 19227-1 und DIN 19227-2 dürfen in das Dreieck auf der Eingangsseite eingetragen werden. Falls erforderlich, dürfen auch Bildelemente im Eingangsdreieck verwendet werden.
	Messumformer für Temperatur mit elektrischem Einheitssignalausgang und galvanischer Trennung	Galvanische Trennung wird durch Strich parallel zur Diagonale gekennzeichnet.
	Rechenglied für die Funktion $A = f(E)$	 $A = \frac{E_1 + E_2}{2}$ $E$ = Eingang, $A$ = Ausgang Rechenglied zur Bildung des Mittelwertes aus $E_1$ und $E_2$ ; Softwarefunktion

Werden Funktionen der vorgenannten Anpasser in Software realisiert, so dürfen sie durch eine Fahne an der Oberkante des Anpasser-Symbols gekennzeichnet werden.

Tabelle 908.2 Beispiele für Ausgeber

Grundform: Rechteck mit Seitenverhältnis 2:1

Darstellung der Art der Ausgabe durch Eintrag des Kennbuchstabens (Folgebuchstaben nach DIN 19227-1) und/oder durch spezielle Symbole, durch Beschriftung oder durch gleichseitige Dreiecke innerhalb des Symbols

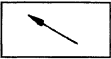
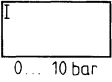
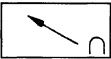
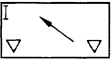
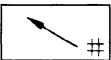




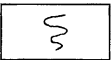
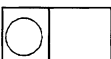
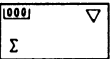
Sinnbild	Benennung	Beispiele für ergänzende Darstellungen, Bemerkungen
	Anzeigergerät, allgemein	 Angabe des Anzeigebereiches und evtl. des Signalbereiches außerhalb des Sinnbildes
	Analoganzeiger	 Anzeiger mit Grenzsinalgeber für unteren und oberen Grenzwert
	Digitalanzeiger	 links: unterer Grenzwert  rechts: oberer Grenzwert Falls das Sinnbild 90° gedreht ist:  oben: oberer Grenzwert  unten: unterer Grenzwert
	Registriergerät, allgemein	Registrierung als Softwarefunktion
	Zähler, allgemein	 Zähler als Softwarefunktion mit Grenzsinalgeber

Tabelle 909.1 Beispiele für Regler

Grundform: Quadrat

Darstellung weiterer Einzelheiten durch Symbole und/oder Beschriftung

Sinnbild	Benennung	Beispiele für ergänzende Darstellungen, Bemerkungen
	Regler, allgemein	Regler als Softwarefunktion mit Kennzeichnung der Eingangs- und Ausgangsgrößen nach DIN 19226
	Dreipunktregler, mit schaltendem Ausgang	-
	PI-Regler, mit fallendem Ausgangssignal bei steigendem Eingangssignal	-

Tabelle 909.2 Beispiele für Stellgeräte

Stellgeräte bestehen aus Stellantrieb und Stellglied

Weitere Symbole nach DIN 2429-2 dürfen angewendet werden.

Sinnbild	Benennung	Beispiele für ergänzende Darstellungen, Bemerkungen
	Stellantrieb, allgemein	Gewichtsantrieb (ISO 3511-3:1984, Nr. 3.2.2.8)
	Motor-Stellantrieb	-
	Membran-Stellantrieb	-
	Stellgerät, allgemein	-

Tabelle 909.3 Beispiele für Bediengeräte

Grundform: vorzugsweise Quadrat


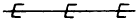


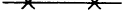





Darstellung der Einstellgröße durch Beschriftung oder Bildelemente

Darstellung der Ausführungsart durch Symbole aus anderen Normen, Beschriftung, Angabe der Einstellgröße. Zu unterscheiden sind im Wesentlichen: **Einsteller** und **Schalter**

Sinnbild	Benennung	Beispiele für ergänzende Darstellungen, Bemerkungen
	Einsteller, allgemein	Zur Einstellung der Führungsgröße
	Signaleinsteller für elektrisches Einheitssignal 4 bis 20 mA, mit Anzeiger (DIN 40900-8 s. Norm)	Für Umschalter „Hand–Autom.“
		Für Stellgerät-Einsteller

Tabelle 910.1 Beispiele für Leitungen, Leitungsverbindungen, Geräteanschlüsse

Grundform: schmale Volllinie (0,25 mm)

Sinnbild	Benennung (Bildelement nach ...)	Beispiele für ergänzende Darstellungen, Bemerkungen
	EMSR-Leitung, allgemein	
	Einheitssignalleitung, elektrisch	Falls erwünscht, ist Unterscheidung nach Art der Leitung möglich. Dabei ist es zulässig, im Geräteschema lediglich die von den übrigen abweichende Leitungsart hervorzuheben.  allgemeine Beeinflussung, z. B. optisch, akustisch
	Einheitssignalleitung, pneumatisch	
	hydraulische Leitung	
	Kapillarleitung	
	Wirkungslinie	
	Digitalsignal	
	Binärsignal	
	Impulsgeber	
	Analogsignal	

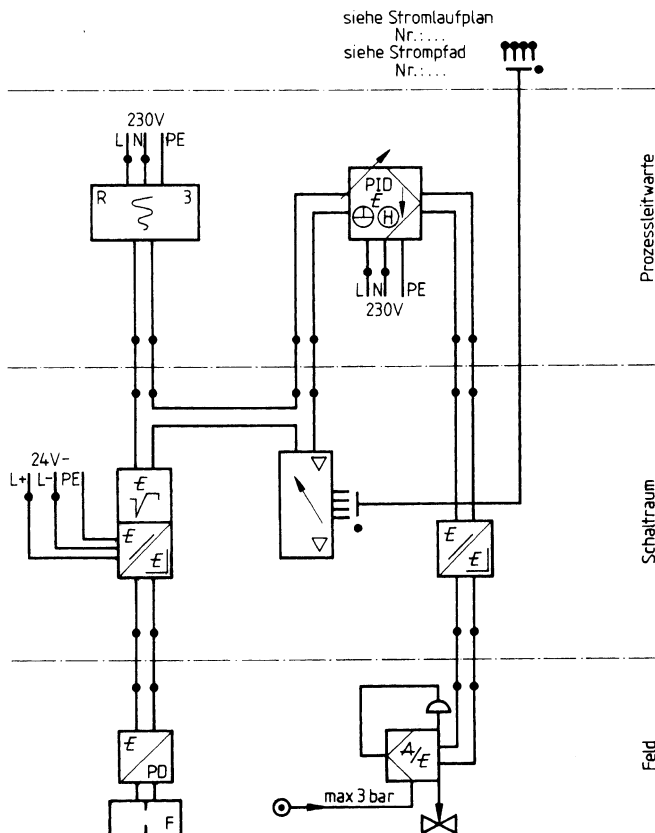


Bild 910.2  
EMSR-Stellenplan FRCA 002, Durchflussregelung (elektrisch)

## 19.14.2 Leittechnik

### DIN V 19222 Leittechnik – Begriffe (Sep 2001)

Diese Norm bestimmt den Begriff des Leitens allgemein als das gezielte Einwirken auf den Ablauf von Prozessen und enthält einige davon abgeleitete Begriffe der Leittechnik. Der Begriff „Leiten“ umfasst alle zur gezielten Einwirkung notwendigen Maßnahmen wie Messen, Steuern und Regeln sowie Überwachen etwa im Sinne des angelsächsischen Begriffs „control“.

Viele dynamische Systeme – beispielsweise bei der Automatisierung von Kraftwerken – weisen komplexe Strukturen auf, die sowohl Steuerketten als auch Regelkreise und Abschaltkreise enthalten. Dementsprechend handelt es sich bei vielen leittechnischen Aufgaben darum, auf einen dynamischen Prozess gezielt einzuwirken, unabhängig davon, ob und in welcher Weise man sich dabei einer Rückführung bedient.

#### Prozess

Ein Prozess ist eine Gesamtheit von aufeinander einwirkenden Vorgängen in einem System (s. DIN 19226-1), durch die Materie, Energie oder auch Information umgeformt, transportiert oder gespeichert wird.

Durch geeignete Abgrenzungen des Systems können Teilprozesse oder umfassende Prozesse festgelegt werden. Prozessgrößen können deterministisch oder stochastisch sein.

**Beispiel für Prozesse.** Die Erzeugung elektrischer Energie in einem Kraftwerk, die Verteilung von Energie, die Raffinierung verschiedener Kohlenwasserstoffe aus Erdöl, die Erzeugung von Roheisen in einem Hochofen, die Fertigung eines Getriebes, der Transport von Stückgütern in einem Container-Frachtsystem, die Durchführung eines Fluges, die Verarbeitung von Daten in einer Rechenanlage, die Durchführung von Verwaltungsakten in einer Behörde.

#### Leiten, Leiteinrichtung

Das Leiten ist die Gesamtheit aller Maßnahmen, die einen im Sinne festgelegter Ziele erwünschten Ablauf eines Prozesses bewirken.

Die Maßnahmen werden vorwiegend unter Mitwirkung des Menschen aufgrund der aus dem Prozess oder auch aus der Umgebung erhaltenen Daten mit Hilfe der Leiteinrichtung getroffen (s. Bild 911.1).

Die Leiteinrichtung umfasst alle für die Aufgabe des Leitens verwendeten Geräte und Programme sowie im weiteren Sinne auch Anweisungen und Vorschriften.

**Beispiel für eine Leiteinrichtung.** Die leittechnische Einrichtung eines Kraftwerksblocks, der – etwas vereinfacht – aus den Systemen Dampferzeuger und Turbosatz besteht, enthält sowohl Regelungen als auch Steuerungen und Schutzeinrichtungen, die auf die Stellglieder der beiden Systeme einwirken (s. Bild 912.1). Dampferzeuger und Turbosatz können durch eine Blockleiteinrichtung koordiniert werden, die aufgrund des vorgegebenen Sollwertes der Leistung sowie der ermittelten zulässigen Laständerungen für Dampferzeugung und Turbine und unter Beachtung aller sonstigen Randbedingungen die für Lastwechsel erforderlichen Führungsgrößen liefert. Die Laständerungen werden aufgrund von Messwerten für die Beanspruchung an bestimmten Bauteilen überwacht und auf zulässige Werte begrenzt. Außerdem werden für die zusätzliche Überwachung des ganzen Blocks durch Menschen bestimmte Prozessgrößen in der Warte angezeigt und protokolliert.

Die **Aufgaben des Leitens** umfassen eine Vielzahl von Funktionen.

Wichtige Aufgaben sind z. B.:

**Messen:** Tätigkeiten zum quantitativen Vergleich der Messgröße mit einer Einheit ausführen.

**Anmerkung:** Das Feststellen von Schaltzuständen oder Grenzwertüberschreitungen schließt einen Messvorgang ein. Das dabei gebildete Ausgangssignal ist häufig ein Meldesignal.

**Zählen:** die Messgröße „Anzahl der Elemente einer Menge“ ermitteln

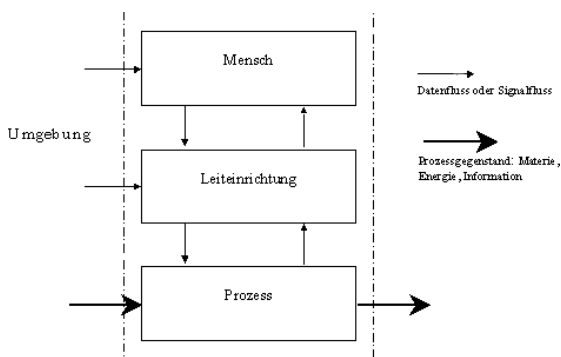


Bild 911.1 Darstellung des Leitens eines Prozesses

**Steuern, Steuerung:** das *Steuern, die Steuerung* ist der Vorgang in einem System, bei dem eine oder mehrere Größen als Eingangsgrößen andere Größen als Ausgangsgrößen aufgrund der dem System eigentümlichen Gesetzmäßigkeiten beeinflussen.

Kennzeichen für das Steuern ist der offene Wirkungsweg oder ein geschlossener Wirkungsweg, bei dem die durch die Eingangsgrößen beeinflussten Ausgangsgrößen nicht fortlaufend und nicht wieder über dieselben Eingangsgrößen auf sich selbst wirken.

**Regeln, Regelung:** das *Regeln, die Regelung* ist ein Vorgang, bei dem fortlaufend eine Größe, die Regelgröße (die zu regelnde Größe), erfasst, mit einer anderen Größe, der Führungsgröße, verglichen und im Sinne einer Angleichung an die Führungsgröße beeinflusst wird. Kennzeichen für das Regeln ist der geschlossene Wirkungsablauf, bei dem die Regelgröße im Wirkungsweg des Regelkreises fortlaufend sich selbst beeinflusst.

**Prozess optimieren:** Maßnahmen treffen, die einen Prozess so gestalten, dass unter den gegebenen Beschränkungen das aufgabengemäß gegebene, die Prozesszustände bewertende Gütekriterium einen entweder möglichst großen oder möglichst kleinen Wert annimmt.

*Anmerkung:* Im Gütekriterium können Optimierungsziele wie z. B. hohe Wirtschaftlichkeit, großer Wirkungsgrad, hoher Durchsatz zum Ausdruck gebracht werden.

**Überwachen:** ausgewählte Größen auf Einhaltung vorgegebener Werte, Wertebereiche oder Schaltzustände überprüfen.

*Anmerkung:* Die zu überwachenden Größen können direkt gemessen oder das Ergebnis einer Auswertung sein.

**Schützen:** auf den Prozess mit den Mitteln der Leitechnik (aufgrund von Überwachungsvorgängen) in der Weise einwirken, dass er keinen den Menschen gefährdenden, die Anlage, das Produkt oder die Umwelt schädigenden Zustand annimmt und die Anlage vor schädigenden Auswirkungen von Störungen bewahrt wird.

**Auswerten:** Kenngrößen des Prozesses aus erfassten Größen durch Berechnen oder Sortieren ermitteln.

**Aufzeichnen:** Größen zum Weiterverarbeiten oder zum Dokumentieren festhalten.

**Protokollieren:** eine Aufzeichnung in für den Menschen lesbarer Form spontan, zyklisch oder auf Ab-ruf wiedergeben.

**Eingreifen:** auf die Leiteinrichtung oder auf die Stellglieder des Prozesses einwirken, soweit dies durch den Menschen geschieht.

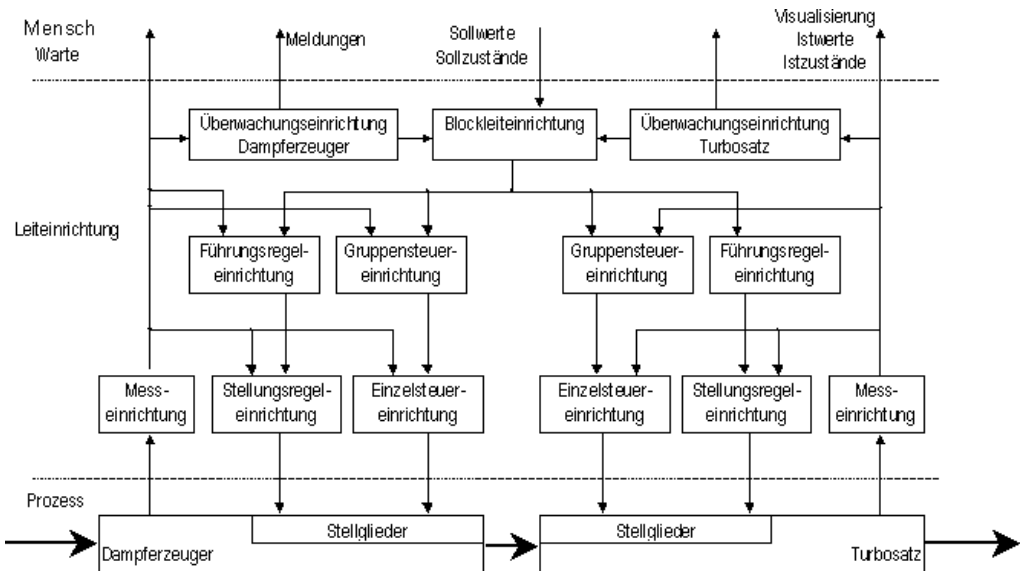


Bild 912.1 Wirkungsmäßige Darstellung eines Leitens eines Kraftwerkblocks

Bild 914.1 zeigt den Wirkungsweg und die Wirkungsrichtung der Funktionen der Leiteinrichtung.

**Priorität beim Leiten:** Stellenwert in einer Rangfolge, der zum jeweiligen Entscheidungszeitpunkt bei gleichzeitig anstehenden Anforderungen die nächste auszuführende Anforderung bestimmt.

*Anmerkung:* In Prozessen, auf die mit den leittechnischen Funktionen steuern, regeln, eingreifen, schützen sowie optimieren eingewirkt wird, besteht häufig die in Tab. 913.1 gezeigte Zuordnung der Prioritäten.

Tabelle 913.1 Zuordnung der Prioritäten

Art der Anforderung	Priorität
Schützen	1
Eingreifen	2
Steuern	3
Regeln	4
Optimieren	5

Hierbei kommt der Anforderung mit der niedrigeren Zahl die höhere Priorität zu.

**Strukturen der Leiteinrichtung:** Bei den Strukturen von Leiteinrichtungen muss zwischen funktionellen Befehls- und Kommunikationsstrukturen und räumlichen und gerätetechnischen Anordnungen unterschieden werden. Im Folgenden wird zentral, dezentral und hierarchisch ausschließlich funktionell verstanden. Für räumliche und gerätetechnische Klassifizierungen wird verteilt und kompakt verwendet.

**Zentrale Leitstruktur:** Struktur einer Leiteinrichtung bei gekoppelten Teilprozessen, in der jede Teilleiteinrichtung zur Bildung ihrer Ausgangsinformationen Informationen aus allen ihr zugeordneten Teilprozessen berücksichtigt.

*Anmerkung:* Eine zentrale Leitstruktur kann auch durch miteinander verbundene Leiteinrichtungen gebildet werden.

**Dezentrale Leitstruktur:** Struktur einer Leiteinrichtung bei gekoppelten Teilprozessen, in der jede Teilleiteinrichtung zur Bildung ihrer Ausgangsinformationen nur Informationen aus dem einen ihr zugeordneten Teilprozess berücksichtigt.

Ein kompaktes Prozessrechnungssystem realisiert dezentrale Regelungsstrukturen, wenn für jeden Regelkreis einfache Regler ohne Berücksichtigung der Kopplungen zwischen den Teilprozessen eingesetzt werden. Bei geeigneter Kommunikation untereinander können verteilte Regler eine zentrale Regelung bilden, indem Informationen über die jeweils anderen Teilprozesse zwischen den Reglern ausgetauscht werden.

**Hierarchische Leitstruktur:** Leitstruktur, die mehrere einander übergeordnete Leitebenen enthält, bei denen die Teilleiteinrichtung der jeweils übergeordneten Ebene die Arbeit der Teilleiteinrichtungen der jeweils darunter liegenden Ebene koordiniert, indem z. B. Steuerziele, Führungs- oder Aufgaben Größen vorgegeben werden.

**Verteilte Leitstruktur:** Leitstruktur, bei der die in ihr enthaltenen Leiteinrichtungen gerätetechnisch an unterschiedlichen Orten angeordnet sind.

**Leitebene** Gesamtheit aller Leiteinrichtungen gleichen Ranges in einer hierarchischen Leitstruktur.

**Einzelleitenebene:** Leitebene, der alle Teile der Leiteinrichtung angehören, welche unmittelbar auf die Stellglieder wirken.

**Gruppenleitenebene:** Leitebene, der alle Teile der Leiteinrichtung angehören, welche jeweils auf einen bestimmten Teilbereich der Einzelleitenebene wirken.

Die Gruppenleitenebene kann in mehrere Leitebenen aufgeteilt sein.

**Anlagenleitenebene:** Leitebene, der alle Teile der Leiteinrichtung angehören, welche auf die Gruppenleitenebene wirken.

**Beispiel** Die Leiteinrichtung eines Kraftwerkblocks ist meist hierarchisch aufgebaut. Bild 914.2 zeigt einen Ausschnitt aus dieser Struktur.



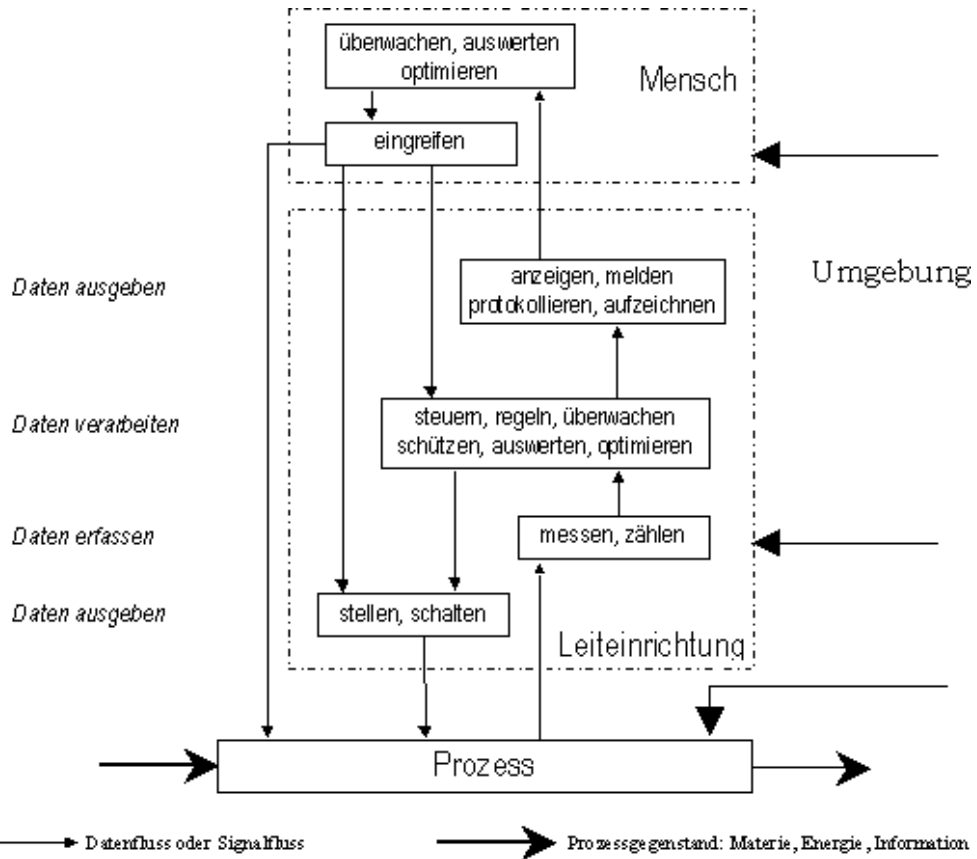


Bild 914.1 Wirkungsweise und Wirkungsrichtung der Funktionen einer Leiteinrichtung

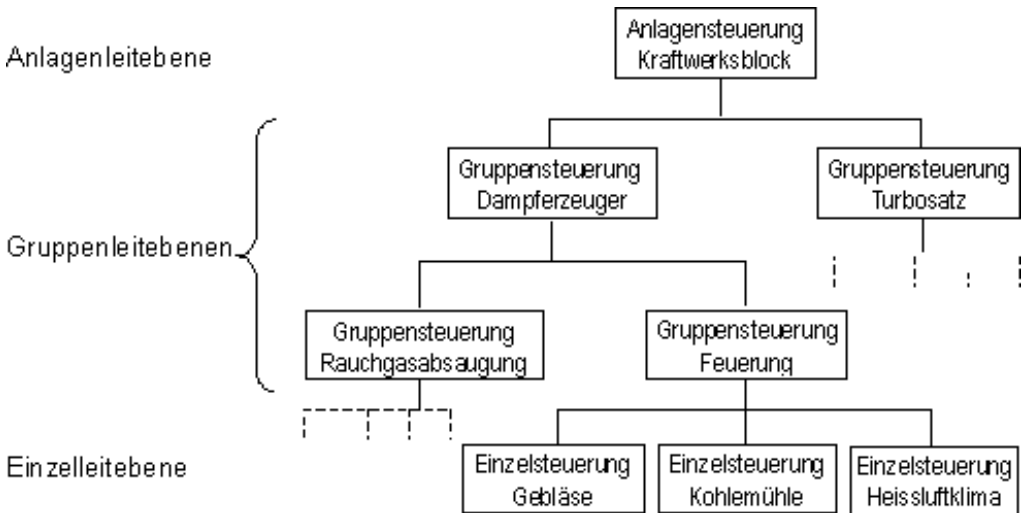


Bild 914.2 Hierarchischer Aufbau der Leiteinrichtung am Beispiel eines Kraftwerksblockes

### 19.14.3 Regelungs- und Steuerungstechnik, Grundlagen

#### DIN 19226 Leittechnik – Regelungstechnik und Steuerungstechnik – Allgemeine Grundbegriffe (Feb 1994)

Diese Normenreihe enthält die wichtigsten Begriffe und Benennungen, die für die Planung, den Aufbau, die Prüfung, den Betrieb und die Darstellung von technischen Regelungen und Steuerungen benötigt werden. Das hiermit geschaffene „Begriffsgebäude“ hat nicht nur in der Ingenieurwissenschaft Eingang gefunden, sondern wird auch in der Biologie, der Volkswirtschaft und vielen anderen Bereichen verwendet. Das Beiblatt 1 zur Normenreihe enthält ein umfangreiches deutsch-englisches Stichwortverzeichnis.

#### Allgemeine Grundbegriffe

Ein **System** im Sinne dieser Norm ist eine abgegrenzte Anordnung von Gebilden, die miteinander in Beziehung stehen.

Solche Gebilde können sowohl Gegenstände als auch Denkmethode und deren Ergebnisse (z. B. Organisationsformen, mathematische Methoden, Programmiersprachen) sein. Diese Anordnung wird durch eine Hüllfläche von ihrer Umgebung abgegrenzt oder abgegrenzt gedacht. Durch die Hüllfläche werden Verbindungen des Systems mit seiner Umgebung geschnitten. Die mit diesen Verbindungen übertragenen Eigenschaften und Zustände sind die **Größen**, deren Beziehung untereinander das dem System eigentümliche Verhalten beschreiben.

Durch zweckmäßiges Zusammenfügen und Unterteilen von solchen Systemen können größere und kleinere Systeme entstehen.

Das **Steuern** – die **Steuerung** – ist der Vorgang in einem System, bei dem eine oder mehrere Größen als Eingangsgrößen andere Größen als Ausgangsgrößen aufgrund der dem System eigentümlichen Gesetzmäßigkeit beeinflussen.

Kennzeichen für das Steuern ist der offene Wirkungsweg oder ein solcher geschlossener Wirkungsweg, bei dem die durch die Eingangsgrößen beeinflussten Ausgangsgrößen nicht fortlaufend und nicht wieder über dieselben Eingangsgrößen auf sich selbst wirken.

Das **Regeln** – die **Regelung** – ist ein Vorgang, bei dem eine Größe, die zu regelnde Größe (Regelgröße), fortlaufend erfasst, mit einer anderen Größe, der Führungsgröße, verglichen und im Sinne einer Angleichung an die Führungsgröße beeinflusst wird. Kennzeichen für das Regeln ist der geschlossene Wirkungsablauf, bei dem die Regelgröße im Wirkungsweg des Regelkreises fortlaufend sich selbst beeinflusst.

Die Regelung hat die Aufgabe, trotz störender Einflüsse den Wert der Regelgröße an den durch die Führungsgröße vorgegebenen Wert anzugleichen, auch wenn dieser Angleich im Rahmen gegebener Möglichkeiten nur unvollkommen geschieht.

Der Vorgang der Regelung ist auch dann als fortlaufend anzusehen, wenn er sich aus einer hinreichend häufigen Wiederholung gleichartiger Einzelvorgänge zusammensetzt (z. B. durch Abtaster in Abtastregelungen). Auch unstetige Vorgänge können fortlaufend sein (z. B. bei Gliedern mit Zweipunktverhalten in Zweipunktregelungen). Die Benennung „Regelung“ wird vielfach nicht nur für den Vorgang des Regelns, sondern auch für die Gesamtanlage verwendet, in der die Regelung stattfindet.

Zu einer technischen Regelung werden Geräte benutzt, in denen sich in einzelnen, ebenso wie in zusammengefassten Gruppen Vorgänge des Steuerns abspielen.

**Wirkung** im Sinne dieser Norm ist die Beeinflussung einer Größe, der beeinflussten Größe, durch eine oder mehrere andere Größen, die verursachenden Größen.

**Prozess** ist eine Gesamtheit von aufeinander einwirkenden Vorgängen in einem System, durch die Materie, Energie oder auch Information umgeformt, transportiert oder auch gespeichert wird.

**Algorithmus** ist eine vollständig festgelegte endliche Folge von Vorschriften, nach denen aus zulässigen Eingangsgrößen eines Systems gewünschte Ausgangsgrößen erzeugt werden.

**Wirkungsplan** ist die sinnbildliche Darstellung der Gesamtheit der Wirkungen in einem betrachteten System.

**Wirkungsrichtung** ist die Richtung, in der die Wirkungen übertragen werden. Sie geht stets von der verursachenden zur beeinflussten Größe und wird durch Pfeile dargestellt.

**Wirkungsweg** ist derjenige Weg, längs dessen Wirkungen das System durchlaufen. Den Wirkungsweg bilden die Elemente des Wirkungsplans.

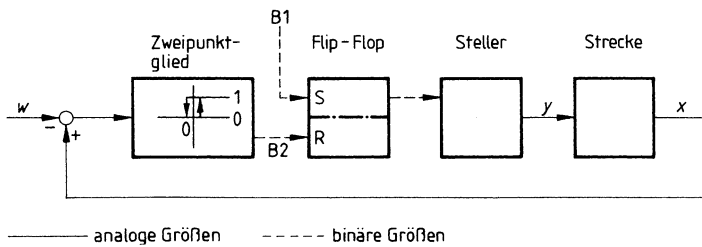
**Offener und geschlossener Wirkungsweg:** Der Wirkungsweg zwischen verursachender und beeinflusster Größe heißt **offener** Wirkungsweg, wenn von der beeinflussten Größe **kein** Wirkungsweg zu einer verursachenden Größe zurückführt. **Ist** ein solcher vorhanden, so liegt ein **geschlossener** Wirkungsweg vor.

**Wirkungsablauf** ist der Vorgang im Wirkungsweg, in dem die verursachende Größe die beeinflusste Größe ändert.

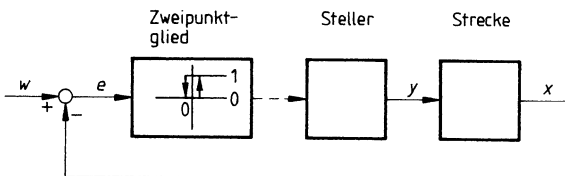
**Offener und geschlossener Wirkungsablauf:** In einem System ist ein **offener Wirkungsablauf** vorhanden, wenn ein offener Wirkungsweg vorliegt, oder wenn bei geschlossenem Wirkungsweg die beeinflussten Größen nicht fortlaufend auf die sie beeinflussenden Größen wirken. Gibt es über einen zurückführenden Wirkungsweg fortlaufend eine Wirkung auf die beeinflusste Größe, so liegt ein **geschlossener Wirkungsablauf** vor, in dem diese sich selbst beeinflusst.

*Anmerkung:* Beispielsweise weist ein Rücksetzkreis (s. Bild 916.1a) als Steuerung trotz geschlossenem Wirkungsweg einen offenen Wirkungsablauf auf, während bei der Zweipunktregelung (s. Bild 916.1b) Wirkungsweg und Wirkungsablauf geschlossen sind.

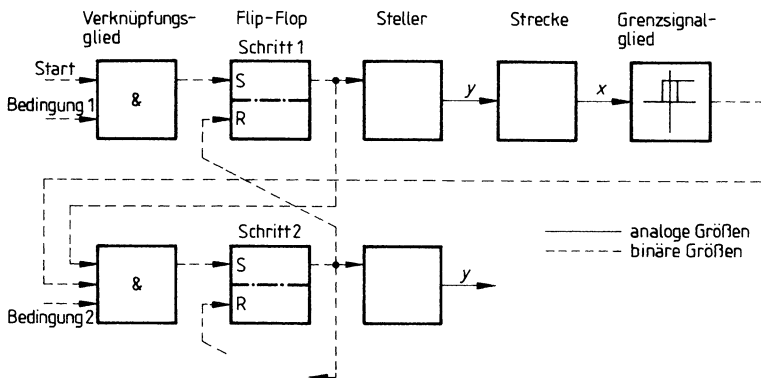
In einer prozessabhängigen Ablaufsteuerung (s. Bild 916.1c) sind ebenfalls geschlossene Wirkungswege mit offenem Wirkungsablauf vorhanden.



a) Wirkungsplan eines Rücksetzkreises (offener Wirkungsablauf)



b) Wirkungsplan einer Zweipunktregelung (geschlossener Wirkungsablauf)



c) Wirkungsplan einer prozessabhängigen Ablaufsteuerung (offener Wirkungsablauf)

Bild 916.1 Offener und geschlossener Wirkungsablauf

**Ablaufsteuerung:** eine Steuerung mit zwangsläufig schrittweisem Ablauf, bei der der Übergang von einem Schritt auf den oder die programmgemäß Folgenden abhängig von den Übergangsbedingungen erfolgt.

**Rücksetzkreis:** (bisher „binärer Abschaltkreis“ genannt) ist ein binäres Schaltsystem in Kreisstruktur, das mindestens ein binäres Speicherglied enthält, über dessen Rücksetzeingang die Kreisstruktur geschlossen wird.

**Kreisstruktur:** In einer Kreisstruktur ist innerhalb eines Systems die Ausgangsgröße eines Teilsystems über einen weiteren Wirkungsweg als zusätzliche Eingangsgröße einem davor liegenden Teilsystem zugeführt.

### Glieder und Größen

Glieder, Übertragungs- und Bauglieder. Regelungen und Steuerungen lassen sich längs des Wirkungsweges in Glieder aufteilen.

Bei der gerätetechnischen Betrachtung spricht man von Baugliedern, bei der wirkungsmäßigen Betrachtung von Übertragungsgliedern.

Eingangs- und Ausgangsgröße für allgemeine dynamische Systeme. – Eine Größe, die auf ein System einwirkt, ohne selbst von ihm beeinflusst zu werden, heißt Eingangsgröße  $u$ . Eine nur vom System und seinen Eingangsgrößen beeinflusste und erfassbare Größe eines Systems heißt Ausgangsgröße  $v$ . Sämtliche Eingangsgrößen eines betrachteten Systems bilden den Eingangsvektor  $\underline{u} = (u_1, \dots, u_p)$ , sämtliche Ausgangsgrößen eines betrachteten Systems den Ausgangsvektor  $\underline{v} = (v_1, \dots, v_q)$ .

### Signale

Ein **Signal** ist die Darstellung von Informationen. Die Darstellung erfolgt durch den Wert oder Werteverlauf einer physikalischen Größe, z. B. Spannung, Strom, pneumatischer Druck, Weg usw.

Die Darstellung kann sich auf Übertragung, Verarbeitung und Speicherung von Informationen beziehen.

**Informationsparameter** ist diejenige Kenngröße des Signals, welche die Information trägt.

*Anmerkung:* In der Nachrichtentechnik und Datentechnik ist hierfür auch die Benennung „Signalparameter“ gebräuchlich. Da bei vielen Signalen der Wert der physikalischen Größe zugleich die Kenngröße ist, wird häufig vereinfacht vom „Wert eines Signals“ gesprochen.

Längs der Wirkungswege werden in der Wirkungsrichtung Signale übertragen, verarbeitet und gespeichert. Der Wirkungsweg wird daher auch **Signalflussweg** genannt.

**Eingabesignale** sind diejenigen Signale an einem Übertragungsglied, die die Ausgangssignale an diesem Übertragungsglied steuern.

**Ausgabesignale** sind diejenigen gesteuerten Signale an einem Übertragungsglied, die zur Weiterübertragung oder Weiterverarbeitung in Signalflusswegen benutzt werden.

Jedem Übertragungsglied wird mindestens ein Eingangssignal zugeführt und mindestens ein Ausgangssignal entnommen.

Ein **analoges Signal** ist ein Signal, bei dem einem kontinuierlichen Wertebereich des Signalparameters Punkt für Punkt unterschiedliche Informationen zugeordnet sind.

Ein **digitales Signal** ist ein Signal mit einer endlichen Anzahl von Wertebereichen des Signalparameters, wobei jedem Wertebereich als Ganzem eine bestimmte Information zugeordnet ist. Digitale Signale können auch mehrparametrig sein. Sie werden dann durch bestimmte Kombinationen von Wertebereichen der verschiedenen Signalparameter gebildet.

Eine solche bestimmte Information ist ein Zeichen im Sinne von DIN 44300.

Ein **Binärsignal** (Zweipunktsignal) ist ein einparametriges digitales Signal mit nur zwei Wertebereichen des Signalparameters. Ein **Dreipunktsignal** wird mit drei Wertebereichen des Signalparameters gebildet.

Die Information, die von den Signalen getragen wird, kann sowohl bei analogen als auch bei digitalen Signalen zeitlich (oder bei Speicherung auch örtlich) kontinuierlich oder diskontinuierlich vorliegen (s. Tab. 929.1 und Bild 929.2).

Häufig vorkommende Signalformen der Reglerein- und Reglerausgangsgrößen s. Bild 928.1.

**Regelglieder**

**Zweipunktverhalten** liegt bei Gliedern (Zweipunktgliedern) vor, die zwei Wertebereichen eines Eingangssignals im Beharrungszustand zwei verschiedene Werte des Ausgangssignals zuordnen.

**Mehrpunktverhalten** liegen bei Gliedern (Mehrpunktgliedern) vor, die mehreren Wertebereichen eines Eingangssignals im Beharrungszustand ebenso viele verschiedene Werte des Ausgangssignals zuordnen.

Glieder mit Zweipunkt- oder Mehrpunktverhalten erzeugen im Ausgang eine Amplitudenraasterung (s. Bild 918.1).

**Beispiel** Kontaktgeber auf Wellen und Schlitten, Grenzsinalgeber, Ein- und Ausschalter, Relais, Schütze, Schaltkupplungen, Schaltventile usw. sind Glieder mit Zwei- oder Mehrpunktverhalten.

Ist bei der Änderung eines Eingangssignals das im Beharrungszustand auftretende (geschaltete) Ausgangssignal auch von der Richtung dieser Änderung abhängig, so wird die Differenz der Eingangssignale, bei denen sich jeweils das Ausgangssignal ändert, **Hysterese** genannt (s. Bilder 918.2a und 918.2b).

Durch die Hysterese überlappen sich die genannten Wertebereiche des Eingangssignals.

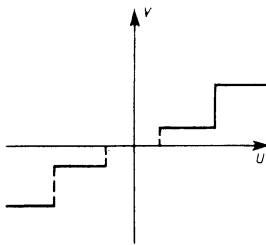


Bild 918.1 Glied mit Mehrpunktverhalten (Amplitudenraasterung)

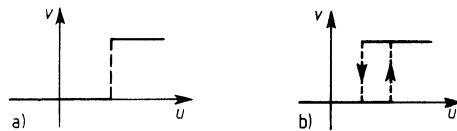


Bild 918.2 Kennlinien von Gliedern mit Zweipunktverhalten  
a) ohne Hysterese  
b) mit Hysterese

**Abtaster** sind unstetig wirkende Glieder, welche das Eingangssignal zu festgelegten Zeitpunkten erfassen (Zeitraasterung) und als eine Folge von Einzelsignalen übertragen (s. Bild 918.3).

Ein **Halteglied** hinter dem Abtaster hält den erfassten Wert bis zur nächsten Abtastung als Ausgangssignal aufrecht (s. Bild 918.4).

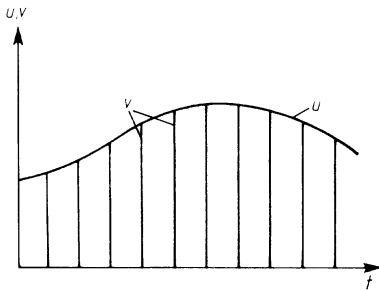


Bild 918.3 Ein- und Ausgangssignal an einem Abtaster

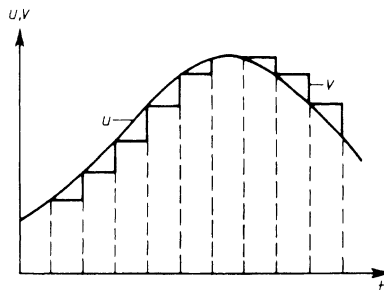


Bild 918.4 Ein- und Ausgangssignal an einem Abtaster mit Halteglied

**Elementare lineare Glieder und ihr Zeitverhalten**

P-Glied, P-Verhalten, Proportionalbeiwert  $K_p$  (P-Beiwert). Glieder mit proportionalem Verhalten (P-Verhalten) heißen P-Glieder (Proportionalglieder).

P-Verhalten (proportionales Verhalten) hat ein Glied, bei dem das Ausgangssignal ohne Verzögerungen oder andere dynamische Wirkungen direkt proportional dem Eingangssignal ist.

Proportionalbeiwert  $K_p$  (P-Beiwert) ist der Quotient aus Ausgangs- und Eingangsgröße.

I-Glied, I-Verhalten, Integrierbeiwert  $K_I$  (I-Beiwert), Anfangswert. Glieder mit integrierendem Verhalten (I-Verhalten) heißen I-Glieder (integrierende Glieder).

I-Verhalten (integrierendes Verhalten) hat ein Glied, dessen Ausgangssignal – abgesehen von einem möglicherweise vorhandenen Anfangswert – ohne andere dynamische Wirkungen proportional dem Integral des Eingangssignals über der Zeit ist.

Beim I-Verhalten steigt die Sprungantwort dauernd zeitproportional an. Dabei ist jedem Wert des Eingangssignals eine bestimmte Änderungsgeschwindigkeit des Ausgangssignals zugeordnet.

Integrierbeiwert  $K_I$  (I-Beiwert) ist der Quotient aus der Ausgangsgröße – abgesehen von einem möglicherweise vorhandenen Anfangswert – und Zeitintegral der Eingangsgröße.

Das Ausgangssignal eines I-Gliedes kann einen Anfangswert haben, der dem durch die Wirkungsweise des Gliedes entstehenden Wert des Ausgangssignals additiv überlagert ist.

D-Glied, D-Verhalten, Differenzierbeiwert  $K_D$  (D-Beiwert). Glieder mit differenzierendem Verhalten (D-Verhalten) heißen D-Glieder (differenzierende Glieder).

D-Verhalten (differenzierendes Verhalten) hat ein Glied, dessen Ausgangssignal ohne andere dynamische Wirkungen proportional der zeitlichen Ableitung des Eingangssignals ist.

Das Ausgangssignal eines Gliedes mit D-Verhalten ist bei konstanter Änderungsgeschwindigkeit des Eingangssignals konstant. Dabei ist jedem Wert des Ausgangssignals eine bestimmte Änderungsgeschwindigkeit des Eingangssignals zugeordnet.

Differenzierbeiwert  $K_D$  (D-Beiwert) ist der Quotient aus Ausgangsgröße und Differenzialquotient der Eingangsgröße.

$T_T$ -Glied, Totzeit  $T_T$ . Ein  $T_T$ -Glied (Totzeitglied) ist ein Glied, bei dem der zeitliche Ablauf des Eingangssignals um die Totzeit  $T_T$  verschoben als Verlauf des Ausgangssignals auftritt, s. Bild 919.1. Eine Sprungfunktion am Eingang eines  $T_T$ -Gliedes tritt somit am Ausgang wieder als die gleiche Sprungfunktion, jedoch um die Totzeit  $T_T$  verspätet auf.

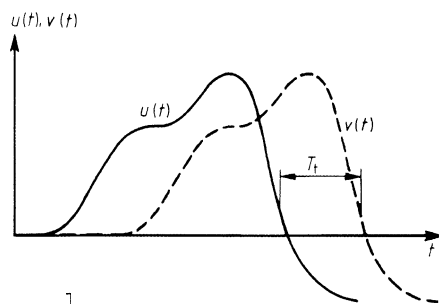


Bild 919.1 Totzeit  $T_T$

Die Kennlinie eines  $T_T$ -Gliedes ist diejenige eines P-Gliedes mit dem P-Beiwert 1. Außer der Totzeit bewirkt das  $T_T$ -Glied keine weitere Verzögerung.

Kennzeichnung elementarer linearer Glieder. Die Glieder können durch eine der folgenden Angaben gekennzeichnet werden:

- Die Übergangsfunktion,
- die Gleichung im Zeitbereich,
- den Frequenzgang,
- die Ortskurve des Frequenzganges,
- den Amplitudengang und Phasengang und die Übergangsfunktion als Sinnbild im Block.

**Additiv zusammengesetzte lineare Glieder.** Glieder mit einem Verhalten, das aus den elementaren Verhaltensweisen (P-Verhalten, I-Verhalten, D-Verhalten) additiv zusammengesetzt ist, heißen entsprechend PI-Glieder oder PID-Glieder.

**Lineare Glieder mit zusätzlichen Verzögerungen.** Treten bei elementaren linearen Gliedern und deren Zusammensetzungen zusätzliche Verzögerungen auf, so kennzeichnet man dies durch das zusätzliche Kurzzeichen  $T_{kz}$ , das den Kurzzeichen P, I, D, PI, PD, PID usw. mit Bindestrich angefügt wird. Der Index  $k$  gibt die Ordnung der Verzögerungen an ( $k = 1, 2, \dots$ ).

**Beispiel** Ein Glied mit PI-Verhalten und zusätzlicher Verzögerung 1. Ordnung ist ein  $PI-T_1$ -Glied.

### Signalumformer oder Messumformer

Ein Signalumformer oder Messumformer ist ein Gerät, welches ein Eingangssignal – gegebenenfalls unter Verwendung einer Hilfsenergie – möglichst eindeutig in ein damit zusammenhängendes Ausgangssignal umformt.

Die physikalische Größe und der Wertebereich des Ausgangssignals müssen den Erfordernissen des nachgeschalteten Baugliedes entsprechen (z. B. Einheitssignal).

Ein **Fühler** erfasst die zu messende Größe direkt und führt sie als geeignete physikalische Größe den anderen Geräten der Einrichtung zu.

Ein **Signalwandler** ist ein Signalumformer ohne Hilfsenergie, der das Eingangssignal in ein physikalisch gleichartiges Ausgangssignal mit einem für die nachfolgenden Glieder geeigneten Wertebereich umformt.

Ein **Signalverstärker** (kurz: Verstärker) ist ein Signalumformer mit Hilfsenergie, der zur Leistungsverstärkung dient.

**Signalumsetzer** sind Signalumformer, deren Eingangssignale und Ausgangssignale unterschiedliche Signalstrukturen aufweisen.

Ein **Analog-Digital-Umsetzer** setzt ein analoges Eingangssignal in ein digitales Ausgangssignal um.

Ein **Digital-Analog-Umsetzer** setzt ein digitales Eingangssignal in ein analoges Ausgangssignal um.

Ein **Code-Umsetzer** setzt das digitale Eingangssignal in einem Code in das digitale Ausgangssignal in einem anderen Code um.

### Hauptgruppen und Kenngrößen von Regeleinrichtungen (Regler)

Bei **Zweipunkt- und Mehrpunkt-Regeleinrichtungen** kann die Stellgröße (unter Vernachlässigung der Schaltübergänge) nur zwei bzw. mehrere verschiedene Werte annehmen.

**Beispiel für Zweipunktregelung:** Eine Temperatur kann dadurch geregelt werden, dass sie mit einem Kontaktthermometer gemessen wird, dessen Kontakt beim Erreichen eines vorgegebenen Wertes der Regelgröße die Heizung über ein Schütz abschaltet.

**Beispiel für Dreipunktregelung:** Temperaturregelung für Kühlung und Heizung mit drei Bereichen der Temperatur, denen die folgenden drei Werte der Stellgröße zugeordnet werden: volle Öffnung des Kühlventils, beide Ventile zu, volle Öffnung des Heizventils.

Bei **stetigen Regeleinrichtungen** (stetig wirkenden Regeleinrichtungen) kann die Stellgröße im Beharrungszustand jeden Wert innerhalb des Stellbereiches annehmen.

Ein stetiger Mittelwert eines unstetigen Stellsignals wird häufig als stetiges Stellsignal angesehen.

Im Folgenden werden nur idealisierte Grundformen einiger weit verbreiteter Regelarten aufgeführt, bei denen vor allem Linearität und Verzögerungsfreiheit vorausgesetzt werden.

Die im Folgenden festgelegten Kennwerte der Regeleinrichtungen  $K_p$ ,  $K_i$ ,  $K_D$  sind vorzeichenbehaftet. Die Gleichungen mit den Kennwerten sind mit der Regeldifferenz  $e$  geschrieben. Bei Benutzung der Regelabweichung  $x_w$  ist ein Ort der Vorzeichenumkehr im Regelkreis zu vereinbaren.

**P-Regler.** Bei dem P-Regler ist jeder Regeldifferenz oder Regelabweichung ein bestimmter Wert der Stellgröße zugeordnet. Diese Zuordnung wird durch die Kennlinie der P-Regeleinrichtung dargestellt (s. Bild 920.1).

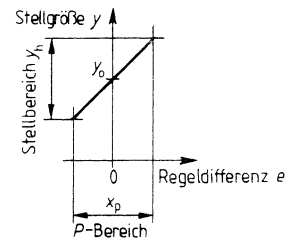


Bild 920.1 Kennlinie einer P-Regeleinrichtung

Die Sprungantwort des P-Reglers ist im Bild 921.1 dargestellt.

Kennwert des P-Reglers. Für die P-Regeleinrichtung gilt die Gleichung:

$$y - y_0 = K_p(w - x) = K_p \cdot e.$$

Der Proportionalbeiwert  $K_p$  ist der Kennwert des P-Reglers.  $y_0$  ist der Wert der Stellgröße bei  $w - x \equiv 0$ .

P-Bereich  $X_p$ . Der P-Bereich  $X_p$  ist der Bereich, um den sich die Regeldifferenz (oder die Regelgröße bei festem Wert der Führungsgröße) ändern muss, um die Stellgröße über den Stellbereich  $Y_h$  zu ändern.

**I-Regler.** Bei dem I-Regler ist jeder Regeldifferenz oder Regelabweichung eine bestimmte Stellgeschwindigkeit zugeordnet. Die Änderung der Stellgröße ist also das Zeitintegral der Regeldifferenz.

Die Sprungantwort des I-Reglers ist im Bild 921.2 dargestellt.

Kennwert des I-Reglers. Für den I-Regler gilt die Gleichung:

$$y - y_0 = K_i \int (w - x) dt = K_i \int e dt \quad \text{oder} \quad \frac{dy}{dt} = K_i(w - x) = K_i \cdot e.$$

Der Integrierbeiwert  $K_i$  ist der Kennwert des I-Reglers.  $y_0$  stellt den Anfangswert der Stellgröße bei  $t = 0$  dar.

Für I-Regler wird häufig unter Bezug der Eingangs- und Ausgangsgrößen auf ihre Bereiche (Normierung) der reziproke Wert von  $K_I$  als Integrierzeit  $T_I$  angegeben. Es gilt:

$$T_I = \frac{Y_h}{K_I \cdot X_{hR}}$$

**D-Regler.** Bei dem D-Regler ist jeder Änderungsgeschwindigkeit (Differenzialquotient nach der Zeit) der Regeldifferenz oder Regelabweichung ein bestimmter Wert der Stellgröße zugeordnet.

Die Anstiegsantwort eines D-Reglers ist im Bild 921.3 dargestellt.

Eine D-Regleinrichtung allein reicht nicht aus, um die Regelgröße  $x$  aufgabengemäß an die Führungsgröße  $w$  anzugleichen.

Kennwert des D-Reglers. Für den Regler gilt die Gleichung:

$$y - y_0 = K_D \frac{d(w - x)}{dt} = K_D \cdot \frac{de}{dt}$$

Der Differenzierbeiwert  $K_D$  ist der Kennwert des Reglers.

Für D-Regler wird häufig unter Bezug der Eingangs- und Ausgangsgrößen auf ihre Bereiche (Normierung) der Wert von  $K_D$  als Differenzierzeit  $T_D$  angegeben. Es gilt:

$$T_D = \frac{K_D \cdot X_{hR}}{Y_h}$$

Die Bilder 921.1 bis 921.3 zeigen Übergangverhalten idealisierter Regler mit einer Kenngröße.

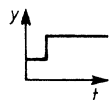
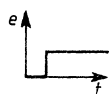


Bild 921.1 Sprungantwort der P-Regleinrichtung

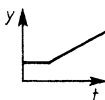
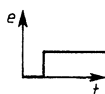


Bild 921.2 Sprungantwort der I-Regleinrichtung

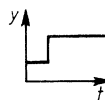
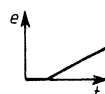


Bild 921.3 Anstiegsantwort der D-Regleinrichtung

**PI-Regler.** Bei PI-Reglern entspricht die Stellgröße einer Addition der Ausgangsgröße eines P- und eines I-Reglers.

Bei der Sprungantwort wird die Stellgröße zunächst ebenso wie bei dem P-Regler geändert. Zusätzlich erfolgt eine weitere Änderung der Stellgröße, die ebenso wie bei dem I-Regler dem Zeitintegral der Regeldifferenz oder Regelabweichung entspricht (Bild 922.1).

Kennwert des PI-Reglers. Der PI-Wert wird beschrieben durch die Gleichung:

$$y - y_0 = K_p(w - x) + K_I \int (w - x) dt$$

oder durch die Gleichung

$$y - y_0 = K_p \left[ (w - x) + \frac{1}{T_n} \int (w - x) dt \right]$$

$K_p$  und  $K_I$  bzw.  $K_p$  und  $T_n$  sind die Kennwerte des PI-Reglers.

Nachstellzeit  $T_n$ . Die Kenngröße  $T_n$  hat die Dimension einer Zeit und wird Nachstellzeit genannt. Ihre Ermittlung aus der Sprungantwort geht aus Bild 922.1 hervor.

Demzufolge ist die Nachstellzeit diejenige Zeit, welche bei der Sprungantwort benötigt wird, um aufgrund der I-Wirkung eine gleichgroße Stellgrößenänderung zu erzielen, wie sie infolge des P-Anteils entsteht.

**PD-Regler.** Bei dem PD-Regler entspricht die Stellgröße einer Addition der Ausgangsgrößen eines P- und eines D-Reglers. Die Anstiegsantwort eines PD-Reglers ist in Bild 922.2 dargestellt.



Kennwert des PD-Reglers. Der PD-Regler wird beschrieben durch die Gleichung:

$$y - y_0 = K_p(w - x) + K_D \frac{d(w - x)}{dt}$$

oder durch die Gleichung

$$y - y_0 = K_p \left[ (w - x) + T_v \frac{d(w - x)}{dt} \right].$$

$K_p$  und  $K_D$  bzw.  $K_p$  und  $T_v$  sind die Kennwerte des PD-Reglers.

Vorhaltzeit  $T_v$ . Die Kenngröße  $T_v$  hat die Dimension einer Zeit und wird Vorhaltzeit genannt. Ihre Ermittlung geht aus Bild 922.2 hervor.

Demzufolge ist die Vorhaltzeit diejenige Zeit, um welche die Anstiegsantwort eines PD-Reglers einen bestimmten Wert der Stellgröße früher erreicht als eines entsprechenden P-Reglers.

**PID-Regler.** Bei dem PID-Regler entspricht die Stellgröße einer Addition der Ausgangsgrößen eines P-, eines I- und eines D-Reglers. Die mathematische Beschreibung sowie Darstellung des Signalflussplanes einer PID-Regleinrichtung s. DIN 19225 (Bild 931.1). Die Sprungantwort einer PID-Regleinrichtung ist im Bild 922.3 dargestellt.

$K_p$ ,  $K_i$  und  $K_D$  bzw.  $K_p$ ,  $T_n$  und  $T_v$  sind die Kennwerte des PID-Reglers.

Die Bilder 922.1 bis 922.3 zeigen Übergangsverhalten von idealisierten Reglern mit mehreren Kenngrößen.

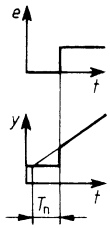


Bild 922.1 Sprungantwort der PI-Regleinrichtung

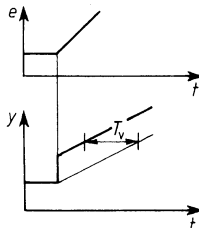


Bild 922.2 Anstiegsantwort der PD-Regleinrichtung

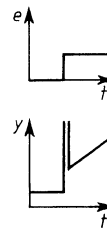


Bild 922.3 Sprungantwort der PID-Regleinrichtung

Bei der **Regleinrichtung mit Störgrößenaufschaltung** wird die Stellgröße zusätzlich von einer oder mehreren Störgrößen her beeinflusst.

Bei einem P-Regler mit Störgrößenaufschaltung kann mit der Störgrößenaufschaltung die durch das P-Verhalten bedingte Regelabweichung vermindert, aufgehoben oder im Vorzeichen umgekehrt werden.

Tabelle 922.4 Unterscheidungsmerkmale für Steuerungen

**Informationsdarstellung**

Analoge Steuerung, Analoge Regelung	Eine innerhalb der Signalverarbeitung mit analogen Signalen arbeitende Steuerung oder Regelung. <i>Anmerkung:</i> Die Signalverarbeitung erfolgt vorwiegend mit kontinuierlich wirkenden Funktionseinheiten.
Digitale Steuerung, Digitale Regelung	Eine innerhalb der Signalverarbeitung mit digitalen Signalen arbeitende Steuerung oder Regelung <i>Anmerkung:</i> Die Signalverarbeitung erfolgt vorwiegend mit digitalen Funktionseinheiten wie Zähler, Register, Speicher, Rechenwerke. Die zu verarbeitenden Informationen sind üblicherweise in einem Binärcode dargestellt.
Binäre Steuerung	Eine innerhalb der Signalverarbeitung mit Binärsignalen arbeitende Steuerung <i>Anmerkung:</i> Die binäre Steuerung verarbeitet binäre Eingangssignale vorwiegend mit Verknüpfungs-, Zeit- und Speichergliedern zu binären Ausgangssignalen.

Fortsetzung s. nächste Seiten

Tabelle 922.4, Fortsetzung

**Signalverarbeitung**

Synchrone Steuerung	Eine Steuerung, bei der die Signalverarbeitung synchron zu einem Taktsignal erfolgt.
Asynchrone Steuerung	Eine ohne Taktsignal arbeitende Steuerung, bei der Signaländerungen nur durch Änderungen der Eingabesignale ausgelöst werden.
Verknüpfungs-Steuerung	Eine Steuerung, die den Signalzuständen der Eingangssignale bestimmte Signalzustände der Ausgangssignale im Sinne Boolescher Verknüpfungen zuordnet. <i>Anmerkung:</i> Bisher hierfür übliche Benennungen wie Parallelsteuerung, Führungssteuerung, Verriegelungssteuerung sind als missverständlich zu vermeiden.
Ablaufsteuerung	Eine Steuerung mit zwangsläufig schrittweisem Ablauf, bei der der Übergang von einem Schritt auf den programmäßig Folgenden abhängig von Weiterschaltbedingungen erfolgt. <i>Anmerkung:</i> Bisher übliche Benennungen wie Programmsteuerung, Taktsteuerung sind als missverständlich zu vermeiden. Zeitgeführte und prozessabhängige Ablaufsteuerungen s. Norm.

**Hierarchischer Aufbau**

Einzelsteuerung	Funktionseinheit zum Steuern eines einzelnen Stellgliedes.
Einzelsteuerungsebene	Gesamtheit aller Teile der Steuereinrichtung, die unmittelbar über die Stellglieder auf den Prozess einwirken.
Gruppensteuerung	Funktionseinheit zum Steuern eines zusammenhängenden Teilprozesses, die den dazugehörigen Einzelsteuerungen übergeordnet ist.
Gruppensteuerungsebene	Gesamtheit aller Gruppensteuerungen
Prozesssteuerung	Funktionseinheit zum Steuern des Gesamtprozesses, die der Gruppensteuerungsebene übergeordnet ist.

**Programmverwirklichung**

Programm einer Steuerung	Die Gesamtheit aller Steuerungsanweisungen und Vereinbarungen für die Signalverarbeitung, durch die eine zu steuernde Anlage (Prozess) aufgabengemäß beeinflusst wird. <i>Anmerkung:</i> Diese Festlegung gilt unabhängig davon, ob die Signalverarbeitung verbindungs- oder speicherprogrammiert ist.								
Speicher einer Steuerung	Eine Funktionseinheit innerhalb einer Steuerung, die das Programm (Programmspeicher) oder andere Daten (Datenspeicher) in digitaler Darstellung aufnimmt und abrufbar aufbewahrt. <i>Anmerkung:</i> In den nachfolgenden Definitionen werden für die verschiedenen Speicherarten folgende Benennungen benutzt: <table style="margin-left: 40px; border: none;"> <tr> <td>Schreib-Lese-Speicher</td> <td>RAM (Random Access Memory)</td> </tr> <tr> <td>Nur-Lese-Speicher (Festwertspeicher)</td> <td>ROM (Read Only Memory)</td> </tr> <tr> <td>a) einmalig programmierbar</td> <td>PROM (Programmable Read Only Memory)</td> </tr> <tr> <td>b) mehrfach programmierbar</td> <td>R PROM (ReProgrammable Read Only Memory)</td> </tr> </table>	Schreib-Lese-Speicher	RAM (Random Access Memory)	Nur-Lese-Speicher (Festwertspeicher)	ROM (Read Only Memory)	a) einmalig programmierbar	PROM (Programmable Read Only Memory)	b) mehrfach programmierbar	R PROM (ReProgrammable Read Only Memory)
Schreib-Lese-Speicher	RAM (Random Access Memory)								
Nur-Lese-Speicher (Festwertspeicher)	ROM (Read Only Memory)								
a) einmalig programmierbar	PROM (Programmable Read Only Memory)								
b) mehrfach programmierbar	R PROM (ReProgrammable Read Only Memory)								
Verbindungsprogrammierte Steuerung	Steuerung, deren Programm durch die Art der Funktionsglieder und durch deren Verbindung vorgegeben wird.								
Freiprogrammierbare Steuerung	Speicherprogrammierbare Steuerung mit Schreib-Lese-Speicher (RAM) als Programmspeicher, dessen gesamter Inhalt ohne mechanischen Eingriff in die Steuereinrichtung auch in beliebig kleinem Umfang verändert werden kann. <i>Anmerkung:</i> Als Schreib-Lese-Speicher werden z. B. Magnetkernspeicher oder Halbleiterspeicher verwendet.								
Austauschprogrammierbare Steuerung mit veränderbarem Speicher	Speicherprogrammierbare Steuerung mit Nur-Lese-Speicher, dessen Inhalt nach der Herstellung programmiert und mehrfach verändert werden kann (R PROM). <i>Anmerkung:</i> Als Nur-Lese-Speicher dieser Art wird z. B. der mit UV-Licht löschbare Halbleiterspeicher verwendet.								

Fortsetzung s. nächste Seite

Tabelle 922.4, Fortsetzung

Austauschprogrammierbare Steuerung mit unveränderbarem Speicher	Speicherprogrammierbare Steuerung mit Nur-Lese-Speicher, der nur einmalig a) bei der Herstellung oder b) nach der Herstellung programmiert werden kann (PROM). <i>Anmerkung</i> Als Nur-Lese-Speicher dieser Art werden z. B. eingesetzt a) Halbleiter-Maskierungsspeicher, Magnetkern-Fädelspeicher b) Halbleiter-Durchbrennspeicher, Lochkarten, Lochstreifen
<b>Signalverarbeitung</b>	
Schaltwerk	Funktionseinheit zum Verarbeiten von Schaltvariablen, bei der die Werte aller Schaltvariablen am Ausgang (Ausgangsvariablen) zu einem bestimmten Zeitpunkt $t_0$ nach Verstreichen der Lauf- und Verzögerungszeiten $\Delta t$ abhängen von den Werten aller Schaltvariablen am Eingang (Eingangsvariablen) zum Zeitpunkt $t_0 - \Delta t$ und zu endlich vielen vorangegangenen Zeitpunkten sowie gegebenenfalls vom Anfangszustand (aus: DIN 44300-5, s. Norm).
Zähler	Schaltwerk, in dem eine Zahl gespeichert ist, zu der abhängig von einer Schaltgröße am Zählereingang eine konstante Zahl, die Zählinheit, addiert wird (aus: DIN 44300-5, s. Norm).
Zustandsgraph eines Schaltwerkes	Grafische Darstellung der aufeinander folgenden Zustände eines Schaltwerkes. Dabei werden die einzelnen Zustände des Schaltwerkes durch Kreise dargestellt, und Linien mit Richtungspfeil kennzeichnen die Überföhrungsfunktion für den Übergang zwischen den einzelnen Zuständen oder von einem Zustand auf sich selbst zurück in Abhängigkeit der anliegenden Eingangsgröße. <i>Anmerkung:</i> Als Zustand bezeichnet man die Werte der Zustandsgrößen zu einem bestimmten Zeitpunkt (s. DIN 19226-1).
Schaltfolgetabelle Automatentafel	Tabellarische Darstellung der aufeinander folgenden Zustände eines Schaltwerkes. Sie gibt für jeden Zustand und jeden Wert der Eingangsgröße den sich daraus ergebenden Folgezustand und den Wert der Ausgangsgröße an. <b>Beispiel</b> Tab. 925.2 zeigt die Schaltfolgetabelle zu dem Zustandsgraph des Warenautomaten nach Bild 925.1.
Ausgabefunktion	Gesamtheit der Zuordnungen, die festlegt, wie sich die Ausgangsgröße aus dem augenblicklichen Zustand und der Eingangsgröße ergibt. <i>Anmerkung 1:</i> Die Ausgabefunktion kann vollständig durch eine Ausgabetafel (Spalte 1, 2 und 4 der Schaltfolgetabelle) beschrieben werden. <i>Anmerkung 2:</i> Derselbe Sachverhalt wird in mathematischer Darstellung durch die Ausgabefunktion $\lambda: U_n \times X_n \rightarrow V_n$ mit dem kartesischen Produkt $U_n \times X_n$ als der Menge aller geordneten Paare der Elemente von $U$ und $X$ dargestellt.
Überföhrungsfunktion	Gesamtheit der Zuordnungen, die festlegt, wie sich der Folgezustand aus dem augenblicklichen Zustand und der Eingangsgröße ergibt. <i>Anmerkung:</i> Die Überföhrungsfunktion kann vollständig durch eine Überföhrungstabelle (die ersten drei Spalten der Schaltfolgetabelle) beschrieben werden.

**Beispiel**

Ein Warenautomat enthält  $k$  Stück Ware im Speicher. Beim Betätigen des Automaten gibt dieser nach Einwurf einer richtigen Münze ein Stück Ware aus. Damit vermindert sich ein Speicherinhalt um 1. Nach Einwurf einer falschen Münze wird kein Stück Ware, sondern die falsche Münze wieder ausgegeben. Ist kein Stück Ware mehr im Speicher, so wird in jedem Fall die Münze wieder ausgegeben.

Für den Zustandsgraph dieses Warenautomaten ist als Zustand die Anzahl  $k$  der Stück Ware im Speicher zu nehmen. Eingangsgröße ist die Eigenschaft „richtig“ oder „falsch“ der Münzen. Ausgangsgröße ist die Ausgabe eines Stückes Ware oder der eingegebenen Münze.

Bild 925.1 zeigt den Zustandsgraph dieses Warenautomaten mit Angabe der Eingangs- und Ausgangsgröße bei den einzelnen Überföhrungen.

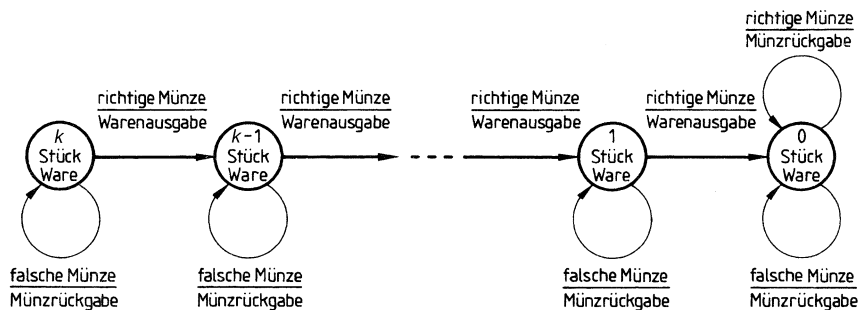


Bild 925.1 Zustandsgraph eines Warenautomaten

Tabelle 925.2 Schaltfolgetabelle eines Warenautomaten mit Zustand und Folgezustand: Anzahl Stück Ware, Eingangsgröße: richtige oder falsche Münze, Ausgangsgröße: Ware oder Münze

Eingangsgröße (Eingabe)	Zustand (Inhalt)	Folgezustand (Inhalt)	Ausgangsgröße (Ausgabe)
richtige Münze	$k$ Stück	$k - 1$ Stück	Ware
	$k - 1$ Stück	$k - 2$ Stück	Ware
	.	.	.
	.	.	.
	1 Stück leer	leer leer	Ware Münze
falsche Münze	$k$ Stück	$k$ Stück	Münze
	$k - 1$ Stück	$k - 1$ Stück	Münze
	.	.	.
	.	.	.
	1 Stück leer	1 Stück leer	Münze Münze

Beim Warenautomaten gibt es die beiden Eingabemöglichkeiten der richtigen und falschen Münze, wodurch der Inhalt  $k$  Stück entweder um 1 reduziert wird oder nicht. Falls der Warenautomat vor der Eingabe leer war, bleibt der leere Zustand unabhängig von der Eingabe erhalten. Diese Menge der Zuordnungen zwischen Zustand, Eingabe und Folgezustand lässt sich in einem Karnaughdiagramm (s. Bild 925.3) zusammenfassend darstellen.

		Eingabe		
		richtige Münze	falsche Münze	
Folgezustand:	Zustand	Inhalt $k$ Stück	Inhalt $k - 1$ Stück	Inhalt $k$ Stück
		leer	leer	leer

Bild 925.3 Karnaughdiagramm zur Überföhrungsfunktion beim Warenautomaten

		Eingabe	
		richtige Münze	falsche Münze
Ausgabe:	Zustand	Ware	Münze
		Münze	Münze

Bild 925.4 Karnaughdiagramm zur Ausgabefunktion beim Warenautomaten

**Anmerkung** Derselbe Sachverhalt wird in mathematischer Darstellung durch die Überföhrungsfunktion  $\lambda : U_n \times X_n \rightarrow X_{n+1}$  mit dem kartesischen Produkt  $U_n \times X_n$  als der Menge aller geordneten Paare der Elemente von  $U$  und  $X$  dargestellt.

Beim Warenautomaten gibt es die beiden Ausgabemöglichkeiten „Ware“ oder „Münze“. Nur bei Eingabe einer richtigen Münze wird Ware ausgegeben, wenn der Inhalt  $k$  Stück mit  $k > 0$  beträgt. Bei leerem Automat oder Eingabe einer falschen Münze wird die Münze wieder ausgegeben (s. Bild 925.4).

**DIN 19225 Messen, Steuern, Regeln – Benennung und Einteilung von Reglern (Dez 1981)**

Die Norm legt die Benennung von Reglern fest, die ein abgeschlossenes Gerät – vorzugsweise einen **Kompaktregler** – darstellen.

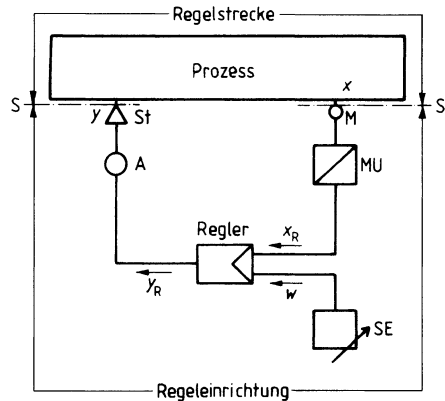
Damit wird eine einheitliche Benennung der verschiedenen Reglertypen in der regelungstechnischen Literatur, leichtere Verständigung zwischen Reglerhersteller und Regleranwender, eindeutigere Kennzeichnung der Reglereigenschaften in Reglerkatalogen, bei Angeboten, in Gerätebeschreibungen (Bedienungsanweisungen) und bei Ordnungssystemen, wie im Literaturdienst, bei der Patentdokumentation und der Ein- und Ausfuhrstatistik angestrebt.

Die im Signalfloss vor vielen Reglern angeordneten Geräte der Regeleinrichtung, wie **Aufnehmer** für die Regelgröße, **Messumformer** usw. sind Messgeräte. Für ihre Benennung gilt die Norm DIN 1319-2 und VDI/VDE-Richtlinie 2600 Blatt 6 (s. Richtlinie).

Für die Benennung der auf der Ausgangsseite der Regler liegenden **Stelleinrichtungen** ist eine getrennte Norm vorgesehen.

Innerhalb einer Regeleinrichtung kann ein Gerät als **Regler** bezeichnet werden, wenn es mehrere Aufgaben der Regeleinrichtung zusammenfasst. Der Regler muss jedoch den **Vergleicher** sowie mindestens ein weiteres, wesentliches Bauglied, z. B. Verstärker oder Zeitglieder, enthalten.

Der Regler ist also nach diesen Definitionen ein **Ausschnitt** aus der Regeleinrichtung. Diese umfasst neben dem Regler meist noch den Aufnehmer, den Messumformer und ein Stellgerät (z. B. ein Stellventil). In Bild 926.1 ist dieser Sachverhalt dargestellt.



- M Regelgrößenaufnehmer
- MU Messumformer
- SE Sollwertesteller
- A Stellantrieb
- St Stellglied
- S Schnittstellen
- x Regelgröße
- y Stellgröße
- w Führungsgröße
- $x_R$  Reglereingangsgröße
- $y_R$  Reglerausgangsgröße

Bild 926.1 Der Regler als Teil der Regeleinrichtung

Die Norm unterscheidet folgende **Benennungsweisen**:

**Allgemeine Reglerbenennung**

- Benennung nach den **Aufgaben** der Regler
- Benennung nach den **Eigenschaften** der Regler

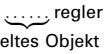
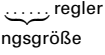
**Benennung nach den Aufgaben der Regler**

Tabelle 926.2 Aufgabenbezogene Benennungen

Benennung	Bemerkungen
<p>nach <b>Art der Regelgröße</b></p> <p><b>Beispiel</b>    Temperaturregler                      Durchflussregler                      Drehzahlregler                      Spannungsregler                      Lageregler</p>	<p>Dem Wort „Regler“ wird ein die <b>Regelgröße</b> kennzeichnendes Wort ohne Bindestrich nach folgendem Schema vorangesetzt:</p> <p style="text-align: center;">.....regler                      Regelgröße</p> <p><i>Anmerkung:</i> Eine Benennung des Reglers nach der <b>Stellgröße</b>, z. B. „Einspritzregler“ sollte vermieden werden.</p>
<p>nach einer <b>speziellen Regelaufgabe</b></p> <p><b>Beispiel</b>    Gleichlauf-Regler                      Verhältnisregler                      Grenzwertregler</p> <p><b>Beispiel</b>    Gleichlauf-Drehzahlregler                      Durchfluss-Verhältnisregler                      Grenzwert-Temperaturregler</p>	<p>Dem Wort „Regler“ ist das die <b>Regelaufgabe</b> kennzeichnende Wort ohne Bindestrich voranzusetzen:</p> <p style="text-align: center;">.....regler                      Regelaufgabe</p> <p>Vielfach wird zusätzlich noch die Regelgröße hinzugefügt.</p>

Fortsetzung s. nächste Seite

Tabelle 926.2, Fortsetzung

Benennung	Bemerkungen
nach dem <b>geregelten Objekt</b> <b>Beispiel</b> Heizungsregler Turbinenregler Flugregler	Dem Wort „Regler“ ist das kennzeichnende Wort für das geregelte Objekt ohne Bindestrich voranzusetzen:  Hierbei handelt es sich häufig um die Regelung mehrerer miteinander verknüpfter Regelgrößen an einem geregelten Objekt (z. B. Flugregler)
entsprechend der <b>Führungsgröße</b> <b>Beispiel</b> Festwertregler Folgeregler Führungsregler Zeitplanregler	Dem Wort „Regler“ ist das die Führungsgröße kennzeichnende Wort ohne Bindestrich voranzusetzen:  Führungsgröße ist fest eingestellt bzw. innerhalb des Führungsbereiches einstellbar. Führungsgröße, der die Regelgröße folgen soll, wird mit der Zeit veränderlich, von außen vorgegeben. Gibt die Führungsgröße für einen oder mehrere Folgeregler vor (Kaskadenregelung). Führungsgröße wird nach einem Zeitplan vorgegeben.

### Benennung nach den Eigenschaften der Regler

Tabelle 927.1 Eigenschaftsbezogene Benennungsgesichtspunkte

Benennungsgesichtspunkte	Beispiele
Signalform von Eingangs- und Ausgangsgröße des Reglers	Analoge Regler, digitale Regler
Werteverlauf der Reglerausgangsgröße	Stetige Regler, unstetige Regler
Übertragungsverhalten des Reglers	P-, I-, PI-Regler, Zweipunktregler, Dreipunktregler
Arten digitaler Regler	Digital-inkrementale Regler, digitale Abtastregler
Verwendungsmöglichkeit	Einzweckregler, Mehrzweckregler, Einheitssignal-Regler
Art der Hilfsenergie	ohne, elektrische, pneumatische, hydraulische, elektro/pneumatische Hilfsenergie
Konstruktiver Aufbau	Kompaktregler, Bausteinregler, Einschubregler
Aufstellungsort	Feldregler, Wartenregler
Charakteristische Bauteile	Bimetall-Temperaturregler, Thyristor-Spannungsregler, Messwerkregler, Elektronischer Regler

### Benennung nach der Signalform der Reglereingangs- und Reglerausgangsgrößen

Nur in seltenen Fällen ist die Reglereingangsgröße die Regelgröße  $x$ . Meist finden zwischen Regelgröße und Reglereingangsgröße mehrere **Signalumformungen** statt.

Auch die Reglerausgangsgröße ist nur in wenigen Fällen die unmittelbar an der Regelstrecke angreifende Stellgröße  $y$ . Auch hier erfolgen zwischen Reglerausgangsgröße und Stellgröße meist ein oder mehrere Signalumformungen.

Tabelle 927.2 Ein- und Ausgangsgrößen des Reglers, Benennungen

Benennung	Bemerkungen
<b>Reglereingangsgröße <math>x_R</math></b>	Am Reglereingang anliegende Größe. Zur Unterscheidung von der Regelgröße wird sie mit einem tiefergestellten „R“ (Regler) versehen.
<b>Reglerausgangsgröße <math>y_R</math></b>	Vom Reglerausgang abgegebene Größe. Zur Unterscheidung von der Stellgröße wird sie mit einem tiefergestellten „R“ (Regler) versehen.

Die Reglereingangs- und Reglerausgangsgrößen können einen sehr verschiedenartigen zeitlichen Verlauf, d. h. unterschiedliche Signalformen aufweisen. Bild 928.1 zeigt häufig vorkommende Signalformen der Reglereingangs- und Reglerausgangsgrößen.

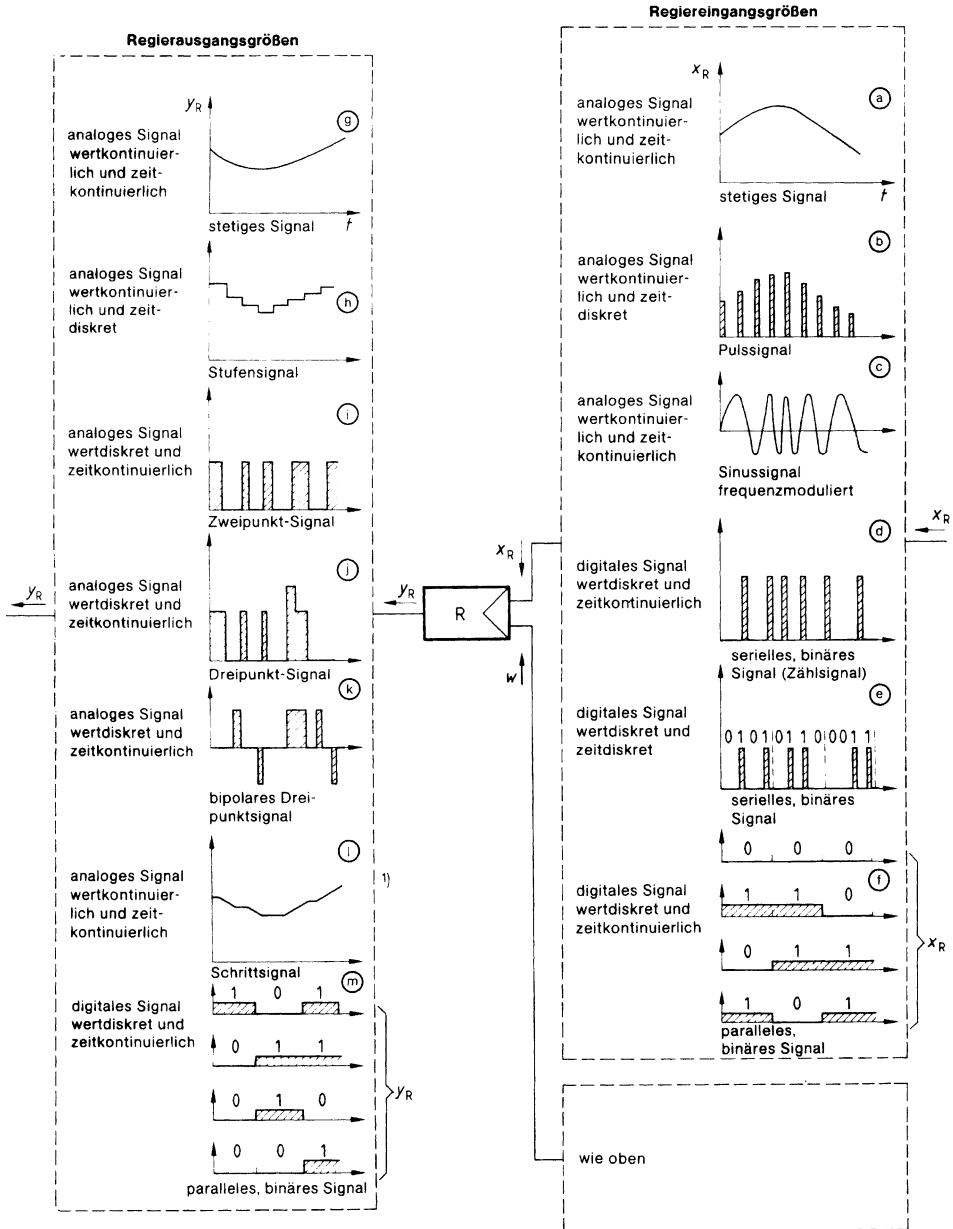


Bild 928.1 Häufig vorkommende Signalformen der Reglereingangs- und Reglerausgangsgrößen

Tabelle 929.1 Klassifizierung der Signalformen, Benennungen

Benennung	Bemerkungen
<b>Wertkontinuierlich</b>	Der Signalparameter kann <b>alle Werte eines Intervalls</b> annehmen. Beispielsweise alle Spannungswerte zwischen einem negativen und positiven Höchstwert ( $-10\text{ V}$ bis $+10\text{ V}$ ), wenn die Spannung der Signalparameter ist.
<b>Wertdiskret</b>	Der Signalparameter, z. B. eine Gleichspannung, kann nur <b>bestimmte diskrete Werte</b> (oder nicht sich überlappende Wertebereiche) annehmen.
<b>Zeitkontinuierlich</b>	Der Signalparameter, z. B. die Signalspannung, ist <b>in jedem beliebigen Zeitpunkt</b> der Dauer des Signals definiert.
<b>Zeitdiskret</b>	Der Signalparameter ist nur zu ganz <b>bestimmten diskreten Zeitpunkten</b> (oder einer Folge von diskreten Zeitintervallen) definiert.

Demnach sind vier Arten der Signalform möglich (s. Bild 929.2):

- wertkontinuierlich und zeitkontinuierlich
- wertdiskret und zeitkontinuierlich
- wertkontinuierlich und zeitdiskret
- wertdiskret und zeitdiskret

Signalparameter ist diejenige Kenngröße des Signals, welche die Information trägt. Beispielsweise ist bei einem kontinuierlichen Gleichspannungssignal die Spannung der Signalparameter. Bei einem frequenzmodulierten Wechselspannungssignal ist die Frequenz der Signalparameter.

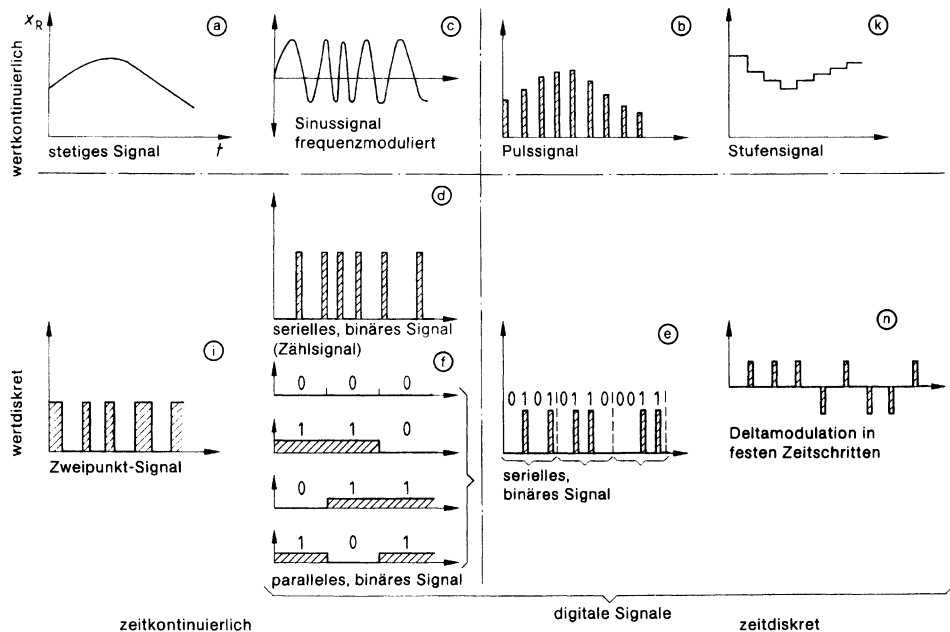


Bild 929.2 Signalformen nach „kontinuierlich“ und „diskret“ zeit- und wertmäßig geordnet

**Einteilung und Benennung nach dem Übertragungsverhalten der Regler**

**Übertragungsverhalten.** Das Übertragungsverhalten eines dynamischen Systems (Reglers) ist nach DIN 19226-2 (s. Norm) die eindeutige Zuordnung der Eingangs- zu den Ausgangsgrößen. Diese Zuordnung kann beispielsweise durch Gleichungen, durch Kennlinien oder durch Sprungantworten, bei linearen Systemen auch durch eine Übergangsfunktion, festgelegt sein.

Nach DIN 66201-1 (s. Norm) ist der Regelalgorithmus eine Vorschrift zur Berechnung der Werte einer oder mehrerer Stellgrößen aus den Werten einer oder mehrerer Regeldifferenzen. Die zwischen den Reglereingangs- und Reglerausgangsgrößen gültige Rechenvorschrift wird im Folgenden Regelalgorithmus genannt.

Die Benennung der Regler nach ihrem Übertragungsverhalten geht aus Tab. 930.1 hervor.



Tabelle 930.1 Einteilung und Benennung der Regler bezogen auf Übertragungsverhalten

Analoge Regler					Digitale Regler			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Reglerbenennung	Stetige Regler	Unstetige Regler (ohne Rückführung)	Stetig-ähnliche Regler (unstetige Regler mit Rückführung)	Analoge Abtastregler	Digital-inkrementale Regler	Digital-parallel-codierte Regler	Digital-seriell-codierte Regler	Digitale Abtastregler; Rechnerregelung (DDC)
Signalform der Eingangsgröße	wertkontinuierlich und zeitkontinuierlich	wertkontinuierlich und zeitkontinuierlich	wertkontinuierlich und zeitkontinuierlich	wertkontinuierlich und zeitkontinuierlich auch wertkontinuierlich und zeitdiskret	wertdiskret und zeitkontinuierlich	wertdiskret und zeitkontinuierlich	wertdiskret und zeitdiskret	wertkontinuierlich und zeitkontinuierlich auch andere Signalverläufe
Signalform der Ausgangsgröße	wertkontinuierlich und zeitkontinuierlich	wertdiskret und zeitkontinuierlich	wertdiskret und zeitkontinuierlich	wertdiskret und zeitdiskret auch wertkontinuierlich und zeitdiskret	Je nach Reglerbauart: wertkontinuierlich } z. B. wertkontinuierlich } z. B. Motorverstellung zeitkontinuierlich } Gleichstromzeitdiskret wertdiskret } z. B. Gleichstromimpulse als Stell-schritte } z. B. Fernübertragung Delta-Modulation zeitkontinuierlich } wertdiskretzeitdiskret			
Übertragungsverhalten	P-Regler I-Regler PI-Regler PD-Regler PID-Regler	2-Pkt-Regler 3-Pkt-Regler Mehrpunktregler Bipolarer Dreipunktregler	2-Pkt-PD-Regler 2-Pkt-PID-Regler 3-Pkt-Schrittregler	je nach Algorithmus Abtastregler mit endlicher Ausregelzeit	P-Regler I-Regler	I-Regler	Je nach Regelalgorithmus	PID-Stellungsalgorithmus PID-Geschw.-Algorithmus Spezielle Algorithmen

Definitionen s. Norm

**Benennungen idealisierter und realer stetiger Regler nach ihrem Regelalgorithmus.** Bei stetigen Reglern wird die Regeldifferenz  $e = w - x_R$  mit der Ausgangssignaländerung  $y_R - y_{R0}$  durch eine Rechenvorschrift, den Regelalgorithmus verknüpft.

Der Regelalgorithmus für einen idealisierten stetigen Regler mit ebenfalls idealisiert wirkenden Proportional-, Integral- und Differenzialanteilen heißt PID-Algorithmus und lautet:

$$y_R - y_{R0} = \underbrace{K_p e}_{\text{P-Anteil}} + \underbrace{K_i \int_0^t e \, dt}_{\text{I-Anteil}} + \underbrace{K_D \frac{de}{dt}}_{\text{D-Anteil}}$$

Darin sind:

$K_p$  Proportionalbeiwert

$K_i$  Integrierbeiwert

$K_D$  Differenzierbeiwert

die Regelparameter. Die Gleichung lässt sich durch einen Signalfussplan, s. Bild 931.1, darstellen:

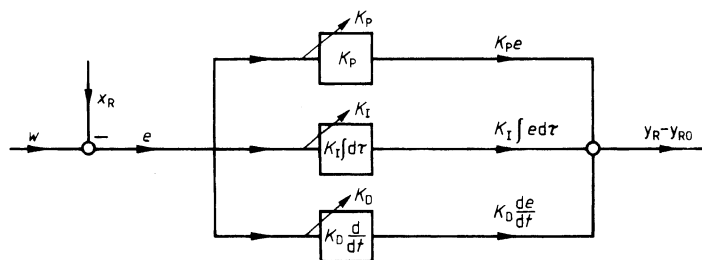


Bild 931.1 Signalfussplan des idealisierten PID-Reglers in Parallelstruktur

mit

$$T_n = \frac{K_p}{K_i} \text{ Nachstellzeit}$$

$$T_v = \frac{K_D}{K_p} \text{ Vorhaltzeit}$$

kann die vorgenannte Gleichung auch geschrieben werden:

$$y_R - y_{R0} = K_p \left( e + \frac{1}{T_n} \int_0^t e \, d\tau + T_v \frac{de}{dt} \right)$$

Dieser Schreibweise entspricht ein Regler, bei dem auf alle 3 Anteile der Proportionalbeiwert nach dem Signalfussplan wirkt und neben  $K_p$  die Zeiten  $T_n$  und  $T_v$  als Reglerparameter unabhängig einstellbar sind (Bild 931.2).

Bei gleich bleibender Regeldifferenz  $e$  wird durch das Integrierglied während der Zeit  $T_n$  die Ausgangssignaländerung um den gleichen Betrag „nachgestellt“, die sie durch das Proportionalglied bereits hat.

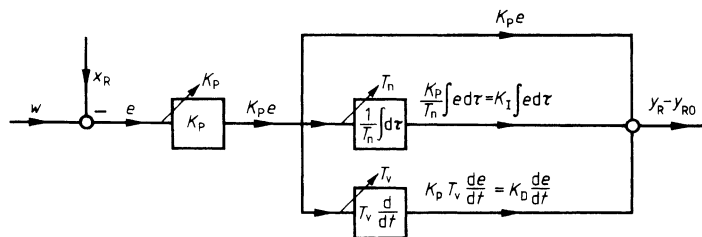


Bild 931.2 Signalfussplan eines idealisierten PID-Reglers mit unabhängiger  $K_p$ ,  $T_n$ - und  $T_v$ -Einstellung

Bei gleich bleibender Regeldifferenzänderung  $\frac{de}{dt}$  erreicht durch das Differenzierglied die Ausgangssignaländerung ihren Wert um die Zeit  $T_v$  früher als durch das Proportionalglied allein; gegenüber ihr wird also ein „Vorhalt“ erzeugt. Beide Strukturen (931.1 und 931.2) stimmen im Regelalgorithmus überein, unterschiedlich sind die Reglerparameter.

**Reale stetige Regler**, die vielfach auch Reihenstrukturen aufweisen, unterscheiden sich von den idealisierten stetigen Reglern aufgrund ihrer praktischen Ausführung durch Begrenzungen, zusätzliche innere Verzögerungen und andere Strukturen. Häufig bilden Rückführungen den Regelalgorithmus. Dabei können **Abhängigkeitsfunktionen** zwischen den Einstellwerten und den aktuellen Reglerparametern auftreten, die zu einer gegenseitigen Beeinflussung führen und unabhängige Einstellung der Reglerparameter ausschließen. Für bestimmte Anwendungsfälle wird auch  $dx_R/dt$  verwendet.

Je nachdem, welche Anteile (P-, I-, D-) gerätetäufig ausreichend realisiert und miteinander kombiniert sind, ergeben sich die in Tab. 930.1 aufgeführten Reglerbenennungen.

Die angeführten Regler sind in Tab. 930.1 in dem zweiten Block in der Zeile Übertragungsverhalten zu finden.

Weitere Einteilungen und Begriffe s. Norm.

Tabelle 932.1 Regelalgorithmusbezogene Benennungen

Benennung		Bemerkung
<b>Proportional wirkender Regler</b>	abgekürzt <b>P-Regler</b>	Regler nur mit <b>P-Anteil</b> im Regelalgorithmus
<b>Integral wirkender Regler</b>	<b>I-Regler</b>	Regler nur mit <b>I-Anteil</b> im Regelalgorithmus
<b>Proportional-Integral wirkender Regler</b>	<b>PI-Regler</b>	Regler mit <b>P- und I-Anteil</b> im Regelalgorithmus
<b>Proportional-Differential wirkender Regler</b>	<b>PD-Regler</b>	Regler mit <b>P- und D-Anteil</b> im Regelalgorithmus
<b>Proportional-Integral-Differential wirkender Regler</b>	<b>PID-Regler</b>	Regler mit <b>P-, I- und D-Anteil</b> im Regelalgorithmus

**Normen der Reihe DIN EN 61131 Speicherprogrammierbare Steuerungen**

Die Normen der Reihe DIN EN 61131 behandeln verschiedene Aspekte des Produktes Speicherprogrammierbare Steuerungen. Sie gelten für Speicherprogrammierbare Steuerungen und zugehörige Peripheriegeräte, wie z. B. Programmier- und Diagnosewerkzeuge, Prüfeinrichtungen und Mensch-Maschine-Schnittstellen. Andere gebräuchliche Benennungen für Speicherprogrammierbare Steuerungen sind: SPS, Programmable Logic Controller und PLC sowie in der IEC-Norm Programmable Controller oder PC.

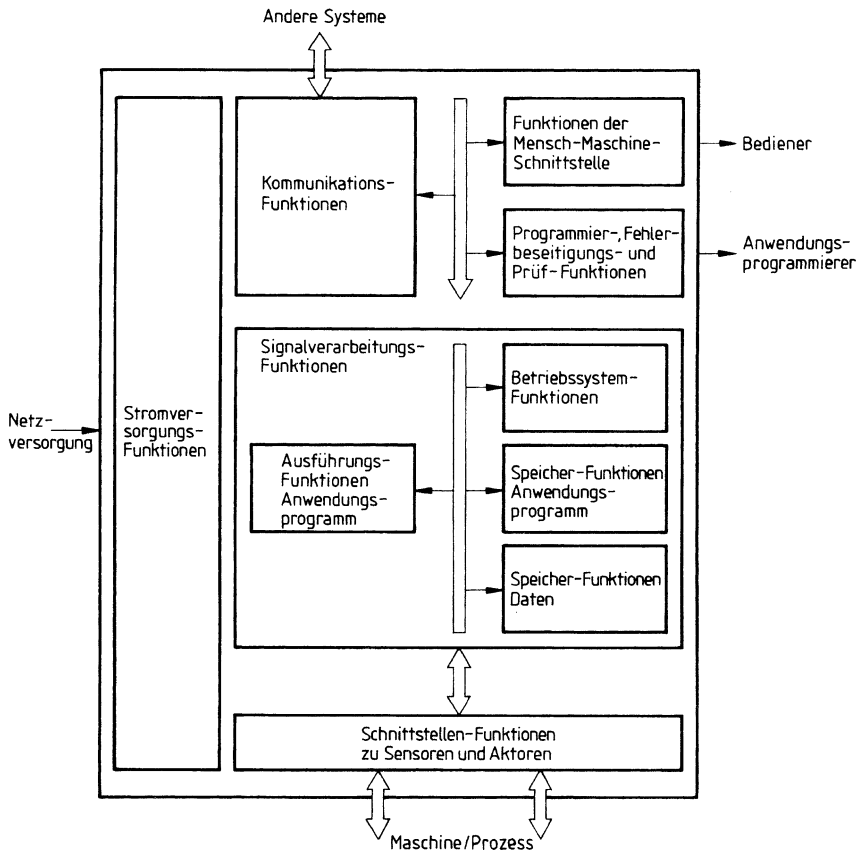
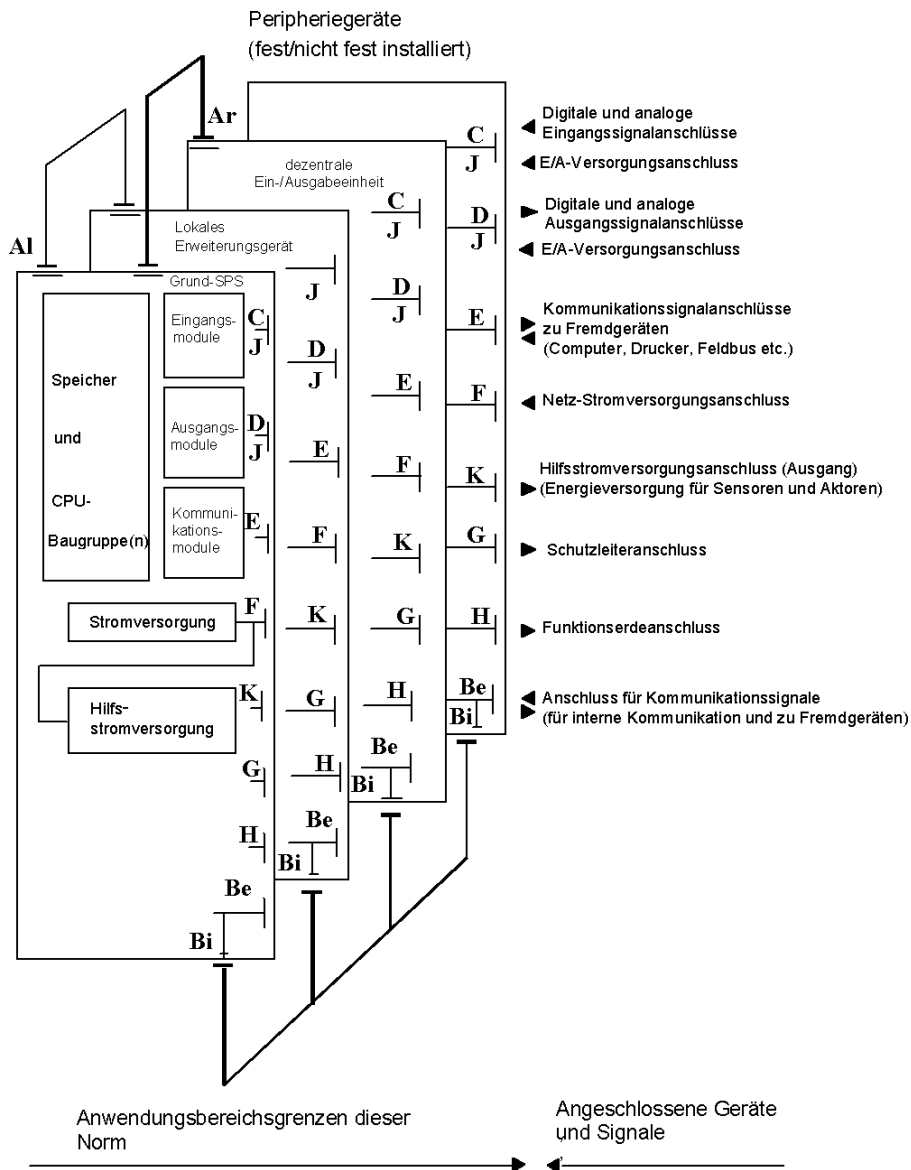


Bild 932.2 Grundlegende funktionelle Struktur eines SPS-Systems



- Ai Kommunikationsschnittstelle für lokale Ein-/Ausgabe-Erweiterungsgeräte
- Ar Kommunikationsschnittstelle für dezentrale Ein-/Ausgabeeinheiten
- Be Offene Kommunikationsschnittstelle, auch offen zu Fremdgeräten (z. B. Personal Computer als Programmiergerät)
- Bi Interne Kommunikationsschnittstelle für Peripheriebaugruppen
- C Schnittstelle für digitale und analoge Eingangssignale
- D Schnittstelle für digitale und analoge Ausgangssignale
- E Serielle oder parallele Kommunikationsschnittstelle für Datenkommunikation mit Fremdgeräten
- F Schnittstelle für Netz-Stromversorgung
- G Schnittstelle für Schutzleiter
- H Schnittstelle für Funktionserdung
- J E/A-Schnittstelle zur Stromversorgung von Sensoren und Aktoren
- K Schnittstelle für Hilfsspannungsausgang

Bild 933.1 Typisches Schnittstellen-Diagramm eines Speicherprogrammierbaren Steuerungssystems

**DIN EN 61131-1 Speicherprogrammierbare Steuerungen – Teil 1: Allgemeine Informationen (Mrz 2004)**

Dieser Teil enthält grundlegende Modelle sowie Begriffe, die für die weiteren Normen dieser Reihe von Bedeutung sind (s. Norm). Die grundlegende funktionale Struktur eines speicherprogrammierbaren Steuerungssystems (SPS-Systems) gibt Bild 932.2 wieder.

Dieses Modell sowie die Definition des SPS-Begriffs sind dabei so weit gefasst, dass auch die heutige „Soft-SPS“, d. h. ein industrieller Personal-Computer mit SPS-Funktionalität, hierauf abgebildet werden kann.

**DIN EN 61131-2 (VDE 0411-500) Speicherprogrammierbare Steuerungen – Teil 2: Betriebsmittelanforderungen und Prüfungen (Mrz 2004)**

In DIN EN 61131-2 (VDE 0411-500) werden die Anforderungen behandelt, die an die Hardware von SPS gestellt werden. Hierunter fallen auch Anforderungen an die elektrische Sicherheit und die elektromagnetische Verträglichkeit, sodass diese Norm eine harmonisierende Norm im Sinne der Niederspannungs- und EMV-Richtlinie der Europäischen Union (2006/95/EG und 2004/108/EG) ist. Ein typisches Schnittstellendiagramm, das „Hardwaremodell“ der SPS, gibt Bild 933.1 wieder.

**DIN EN 61131-3 Speicherprogrammierbare Steuerungen – Teil 3: Programmiersprachen (Dez 2003)**

Das Softwaremodell der DIN EN 61131-3 (Bild 934.1) zeigt die einzelnen Programmorganisationselemente und ihre Beziehungen zueinander:

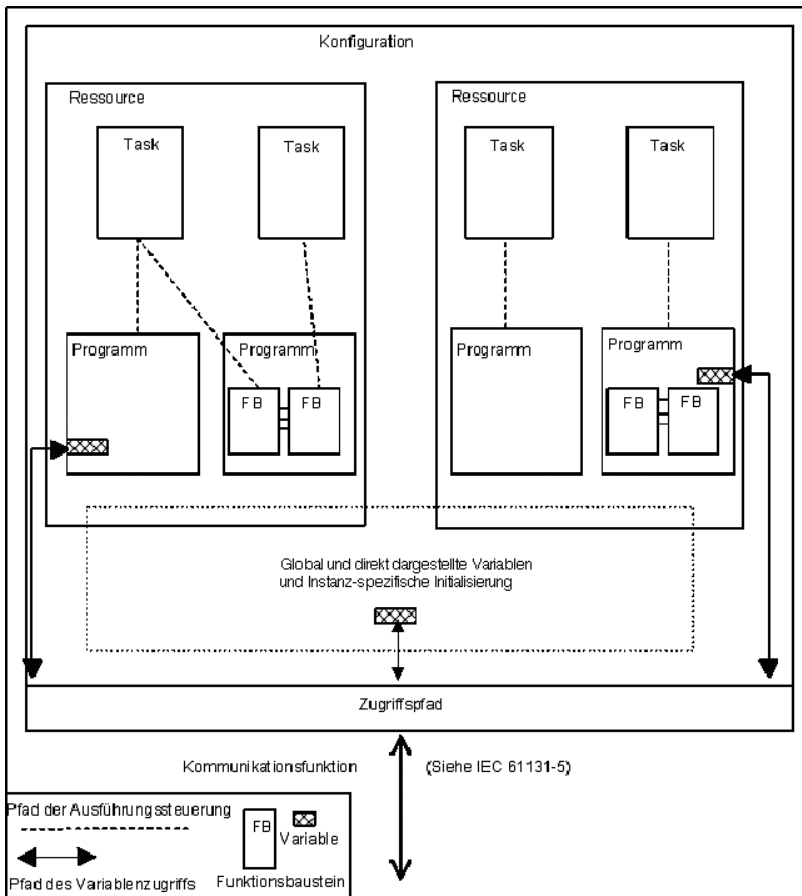
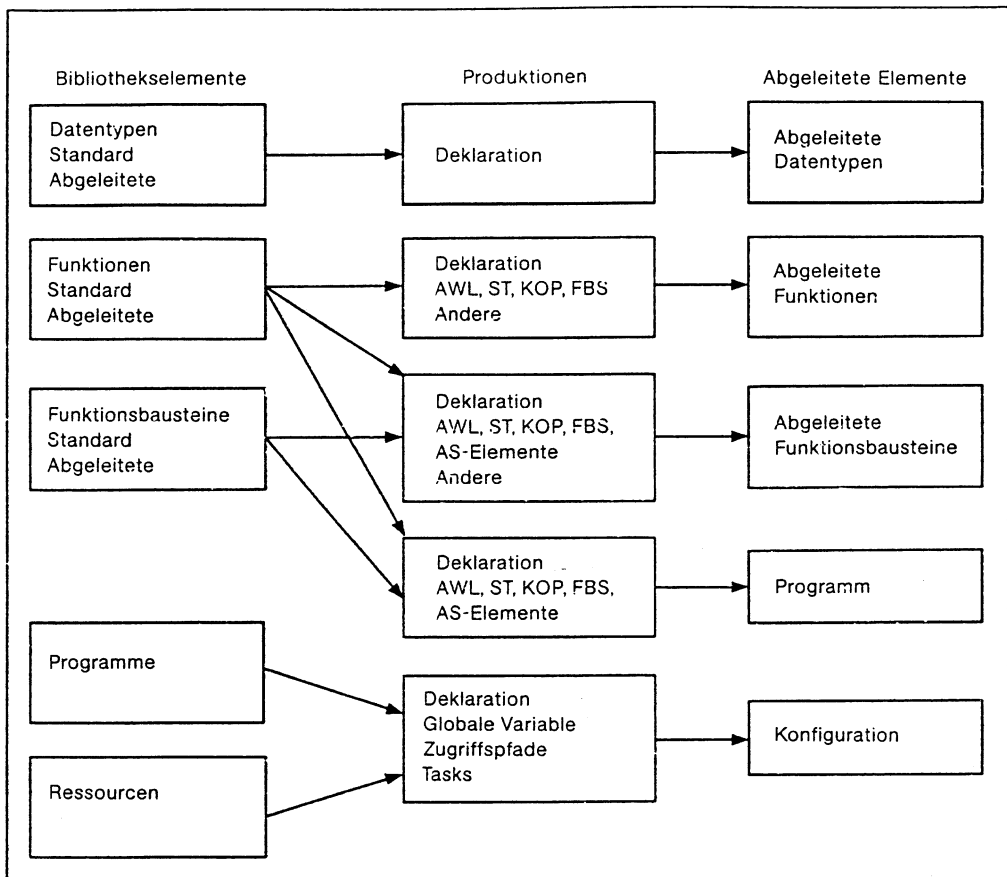


Bild 934.1 Software-Modell

Die Konfiguration dient zur Darstellung der Abläufe in einem SPS-System, sofern dieses eine Multi-processorarchitektur aufweist. Andernfalls ist sie nicht relevant, sondern fällt mit der Ressource zusammen. Die Ressource ist dazu vorgesehen darzustellen, was mit Hilfe einer CPU in einer SPS abläuft. Die Benennung „Hauptverarbeitungseinheit“ = „MPU, Main Processing Unit“ in der Normenreihe DIN EN 61131 umfasst dabei die CPU *und* die Peripherie, also praktisch das Haupttrack einer üblichen SPS. Die Task dient zur Darstellung der Steuerung konkurrierender Programme, gewöhnlich mit Hilfe von Interrupts.

An gemeinsamen Elementen, die für alle festgelegten Programmiersprachen gelten, legt DIN EN 61131-3 u. a. fest:

- Zeichen, basierend auf dem ISO/IEC 646 8-bit-Zeichensatz, eine Einschränkung, die heute eigentlich nicht mehr notwendig ist;
- die Darstellung von Konstanten und Variablen und zugehöriger Regeln;
- Datentypen zur Deklaration von Variablen. Dies ist eine der Softwaretechniken, die durch DIN EN 61131-3 zur Erhöhung der Programmiersicherheit in die SPS-Programmierung eingeführt wurden;
- die Programmorganisationseinheiten Funktion, Funktionsbaustein (Function Block) und Schrittketten in Ablaufsprache (Sequential Function Charts).



KOP (Kontaktplan), FBS (Funktionsbaustein-Sprache), AWL (Anweisungsliste), ST (Strukturierter Text), Andere (Andere Programmiersprachen)

Bild 935.1 Kombination der SPS-Sprachelemente

Folgende Programmiersprachen sind durch diese Norm festgelegt:

- Anweisungsliste AWL (Instruction List), entspricht praktisch einer Assemblersprache,
- Strukturierter Text ST (Structured Text), als Hochsprache, vergleichbar mit PASCAL,
- der Kontaktplan KOP (Ladder Diagramm); diese Programmierart wird traditionell in Nordamerika verwendet,
- Funktionsbausteinsprache FBS, die die logische Verschaltung von Funktionsbausteinen wiedergibt,
- als fünfte Sprache wird in der Literatur gewöhnlich die oben erwähnte Ablaufsprache (Sequential Function Chart) bezeichnet, obwohl die Norm sie als Programmorganisationseinheit einführt.

Bild 935.1 zeigt die Kombination der diversen SPS-Sprachelemente.

#### DIN EN 61131-5 Speicherprogrammierbare Steuerungen – Teil 5: Kommunikation (Nov 2001)

Teil 5 legt die Kommunikation der Speicherprogrammierbaren Steuerungen fest. Er legt vom Standpunkt einer SPS aus fest, wie ein beliebiges Gerät mit einer SPS, die als Server auftritt, kommunizieren kann und wie eine SPS mit einem beliebigen anderen Gerät kommunizieren kann. Im Einzelnen definiert er, wie sich eine SPS verhält, wenn sie im Auftrag eines anderen Geräts Dienste erbringt, und welche Dienste eine SPS aus ihrem Anwendungsprogramm heraus von anderen Geräten (inklusive anderer SPS) anfordern kann. Es ist nicht beabsichtigt festzulegen, wie andere Geräte untereinander kommunizieren können, wenn diese eine SPS als Router oder Gateway nutzen. Das Verhalten einer SPS als Client der Server der Kommunikation ist unabhängig von einem speziellen unterlagerten Kommunikationssystem festgelegt, aber die Kommunikations-Funktionalität darf von den Möglichkeiten des verwendeten unterlagerten Kommunikationssystems abhängen.

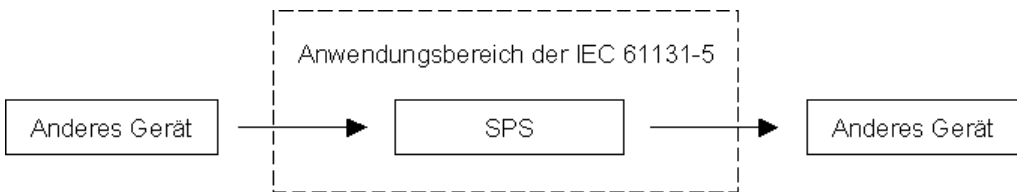


Bild 936.1 Anwendungsbereich dieser Norm

# 20 Mathematik, Physik

Bearbeitet von M. Kaufmann

Die Normung hat für die sich immer weiter entwickelnden internationalen Kooperationen in Wissenschaft, Technik und Produktion sowie für den stetig steigenden Austausch von Daten und Informationen mit dem „Internationalen Einheitensystem“ eine Grundvoraussetzung für eine sichere Verständigung geschaffen.

Diese Grundlagen werden zur Zeit mit Normen der Reihe ISO 80000 bzw. IEC 80000 „Größen und Einheiten“ für die Bereiche Festkörperphysik, Thermodynamik, Licht, Akustik, physikalische Chemie und Molekularphysik, Atom- und Kernphysik, Elektromagnetismus, Informationswissenschaft und -technik, mathematische Zeichen für Naturwissenschaft und Technik und Kenngrößen der Dimension 1 ausgebaut.

Der Normenausschuss **NA 152 Technische Grundlagen (NATG)** ist mit seinem Fachbereich Einheiten und Formelgrößen (AEF) und weiteren Gremien des DIN das nationale Spiegelgremium der internationalen Aktivitäten (s. [www.natg.din.de](http://www.natg.din.de)).

## 20.1 Physikalische Größen, Einheiten und Formelzeichen<sup>1)</sup>

### DIN 1313 Größen (Dez 1998)

Diese Norm enthält grundlegende Festlegungen für Größen und damit zusammenhängende Begriffe. Diese sind für den allgemeinen Gebrauch bei der qualitativen Beschreibung naturgesetzlicher Erscheinungen in den verschiedenen Gebieten von Naturwissenschaft und Technik vorgesehen.

**Merkmal:** Systematischer Oberbegriff für den Begriff der Größe. Der Größenbegriff ist also ein Spezialfall des allgemeineren Merkmalbegriffes.

**Skalare Größe:** Merkmal, für das zu je zwei Merkmalswerten ein Verhältnis gebildet werden kann, das eine reelle Zahl ist.

**Beispiele** Länge, Kurvenlänge, Wellenlänge, Durchmesser, Umfang, Volumen, Volumenkonzentration, Dauer, Halbwertszeit, Geschwindigkeit, Masse, Massendefekt, Einwohnerzahl, Anzahl.

Merkmalwerte, für die reellwertige Verhältnisse definiert sind, werden auch als Skalare bezeichnet, so dass eine Größe ein Merkmal ist, dessen Merkmalswerte Skalare sind.

**Träger:** Objekt, dem die Größe in genau einer Erscheinungsform zukommt.

**Beispiele** Ein ausgewählter Stab, ein vorliegender Draht, eine elektromagnetische Welle.

Träger kann z. B. ein Körper, ein Stoff, Vorgang, Zustand oder eine Kombination solcher Objekte sein.

**Größenwert:** Ein der Erscheinungsform der Größe zugeordneter Wert.

**Beispiele** 15 m – 3,7 V, Lichtgeschwindigkeit im Vakuum, Ruhemasse des Elektrons.

**Spezielle Größe:** Größe, eingeschränkt auf einen Träger.

Zu einer speziellen Größe gehört ein eindeutig bestimmter Größenwert. Verschiedene spezielle Größen können denselben Größenwert haben. In Berechnungen geht der Größenwert der speziellen Größe ein.

**Messverfahren für eine Größe:** Verfahren zum multiplikativen Vergleich von Erscheinungsformen der Größe, das dazu dient, die Größenwerte als Vielfache von Einheiten angeben zu können.

Zur Festlegung einer Größe gehört ein Messverfahren, das auch dem Begriffsinhalt der Größe zuzurechnen ist. Die Angabe eines Größenwertes als Vielfaches einer Einheit bedeutet die quantitative Bestimmung des Größenwertes. Die spezielle Größe wird, wenn sie Gegenstand der Messung ist, als Messgröße bezeichnet (s. DIN 1319-1).

**Formelzeichen für eine Größe:** Zeichen, das in Formeln und Gleichungen für Werte der Größe steht.

Für viele Größen sind Benennungen und Formelzeichen vereinbart (s. DIN 1304, DIN 5485).

**Beispiele** Die Größe Länge mit dem Formelzeichen  $l$ , die Größe Durchmesser mit dem Formelzeichen  $d$ , die Größe Masse mit dem Formelzeichen  $m$ .

Ein Formelzeichen darf keinen Hinweis auf zu verwendende Einheiten enthalten, z. B. ist für ein Verstärkungsmaß nicht  $G_{dB}$  zu schreiben.

<sup>1)</sup> S. auch DIN-Taschenbuch 22: Normen für Größen und Einheiten in Naturwissenschaft und Technik, und DIN-Taschenbuch 202: Formelzeichen, Formelsatz, Mathematische Zeichen und Begriffe, beide Beuth Verlag GmbH, Berlin, Wien, Zürich.



Formelzeichen für Größen sind in kursiver Schrift zu schreiben. Zu weiteren Festlegungen über Benennungen von Größen und Schreibweisen s. DIN 1304, DIN 1338.

**Einheitenzeichen:** Vereinbartes Zeichen für eine Einheit, das bei der Angabe von Größenwerten verwendet wird.

**Einheit, Maßeinheit:** Vereinbarter positiver Größenwert.

Für viele Einheiten sind besondere Namen und besondere Einheitenzeichen vereinbart (s. DIN 1301-1).

**Beispiele** Einheiten der Größe Länge sind m (Meter), cm (Zentimeter); Einheiten der Größe Dauer sind s (Sekunde), h (Stunde), d (Tag); Einheiten der Größe Masse sind kg (Kilogramm), g (Gramm).

Einheitenzeichen sind in gerade stehender Schrift zu schreiben. Zu weiteren Festlegungen über Benennungen von Einheiten und Schreibweisen s. DIN 1301-1.

**Zahlenwert; Maßzahl:** Nach Wahl einer Einheit  $e$  für jeden Größenwert  $x$  sein Verhältnis  $x/e$  zur Einheit. Der zur Einheit  $e$  gehörige Zahlenwert eines Größenwertes  $x$  wird auch mit  $\{x\}_e$  bezeichnet. Wenn die Einheit aus dem Zusammenhang ersichtlich ist, so wird auch kurz  $\{x\}$  für den Zahlenwert und dann  $[x]$  für die Einheit geschrieben.

Die eckigen Klammern dürfen nicht um Einheitenzeichen gesetzt werden. Angaben wie [kg] sind nicht zu verwenden.

**Darstellung von Größenwerten durch Zahlenwert und Einheit:** Jeder Größenwert  $x$  kann als das Produkt von Zahlenwert und Einheit dargestellt werden. Es gilt:

$$x = (x/e) \cdot e = \{x\}_e \cdot e = \{x\} \cdot [x].$$

<b>Beispiele</b>	Größenwert: 150 cm	Zahlenwert: 150	Einheit: Zentimeter
	Größenwert: 1,5 m	Zahlenwert: 1,5	Einheit: Meter
	Größenwert: 3,7 V	Zahlenwert: 3,7	Einheit: Volt

Die Angabe als Produkt von Zahlenwert und Einheit ist die systematische Angabe von Größenwerten, die am Ende einer Messung steht.

**Größenarten:** Zusammenfassungen von Größen, die als qualitativ gleichartig gelten und deren Werte, unabhängig von der Zugehörigkeit zu einem Größensystem, in sinnvoller Weise addiert werden können. Der Begriff von Größen gleicher Art wird auch für die Bildung von Verhältnisgrößen benutzt. Eine Größenart wird durch eine ausgewählte Größe, den Prototyp der Größenart, festgelegt.

**Prototyp einer Größenart:** Zweckmäßig ausgewählte Größe mit umfassendem Anwendungsbereich, die zur Begründung einer Größenart verwendet wird.

**Beispiele** Länge; Flächeninhalt, Volumen, Dauer, Geschwindigkeit, Masse, Energie, elektrische Ladung.

Als Prototyp einer Größenart ist eine Größe geeignet, die eine vollständige Menge von Größenwerten hat.

**Größe einer Größenart:** Größe, die in hinreichender Weise mit dem Prototyp der Größenart qualitativ übereinstimmt. Insbesondere greift das Messverfahren in wesentlicher Weise auf das Messverfahren des Prototyps zurück und die Größenwerte sind solche des Prototyps der Größenart.

Die Benennung des Prototyps wird auch zur Benennung der Gesamtheit aller Größen bezeichnet, die von der Art der Größe Länge (dem Prototyp dieser Größenart) sind.

**Größensystem:** Menge von Werten (auch Größenwerte genannt), derart, dass darin Rechenoperationen ausführbar sind, die den üblichen Rechengesetzen genügen und die die Größenwerte zweckmäßig ausgewählter Größenarten und die reellen Zahlen umfasst.

Zu den Rechenoperationen gehören z. B. die Multiplikation und die Division.

**Größe eines Größensystems:** Größe, deren Größenwerte zu dem Größensystem gehören.

**Dimension eines Größensystems:** Menge von Größenwerten, die sich als Menge der Vielfachen eines von 0 verschiedenen Größenwertes mit beliebigen reellen Koeffizienten darstellen lässt.

Die Menge der reellen Zahlen bildet eine Dimension, die auch als Dimension Eins oder neutrale Dimension bezeichnet wird.

Die Größenwertemengen wichtiger und für die physikalische Beschreibung der Natur grundlegender Größenarten wie z. B. Länge, Dauer, Masse, elektrische Ladung sollten als Dimensionen des Größensystems vorkommen.

Es ist üblich, Dimensionszeichen in einer vom übrigen Text abweichenden serifenlosen Schriftart zu schreiben.

**Beispiele** L (Länge), M (Masse), T (Dauer), I (elektrische Stromstärke).

**Dimension eines Größenwertes:** Für einen von 0 verschiedenen Größenwert  $x$  eines Größensystems die eindeutig bestimmte Dimension, der er angehört. Die Dimension von  $x$  wird mit  $\dim x$  bezeichnet.

**Dimension einer Größe:** Für eine Größe  $G$  eines Größensystems die eindeutig bestimmte Dimension, in der die Werte der Größe liegen. Die Dimension von  $G$  wird mit  $\dim G$  bezeichnet.

**SI-Größensystem:** Größensystem mit den sieben Basisdimensionen  $L$  (Länge),  $M$  (Masse),  $T$  (Dauer),  $I$  (elektrische Stromstärke),  $\theta$  (thermodynamische Temperatur),  $N$  (Stoffmenge),  $J$  (Lichtstärke).

**Einheitensystem eines Größensystems:** Menge von vereinbarten Größenwerten, die aus jeder Dimension des Größensystems genau einen positiven Größenwert als Einheit in dieser Dimension enthält.

**Kohärentes Einheitensystem:** Einheitensystem, derart dass jedes Projekt von Potenzen von Einheiten des Systems (ohne einen von 1 verschiedenen Zahlenfaktor) auch eine Einheit des Systems ist.

**Basiseinheit (bezüglich ausgewählter Basisdimensionen):** Einheiten eines Einheitensystems aus einer der ausgewählten Basisdimensionen.

**Internationales Einheitensystem (SI):** Kohärentes Einheitensystem des SI-Größensystems bestehend aus den sieben SI-Basiseinheiten Meter (m), Kilogramm (kg), Sekunde (s), Ampere (A), Kelvin (K), Mol (mol) und Candela (cd) sowie allen kohärent daraus abgeleiteten Einheiten. Die Basiseinheiten und die kohärent daraus abgeleiteten Einheiten heißen SI-Einheiten. Die Dimensionen der SI-Basiseinheiten in dem SI-Größensystem sind  $\dim m = L$ ,  $\dim kg = M$ ,  $\dim s = T$ ,  $\dim A = I$ ,  $\dim K = \theta$ ,  $\dim mol = N$ ,  $\dim cd = J$ .

Das internationale Einheitensystem mit dem für alle Sprachen geltenden Kurzzeichen SI wurde 1960 von der 11. Generalkonferenz für Maß und Gewicht (Conférence générale des poids et mesures, CGPM) angenommen. Zu den Einheitenamen und Einheitenzeichen der Basiseinheiten s. DIN 1301-1.

Die Norm enthält außerdem Festlegungen über komplexe, vektorielle und tensorische Größen, über Gleichungen sowie abhängige und abgeleitete Größen.

### DIN 1301-1 Einheiten – Einheitenamen, Einheitenzeichen (Okt 2002)

Die Norm enthält die Einheiten des internationalen Einheitensystems (SI) (s. Tab. 939.1), die Vorsätze für Dezimale Teile und Vielfache (SI-Vorsätze) (s. Tab. 939.2) und einige weitere empfohlene Einheiten.

Tabelle 939.1 Basisgrößen und SI-Basiseinheiten (Name und Zeichen)

Länge	Meter	m
Masse	Kilogramm	kg
Zeit	Sekunde	s
elektrische Stromstärke	Ampere	A
Thermodynamische Temperatur	Kelvin	K
Stoffmenge	Mol	mol
Lichtstärke	Candela	cd

Das SI ist ein kohärentes Einheitensystem mit sieben Basiseinheiten und den aus ihnen kohärent, d. h. mit dem Zahlenfaktor 1 abgeleiteten Einheiten.

Durch das Gesetz über Einheiten im Messwesen in der Fassung vom 22. Feb. 1985 und die Ausführungsverordnung zu diesem Gesetz ist die Anwendung der SI-Einheiten für den amtlichen und geschäftlichen Verkehr vorgeschrieben.

Im Anhang zur Norm sind die Definitionen der Basiseinheiten des SI wiedergegeben.

Abgeleitete Einheiten werden durch Produkte und/oder Quotienten von Basiseinheiten gebildet. Entsprechendes gilt für die Einheitenzeichen (s. Tab. 941.1).

Dezimale Teile oder Vielfache der SI-Einheiten, die durch Multiplikation mit den Faktoren  $10^{\pm 1}$ ,  $10^{\pm 2}$ ,  $10^{\pm 3K}$  (mit  $K$  gleich 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8) gebildet werden, haben besondere Namen und Zeichen. Diese werden dadurch gebildet, dass vor die Namen und Zeichen der SI-Einheiten besondere Vorsätze bzw. Vorsatzzeichen gesetzt werden.

Das Vorsatzzeichen bildet zusammen mit dem Einheitenzeichen, mit dem es ohne Zwischenraum geschrieben oder gesetzt wird, das Zeichen einer eigenen Einheit. Ein positiver oder negativer Exponent

Tabelle 939.2 SI-Vorsätze (Faktor, mit dem die Einheit multipliziert wird, Vorsatz, Vorsatzzeichen)

$10^{-24}$	Yokto	y	$10^1$	Deka	da
$10^{-21}$	Zepto	z	$10^2$	Hekto	h
$10^{-18}$	Atto	a	$10^3$	Kilo	k
$10^{-15}$	Femto	f	$10^6$	Mega	M
$10^{-12}$	Piko	p	$10^9$	Giga	G
$10^{-9}$	Nano	n	$10^{12}$	Tera	T
$10^{-6}$	Mikro	$\mu$	$10^{15}$	Peta	P
$10^{-3}$	Milli	m	$10^{18}$	Exa	E
$10^{-2}$	Zenti	c	$10^{21}$	Zetta	Z
$10^{-1}$	Dezi	d	$10^{24}$	Yotta	Y

Tabelle 940.1 Werte für konstante Größen. Angegebene Größenwerte einiger Fundamentalkonstanten wurden aus dem CODATA-Bulletin 63, November 1986 (Committee on data for science and technology) entnommen.

$G$	Gravitationskonstante	$6,67259 \cdot 10^{-11} \frac{\text{m}^3}{\text{kg} \cdot \text{s}^2}$
$e$	Elementarladung	$1,60217733 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
$\epsilon_0$	elektrische Feldkonstante	$8,85418782 \cdot 10^{-12} \frac{\text{F}}{\text{m}}$
$\mu_0$	magnetische Feldkonstante	$4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$
$V_m$	stoffmengenbezogenes Normvolumen des idealen Gases	$0,02241410 \frac{\text{m}^3}{\text{mol}}$
$N_A$	Avogadro-Konstante	$6,0221367 \cdot 10^{23} \frac{1}{\text{mol}}$
$F$	Faraday-Konstante	$96485,309 \cdot 10^4 \frac{\text{C}}{\text{mol}}$
$R$	universelle Gaskonstante	$8,314510 \frac{\text{J}}{\text{K} \cdot \text{mol}}$
$k$	Boltzmann-Entropie-Konstante	$1,380658 \cdot 10^{-23} \frac{\text{J}}{\text{K}}$
$c$	Lichtgeschwindigkeit im leeren Raum	$299792458 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
$\sigma$	Stefan-Boltzmann-Konstante	$5,67051 \cdot 10^{-8} \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}^4}$
$h$	Planck'sches Wirkungsquantum	$6,6260755 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$
$a_0$	Bohr-Radius	$0,529177249 \cdot 10^{-10} \text{ m}$
$R_\chi$	Rydberg-Konstante	$10937731,534 \frac{1}{\text{m}}$

gilt mit für das Vorsatzzeichen

$$\text{z. B. } 1 \text{ cm}^3 = 1 \cdot (10^{-2} \cdot \text{m})^3 = 1 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3.$$

Zusammengesetzte Vorsätze dürfen nicht verwendet werden.

Bei der Angabe von Größen ist es zweckmäßig, die dezimalen Teile oder Vielfachen der Einheiten so zu wählen, dass die Zahlenwerte zwischen 0,1 und 1000 liegen. Innerhalb einer Wertetabelle sollte jeweils nur ein dezimaler Teil oder ein dezimales Vielfaches der Einheit für die gleiche Größe verwendet werden.

Einheitenzeichen werden mit Kleinbuchstaben geschrieben, außer wenn der Einheitenname von einem Eigennamen abgeleitet ist. Sie werden ohne Rücksicht auf die im übrigen Text verwendete Schriftart senkrecht (gerade) wiedergegeben und stehen in Größenangaben nach dem Zahlenwert, wobei ein Abstand zwischen Zahlenwert und Einheitenzeichen einzuhalten ist.

Quotienten von Einheiten werden auf eine der folgenden Arten dargestellt.

$$\frac{\text{m}}{\text{s}} \quad \text{oder} \quad \text{m/s} \quad \text{oder} \quad \text{m} \cdot \text{s}^{-1}.$$

Beim schrägen Bruchstrich muss gegebenenfalls eine Mehrdeutigkeit durch Klammern vermieden werden, z. B. für

$$\frac{\text{W}}{\text{K} \cdot \text{m}} \quad \text{W}/(\text{K} \cdot \text{m})$$

Maschinelle Wiedergabe von Einheitenzeichen und Vorsätzen auf Datenverarbeitungsanlagen mit beschränktem Schriftzeichenvorrat nach DIN 66030 (s. Norm).

### DIN 1304-1 Formelzeichen – Allgemeine Formelzeichen (Mrz 1994)

DIN 1304-2 bis DIN 1304-6 enthalten zusätzliche Formelzeichen für verschiedene Fachgebiete.

Die Benennungen der Größen dienen zur Erläuterung der genormten Formelzeichen. Diese werden nach DIN 1338 (s. Norm) im Druck kursiv (schräg), die Einheitenzeichen senkrecht (steil) gesetzt. Hilfreich für die Formelschreibweise und den Formelsatz sind auch die Beiblätter zu DIN 1338 (s. Norm). Sind für eine Größe mehrere Zeichen angegeben, so sollte das an erster Stelle stehende (meist international empfohlene) bevorzugt werden.

Ist für zwei Größen verschiedener Art der gleiche Buchstabe festgelegt und kein geeignetes Auswahlzeichen vorhanden, so kann für eine der Größen eine besondere Schriftform dieses Buchstabens be-

Tabelle 941.1 **Allgemeine Formelzeichen** (DIN 1304-1), Formelzeichen, Benennung, SI-Einheit (einschließlich der Zahl 1 für das Verhältnis zweier gleicher SI-Einheiten). Die Nummern lassen die Zuordnung zu den Sachgruppen erkennen:

Nr.	Formelzeichen	Bedeutung	SI-Einheit
1	Länge und ihre Potenzen	6 Physikalische Chemie und Molekularphysik	
2	Zeit und Raum	7 Licht und verwandte elektromagnetische Strahlungen	
3	Mechanik	8 Atom- und Kernphysik	
4	Elektrizität und Magnetismus	9 Akustik	
5	Thermodynamik und Wärmeübertragung	10 Indizes	
<b>Formelzeichen für Länge und ihre Potenzen</b>			
1.1	$x, y, z$ $x_1, x_2, x_3$	kartesische (orthonormierte) Koordination	m
1.2	$\varrho, \varphi, z$	Kreiszyylinder-Koordinaten	m, rad, m
1.3	$r, \theta, \varphi$	Kugel-Koordinaten	m, rad, rad
1.4	$\alpha, \beta, \gamma, \theta, \varphi$	ebener Winkel, Drehwinkel (bei Drehbewegungen)	rad
1.5	$\Omega, \omega$	Raumwinkel	sr
1.6	$l$	Länge	m
1.7	$b$	Breite	m
1.8	$h$	Höhe, Tiefe	m
1.9	$H$	Höhe über dem Meeresspiegel, Höhe über Normal-Null	m
1.10	$\delta, d$	Dicke, Schichtdicke	m
1.11	$r$	Radius, Halbmesser, Abstand	m
1.12	$\delta_x, \delta_y, \delta_z$ $\xi, \eta, \zeta$	Auslenkung, Ausschlag, Verschiebung	m
1.13	$f$	Durchbiegung, Durchhang	m
1.14	$d, D$	Durchmesser	m
1.15	$s$	Weglänge, Kurvenlänge	m
1.16	$A, S$	Flächeninhalt, Fläche, Oberfläche	m <sup>2</sup>
1.17	$S, q$	Querschnittsfläche, Querschnitt	m <sup>2</sup>
1.18	$V$	Volumen, Rauminhalt	m <sup>3</sup>
<b>Formelzeichen für Raum und Zeit</b>			
2.1	$t$	Zeit, Zeitspanne, Dauer	s
2.2	$T$	Periodendauer, Schwingungsdauer	s
2.3	$\tau, T$	Zeitkonstante	s
2.4	$f, \nu$	Frequenz, Periodenfrequenz	Hz
2.5	$f_0$	Kennfrequenz, Eigenfrequenz im ungedämpften Zustand	Hz
2.6	$f_d$	Eigenfrequenz bei Dämpfung	Hz
2.7	$\omega$	Kreisfrequenz, Pulsatzanz (Winkelfrequenz)	s <sup>-1</sup>
2.8	$\omega_0$	Kennkreisfrequenz	s <sup>-1</sup>
2.9	$\omega_d$	Eigenkreisfrequenz bei Dämpfung	s <sup>-1</sup>
2.10	$\delta$	Abklingkoeffizient	s <sup>-1</sup>
2.11	$\sigma$	Anklingkoeffizient, Wuchskoeffizient	s <sup>-1</sup>
2.12	$\underline{p}, \underline{s}$	komplexer Anklingkoeffizient	s <sup>-1</sup>
2.13	$\theta$	Dämpfungsgrad	1
2.14	$n, f_r$	Umdrehungsfrequenz (Drehzahl)	s <sup>-1</sup>
2.15	$\omega, \Omega$	Winkelgeschwindigkeit, Drehgeschwindigkeit	rad/s
2.16	$\alpha$	Winkelbeschleunigung, Drehbeschleunigung	rad/s <sup>2</sup>
2.17	$\lambda$	Wellenlänge	m
2.18	$\sigma$	Repetenz (Wellenzahl)	m <sup>-1</sup>
2.19	$k$	Kreisrepetenz (Kreiswellenzahl)	m <sup>-1</sup>
2.20	$\alpha$	Dämpfungskoeffizient, Dämpfungsbelag	m <sup>-1</sup>

Fortsetzung s. nächste Seiten

Tabelle 941.1, Fortsetzung

Nr.	Formelzeichen	Bedeutung	SI-Einheit
<b>Formelzeichen für Raum und Zeit</b>			
2.21	$\beta$	Phasenkoeffizient, Phasenbelag	$\text{m}^{-1}$
2.22	$\gamma$	Ausbreitungskoeffizient	$\text{m}^{-1}$
2.23	$v, u, w, c$	Geschwindigkeit	$\text{m/s}$
2.24	$c$	Ausbreitungsgeschwindigkeit einer Welle	$\text{m/s}$
2.25	$a$	Beschleunigung	$\text{m/s}^2$
2.26	$g$	örtliche Fallbeschleunigung	$\text{m/s}^2$
2.27	$r, h$	Ruck	$\text{m/s}^3$
2.28	$q_V, V$	Volumenstrom, Volumendurchfluss	$\text{m}^3/\text{s}$
<b>Formelzeichen für Mechanik</b>			
3.1	$m$	Masse, Gewicht als Wägeregebnis	kg
3.2	$m'$	längenbezogene Masse, Massenbelag, Massenbehang	$\text{kg/m}$
3.3	$m''$	flächenbezogene Masse, Massenbedeckung	$\text{kg/m}^2$
3.4	$\varrho, \varrho_m$	Dichte, Massendichte, volumenbezogene Masse	$\text{kg/m}^3$
3.5	$d$	relative Dichte	1
3.6	$v$	spezifisches Volumen, massenbezogenes Volumen	$\text{m}^3/\text{kg}$
3.7	$q_m, m$	Massenstrom, Massendurchsatz	$\text{kg/s}$
3.8	$I$	Massenstromdichte	$\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$
3.9	$J$	Trägheitsmoment, Massenmoment 2. Grades	$\text{kg} \cdot \text{m}^2$
3.10	$i, r_i$	Trägheitsradius	m
3.11	$F$	Kraft	N
3.12	$F_G, G$	Gewichtskraft	N
3.13	$G, f$	Gravitationskonstante	$\text{N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$
3.14	$M$	Kraftmoment, Drehmoment	$\text{N} \cdot \text{m}$
3.15	$M_{tr}, T$	Torsionsmoment, Drillmoment	$\text{N} \cdot \text{m}$
3.16	$M_b$	Biegemoment	$\text{N} \cdot \text{m}$
3.17	$p$	Bewegungsgröße, Impuls	$\text{kg} \cdot \text{m/s}$
3.18	$I$	Kraftstoß	$\text{N} \cdot \text{s} = \text{kg} \cdot \text{m/s}$
3.19	$L$	Drall, Drehimpuls	$\text{kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}$
3.20	$H$	Drehstoß	$\text{N} \cdot \text{m} \cdot \text{s} = \text{kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}$
3.21	$p$	Druck	Pa
3.22	$p_{\text{abs}}$	absoluter Druck	Pa
3.23	$p_{\text{amb}}$	umgebender Atmosphärendruck	Pa
3.24	$p_e$	atmosphärische Druckdifferenz, Überdruck	Pa
3.25	$\sigma$	Normalspannung, Zug- oder Druckspannung	$\text{N/m}^2$
3.26	$\tau$	Schubspannung	$\text{N/m}^2$
3.27	$\varepsilon$	Dehnung, relative Längenänderung	1
3.28	$\varepsilon_q$	Querdehnung	1
3.29	$\mu, \nu$	Poisson-Zahl	1
3.30	$\theta, e$	relative Volumenänderung, Volumendilatation	1
3.31	$\gamma$	Schiebung, Scherung	1
3.32	$\theta, \kappa$	Drillung, Verwindung	$\text{rad/m}$

Fortsetzung s. nächste Seiten

Tabelle 941.1, Fortsetzung

Nr.	Formelzeichen	Bedeutung	SI-Einheit
<b>Formelzeichen für Mechanik</b>			
3.33	$D$	Direktionsmoment, winkelbezogenes Rückstellmoment	$\text{N} \cdot \text{m}/\text{rad}$
3.34	$E$	Elastizitätsmodul	$\text{N}/\text{m}^2$
3.35	$G$	Schubmodul	$\text{N}/\text{m}^2$
3.36	$K$	Kompressionsmodul	$\text{N}/\text{m}^2$
3.37	$\chi_T, \kappa$	isothermische Kompressibilität	$\text{Pa}^{-1}$
3.38	$\chi_S$	isentropische Kompressibilität	$\text{Pa}^{-1}$
3.39	$\mu, f$	Reibungszahl	1
3.40	$\eta$	dynamische Viskosität	$\text{Pa} \cdot \text{s}$
3.41	$\nu$	kinematische Viskosität	$\text{m}^2/\text{s}$
3.42	$\sigma, \gamma$	Grenzflächenspannung, Oberflächenspannung	$\text{N}/\text{m}$
3.43	$H$	Flächenmoment 1. Grades	$\text{m}^3$
3.44	$W$	Widerstandsmoment	$\text{m}^3$
3.45	$I$	Flächenmoment 2. Grades	$\text{m}^4$
3.46	$W, A$	Arbeit	J
3.47	$E, W$	Energie	J
3.48	$E_p, W_p$	potenzielle Energie	J
3.49	$E_k, W_k$	kinetische Energie	J
3.50	$w$	Energiedichte, volumenbezogene Energie	$\text{J}/\text{m}^3$
3.51	$Y$	spezifische Arbeit, massenbezogene Arbeit	$\text{J}/\text{kg}$
3.52	$P$	Leistung	W
3.53	$\varphi$	Leistungsdichte, volumenbezogene Leistung	$\text{W}/\text{m}^3$
3.54	$\eta$	Wirkungsgrad	1
3.55	$\zeta$	Arbeitsgrad, Nutzungsgrad	1
<b>Formelzeichen für Elektrizität und Magnetismus</b>			
4.1	$Q$	elektrische Ladung, Elektrizitätsmenge	C
4.2	$e$	Elementarladung	C
4.3	$\sigma$	Flächenladungsdichte, Ladungsbedeckung	$\text{C}/\text{m}^2$
4.4	$\varrho, \varrho_{\text{er}}, \eta$	Raumladungsdichte, Ladungsdichte, volumenbez. Ladung	$\text{C}/\text{m}^3$
4.5	$\psi, \psi_e$	elektrischer Fluss	C
4.6	$D$	elektrische Flussdichte	$\text{C}/\text{m}^2$
4.7	$P$	elektrische Polarisation	$\text{C}/\text{m}^2$
4.8	$p, p_e$	elektrisches Dipolmoment	$\text{C} \cdot \text{m}$
4.9	$\varphi, \varphi_e$	elektrisches Potenzial	V
4.10	$U$	elektrische Spannung, elektrische Potenzialdifferenz	V
4.11	$E$	elektrische Feldstärke	$\text{V}/\text{m}$
4.12	$C$	elektrische Kapazität	F
4.13	$\varepsilon$	Permittivität	$\text{F}/\text{m}$
4.14	$\varepsilon_0$	elektrische Feldkonstante	$\text{F}/\text{m}$
4.15	$\varepsilon_r$	Permittivitätszahl, relative Permittivität	1
4.16	$\chi_{\text{er}}, \chi$	elektrische Suszeptibilität	1

Fortsetzung s. nächste Seiten

Tabelle 941.1, Fortsetzung

Nr.	Formelzeichen	Bedeutung	SI-Einheit
<b>Formelzeichen für Elektrizität und Magnetismus</b>			
4.17	$I$	elektrische Stromstärke	A
4.18	$J$	elektrische Stromdichte	A/m <sup>2</sup>
4.19	$\vartheta$	elektrische Durchflutung	A
4.20	$V, V_m$	magnetische Spannung	A
4.21	$H$	magnetische Feldstärke	A/m
4.22	$\Phi$	magnetischer Fluss	Wb
4.23	$B$	magnetische Flussdichte (magnetische Induktion)	T
4.24	$A, A_m$	magnetisches Vektorpotenzial	Wb/m
4.25	$L$	Induktivität, Selbstinduktivität	H
4.26	$L_{mn}$	gegenseitige Induktivität	H
4.27	$\mu$	Permeabilität	H/m
4.28	$\mu_0$	magnetische Feldkonstante	H/m
4.29	$\mu_r$	Permeabilitätszahl, relative Permeabilität	1
4.30	$\chi_m, \kappa$	magnetische Suszeptibilität	1
4.31	$H_i, M$	Magnetisierung	A/m
4.32	$B_i, J$	magnetische Polarisierung	T
4.33	$m$	elektromagn. Moment, magn. Flächenmoment	A · m <sup>2</sup>
4.34	$R_m$	magnetischer Widerstand, Reluktanz	H <sup>-1</sup>
4.35	$\mathcal{L}$	magnetischer Leitwert, Permeanz	H
4.36	$R$	elektrischer Widerstand, Wirkwiderstand, Resistanz	$\Omega$
4.37	$G$	elektrischer Leitwert, Wirkleitwert, Konduktanz	S
4.38	$\varrho$	spezifischer elektrischer Widerstand, Resistivität	$\Omega \cdot m$
4.39	$\gamma, \sigma, \kappa$	elektrische Leitfähigkeit, Konduktivität	S/m
4.40	$X$	Blindwiderstand, Reaktanz	$\Omega$
4.41	$B$	Blindleitwert, Suszeptanz	S
4.42	$\underline{Z}$	Impedanz (komplexe Impedanz)	$\Omega$
4.43	$Z,  \underline{Z} $	Scheinwiderstand, Betrag der Impedanz	$\Omega$
4.44	$\underline{Y}$	Admittanz (komplexe Admittanz)	S
4.45	$Y,  \underline{Y} $	Scheinleitwert, Betrag der Admittanz	S
4.46	$Z_w, \Gamma$	Wellenwiderstand	$\Omega$
4.47	$Z_0, \Gamma_0$	Wellenwiderstand des leeren Raumes	$\Omega$
4.48	$W$	Energie, Arbeit	J
4.49	$P, P_p$	Wirkleistung	W
4.50	$Q, P_q$	Blindleistung	W
4.51	$S, P_s$	Scheinleistung	W
4.52	$S$	elektromagn. Energiestrom-/Leistungsdichte, Poynting-Vektor	W/m <sup>2</sup>
4.53	$\varphi(t)$	Phasenwinkel	rad
4.54	$\varphi$	Phasenverschiebungswinkel	rad
4.55	$\delta_\epsilon$	Permittivitäts-Verlustwinkel	rad
4.56	$\delta_\mu$	Permeabilitäts-Verlustwinkel	rad
4.57	$\lambda$	Leistungsfaktor	1

Fortsetzung s. nächste Seiten

Tabelle 941.1, Fortsetzung

Nr.	Formelzeichen	Bedeutung	SI-Einheit
<b>Formelzeichen für Elektrizität und Magnetismus</b>			
4.58	$d$	Verlustfaktor	1
4.59	$\delta$	Eindringtiefe, äquivalente Leitschichtdicke	m
4.60	$g$	Grundschwingungsgehalt	1
4.61	$k$	Oberschwingungsgehalt, Klirrfaktor	1
4.62	$F$	Formfaktor	1
4.63	$m$	Anzahl der Phasen, Anzahl der Stränge	1
4.64	$N$	Windungszahl	1
4.65	$k$	Kopplungsgrad	1
<b>Formelzeichen für Thermodynamik und Wärmeübertragung</b>			
5.1	$T, \theta$	Temperatur, thermodynamische Temperatur	K
5.2	$\Delta T, \Delta t, \Delta \theta$	Temperaturdifferenz	K
5.3	$t, \theta$	Celsius-Temperatur	°C
5.4	$\alpha_l$	(thermischer) Längenausdehnungskoeffizient	K <sup>-1</sup>
5.5	$\alpha_v, \gamma$	(thermischer) Volumenausdehnungskoeffizient	K <sup>-1</sup>
5.6	$\alpha_p$	(thermischer) Spannungskoeffizient	K <sup>-1</sup>
5.7	$Q$	Wärme, Wärmemenge	J
5.8	$w_{th}$	Wärmedichte, volumenbezogene Wärme	J/m <sup>3</sup>
5.9	$\Phi_{th}, \Phi, \dot{Q}$	Wärmestrom	W
5.10	$q_{th}, q$	Wärmestromdichte	W/m <sup>2</sup>
5.11	$R_{th}$	thermischer Widerstand, Wärmewiderstand	K/W
5.12	$G_{th}$	thermischer Leitwert, Wärmeleitwert	W/K
5.13	$\varrho_{th}$	spezifischer Wärmewiderstand	K · m/W
5.14	$\lambda$	Wärmeleitfähigkeit	W/(m · K)
5.15	$\alpha, h$	Wärmeübergangskoeffizient	W/(m <sup>2</sup> · K)
5.16	$k$	Wärmedurchgangskoeffizient	W/(m <sup>2</sup> · K)
5.17	$a$	Temperaturleitfähigkeit	m <sup>2</sup> /s
5.18	$C_{th}$	Wärmekapazität	J/K
5.19	$c$	spezifische bzw. massenbezogene Wärmekapazität	J/(kg · K)
5.20	$c_p$	spezifische Wärmekapazität bei konstantem Druck	J/(kg · K)
5.21	$c_v$	spezifische Wärmekapazität bei konstantem Volumen	J/(kg · K)
5.22	$\gamma$	Verhältnis der spezifischen Wärmekapazitäten	1
5.23	$\kappa$	Isentropenexponent	1
5.24	$S$	Entropie	J/K
5.25	$s$	spezifische Entropie, massenbezogene Entropie	J/(kg · K)
5.26	$H$	Enthalpie	J
5.27	$h$	spezifische Enthalpie, massenbezogene Enthalpie	J/kg
5.28	$U$	innere Energie	J
5.29	$u$	spezifische innere Energie, massenbezogene innere Energie	J/kg
5.30	$H_o$	spezifischer Brennwert, massenbezogener Brennwert	J/kg
5.31	$H_u$	spezifischer Heizwert, massenbezogener Heizwert	J/kg
5.32	$R_B$	individuelle (spezielle) Gaskonstante des Stoffes B	J/(kg · K)

Fortsetzung s. nächste Seiten



Tabelle 941.1, Fortsetzung

Nr.	Formelzeichen	Bedeutung	SI-Einheit
<b>Formelzeichen für Physikalische Chemie und Molekularphysik</b>			
6.1	$A_r$	relative Atommasse eines Nuklids oder eines Elementes	1
6.2	$M_r$	relative Molekülmasse eines Stoffes	1
6.3	$N$	Anzahl der Teilchen, Teilchenzahl	1
6.4	$z_B$	Ladungszahl eines Ions, Wertigkeit eines Stoffes B	1
6.5	$n, \nu$	Stoffmenge	mol
6.6	$\dot{n}$	Stoffmengenstrom	mol/s
6.7	$c_B$	Stoffmengenkonzentration eines Stoffes B	mol/m <sup>3</sup>
6.8	$M_B$	stoffmengenbezogene (molare) Masse eines Stoffes B	kg/mol
6.9	$A$	Affinität einer chemischen Reaktion	J/mol
6.10	$\mu_B$	chemisches Potenzial eines Stoffes B	J/mol
6.11	$\nu_B$	stöchiometrische Zahl eines Stoffes B in einer chemischen Reaktion	1
6.12	$N_A, L$	Avogadro-Konstante	mol <sup>-1</sup>
6.13	$F$	Faraday-Konstante	C/mol
6.14	$R$	(universelle) Gaskonstante	J/(mol · K)
6.15	$k$	Boltzmann-Konstante	J/K
<b>Formelzeichen für Licht und verwandte elektromagnetische Strahlungen</b>			
7.1	$Q_e, W$	Strahlungsenergie, Strahlungsmenge	J
7.2	$w, u$	Strahlungsenergiedichte, volumenbezogene Strahlungsenergie	J/m <sup>3</sup>
7.3	$\Phi_e, P$	Strahlungsleistung, Strahlungsfluss	W
7.4	$E_{e0}, \Psi$	Strahlungsflussdichte, Raumbestrahlungsstärke	W/m <sup>2</sup>
7.5	$I_e$	Strahlstärke	W/sr
7.6	$L_e$	Strahldichte	W/(sr · m <sup>2</sup> )
7.7	$M_e$	spezifische Ausstrahlung	W/m <sup>2</sup>
7.8	$E_e$	Bestrahlungsstärke	W/m <sup>2</sup>
7.9	$H_e$	Bestrahlung	J/m <sup>2</sup>
7.10	$I_v$	Lichtstärke	cd
7.11	$\Phi_v$	Lichtstrom	lm
7.12	$Q_v$	Lichtmenge	lm · s
7.13	$L_v$	Leuchtdichte	cd/m <sup>2</sup>
7.14	$M_v$	spezifische Lichtausstrahlung	lm/m <sup>2</sup>
7.15	$E_v$	Beleuchtungsstärke	lx
7.16	$H_v$	Belichtung	lx · s
7.17	$\eta$	Lichtausbeute	lm/W
7.18	$K$	photometrisches Strahlungsäquivalent	lm/W
7.19	$c_0$	Lichtgeschwindigkeit im leeren Raum	m/s
7.20	$f$	Brennweite	m
7.21	$n$	Brechzahl	1
7.22	$D$	Brechwert von Linsen	m <sup>-1</sup>
7.23	$\sigma$	Stefan-Boltzmann-Konstante	W/(m <sup>2</sup> · K <sup>4</sup> )

Fortsetzung s. nächste Seite

Tabelle 941.1, Fortsetzung

Nr.	Formelzeichen	Bedeutung	SI-Einheit
<b>Formelzeichen für Licht und verwandte elektromagnetische Strahlungen</b>			
7.24	$c_1$	erste Planck'sche Strahlungskonstante	$W \cdot m^2$
7.25	$c_2$	zweite Planck'sche Strahlungskonstante	$K \cdot m$
7.26	$\varepsilon$	Emissionsgrad	1
7.27	$\rho$	Reflexionsgrad	1
7.28	$\alpha$	Absorptionsgrad	1
7.29	$\tau$	Transmissionsgrad	1
<b>Formelzeichen für Atom- und Kernphysik (s. Norm)</b>			
<b>Formelzeichen für Akustik</b>			
9.1	$p$	Schalldruck	Pa
9.2	$c, c_a$	Schallgeschwindigkeit	m/s
9.3	$P, P_a$	Schallleistung	W
9.4	$I, J$	Schallintensität	$W/m^2$
9.5	$L_p, L$	Schalldruckpegel	$dB^1)$
9.6	$L_W, L_P$	Schallleistungspegel	$dB^1)$
9.7	$L_N$	Lautstärkepegel	$phon^1)$
9.8	$N$	Lautheit	$sone^1)$

<sup>1)</sup> Keine SI-Einheit; s. auch DIN 1304-4 (s. Norm)

nutzt werden. Es kann aber auch von Groß- auf Kleinbuchstaben oder umgekehrt ausgewichen werden, wenn keine Verwechslungen möglich sind (z. B.  $L$  als Ausweichzeichen für Längen,  $a$  für Flächen). Nicht zu empfehlen sind Formelzeichen, die aus mehreren Buchstaben bestehen, da sie als Produkte mehrerer Größen missdeutet werden könnten.

Tabelle 947.1 Indizes (einige der in DIN 1304-1 genormten, die häufig verwendet werden) und ihre Bedeutung

0	null, Leerlauf, ohne Dämpfung, fester Bezugswert	n	allgemeine Zahl, Normwert
1	primär, Eingang, Anfangszustand	o	offen, Leerlauf
2	sekundär, Ausgang, Endzustand	p	Wirk-(potenzial) konstanter Druck isobar
3	tertiär	q	blind
$\infty$	unendlich	rad	radial
a	außen	red	reduziert
d	Dämpfung	rel	relativ
e	überschreitend (excedens)	rev	reversibel
eff	effektiv	R	Reibung
h	Haupt-	s	Schein
H	Hysterese	ser	Reihe, Serie
id	ideell	t	Augenblickswert, Zeitabhängigkeit
int	innen (intus)	th	Wärme, thermisch
k	Kurzschluss	T	tangential
lim	Grenzwert (limes)	v	Verlust
lin	linear	vir	virtuell
m	stoffmengenbezogen, molar	V	konstantes Volumen, isochor
max	maximal	w	Wirk-
med	mittel, medial	zul	zulässig
mes	gemessen	$\Sigma$	Summe
min	minimal		

## 20.2 Begriffe, Einheiten und Formelzeichen für einzelne Bereiche

### 20.2.1 Raum und Zeit

#### DIN 1315 Winkel – Begriffe, Einheiten (Aug 1982)

Der **ebene Winkel** kennzeichnet den Richtungsunterschied zweier von einem gemeinsamen Punkt (dem Scheitel) ausgehender Geraden. Diese Größe wird als Verhältnis des von den Schenkeln 1 und 2 (s. Bild 948.1) begrenzten Bogens eines Kreises, der um den Scheitel geschlagen ist, zum Radius dieses Kreises definiert.

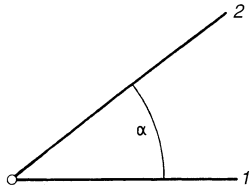


Bild 948.1

Diese von der zugrunde liegenden geometrischen Figur her im Gegensatz zum Raumwinkel ebener Winkel genannte Größe soll immer gemeint sein, wenn nur von Winkel die Rede ist.

Der Winkel ist positiv, wenn die Schenkel 1, 2 einander im positiven Drehsinn folgen, worunter in der Mathematik, Physik und Technik (mit Ausnahme von Astronomie und Geodäsie) der Drehsinn entgegen dem des Uhrzeigers zu verstehen ist (DIN 1312, s. Norm).

In der Geometrie heißt auch die aus den Schenkeln gebildete Figur Winkel, z. B. spitzer Winkel, rechter Winkel, stumpfer Winkel.

Diese in der Mathematik und Physik eingebürgerte Definition des Winkels hat den Vorzug, dass sein Differenzial  $d\alpha$  zugleich das Differenzial der relativen Änderung eines Vektors senkrecht zu dessen Richtung darstellt. Dadurch werden alle Formeln, in denen das Differenzial auftritt, besonders einfach.

Der Winkel tritt in der Zeigerdarstellung von Sinusgrößen auch als der Imaginärteil des logarithmierten Verhältnisses zweier durch Zeiger dargestellter Größen auf

**Beispiele** 
$$\frac{d(\sin \alpha)}{d\alpha} = \cos \alpha \quad b - \operatorname{Im} \left\{ \ln \frac{u_1}{u_2} \right\}$$

Der Winkel ergibt sich in der SI-Einheit **Radian**, wenn die Bogenlänge und der Radius in der SI-Einheit Meter eingesetzt werden. Um zusätzlich darauf hinzuweisen, dass das vorliegende Längenverhältnis einen ebenen Winkel bedeutet, wird diese SI-Einheit Radian (Einheitenzeichen: rad) genannt. Diese Winkeleinheit, und nur diese, kann in bestimmten Fällen durch die Zahl 1 ersetzt werden,

- wenn kein Bedarf besteht, eine andere Winkeleinheit als rad zu benutzen,
- wenn der Winkel als Argument einer transzendenten Funktion auftritt, z. B. beim Phasenwinkel  $\varphi$  in  $\cos(\varphi_0 + \omega t)$ , s. DIN 1311-1,
- in Gleichungen der Drehbewegungen des starren Körpers.

Andere Winkeleinheiten müssen hierbei zunächst in die SI-Einheit Radian umgerechnet werden.

Der **Vollwinkel** ist ein Winkel, dessen Bogenlänge gleich dem Kreisumfang ist. Es gilt:

$$1 \text{ Vollwinkel} = 2\pi \text{ rad.}$$

Ein Zeichen für den Vollwinkel ist international noch nicht festgelegt.

Der **Grad** (bisher auch Altgrad genannt) ist der 360ste Teil des Vollwinkels. Einheitenzeichen:  $^\circ$  (hochgestellt).

Es gilt: 
$$1^\circ = \frac{1}{360} \text{ Vollwinkel} = \frac{\pi}{180} \text{ rad.}$$

Das **Gon** (bisher auch Neugrad genannt) ist der 400ste Teil des Vollwinkels. Einheitenzeichen: gon.

Es gilt: 
$$1 \text{ gon} = \frac{1}{400} \text{ Vollwinkel} = \frac{\pi}{200} \text{ rad.}$$

Der Erleichterung des rechnerischen Überganges von einer Winkelteilung in die anderen dient eine Reihe von Rechentafeln. Als Schlüsseltable wird hier eine Zusammenstellung der wichtigsten Beziehungen gegeben:<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Überstreichungen kennzeichnen Periode, Fettdruck genaue Zahl.

1 Vollwinkel =	6,28318...	rad = 360°	= 400 gon
1 gon	= 15,70796... · 10 <sup>-3</sup> rad	= 0,9°	
1° <sup>1)</sup>	= 17,45329... · 10 <sup>-3</sup> rad	= 1,1 gon	
1 <sup>'</sup> )	= 209,8882... · 10 <sup>-6</sup> rad	= 0,016°	= 18,5518 mgon
1 <sup>''</sup> )	= 4,84813... · 10 <sup>-6</sup> rad	= 0,00027°	= 0,308641... mgon
1 rad	= 0,1591549... · Vollwinkel = 63,6619... gon		
	= 57,2957...° = 3437,74...'		= 206264,8...''

Weiter werden unterteilt: Der Grad sexagesimal in

die Minute, Einheitenzeichen: ' (hochgestellt),  $1' = \left(\frac{1}{60}\right)^\circ$ ,

und die Sekunde, Einheitenzeichen: '' (hochgestellt),  $1'' = \left(\frac{1}{60}\right)' = \left(\frac{1}{3600}\right)^\circ$ ;

das Gon dezimal z. B. in

das Zentigon  $\left(1 \text{ cgon} = \frac{1}{100} \text{ gon}\right)$ ,

und das Milligon  $\left(1 \text{ mgon} = \frac{1}{10} \text{ cgon} = \frac{1}{1000} \text{ gon}\right)$ .

Es ist zweckmäßig, in jeder Winkelangabe nur eine der genannten Einheiten zu benutzen, also zum Beispiel nicht  $\alpha = 33^\circ 17' 27,6''$  zu schreiben, sondern  $\alpha = 33,291^\circ$  oder  $\alpha = 1997,46'$  oder  $\alpha = 119847,6''$ . Hiermit werden umständliche Zwischenrechnungen, besonders in der Multiplikation oder der Division, gespart.

Bei der Angabe spezieller Winkelwerte wird die benutzte Einheit angegeben.

Wenn ausnahmsweise ein Winkel nur durch eine Zahl, insbesondere durch Vielfache und Teile von  $\pi$  angegeben wird, gilt als vereinbart, dass er in Radiant angegeben wurde.

Die Einheit Radiant soll nicht weggelassen werden, weil ohne diese Angabe nicht erkennbar bliebe, dass ein Winkel gemeint ist.

**Beispiele**  $\alpha = 0,3 \text{ rad}$ , wenn  $\alpha$  auch andere Bedeutung als Winkel haben kann.  
Drehsteife  $D$  in N m/rad (DIN 1332, s. Norm)

**Räumlicher Winkel**, auch kurz Raumwinkel, wird das Verhältnis der Oberfläche der Kugelhaube, die ein Kegelmantel aus einer um den Scheitel gelegten Kugel ausschneidet, zum Quadrat des Radius dieser Kugel genannt.

Unter einem Raumwinkel wird in der Geometrie auch der aus einem Kegelmantel beliebiger Gestalt umschlossene Hohlraum oder die von ihm gebildete Figur verstanden.

Für die Definition des Raumwinkels bieten sich viele Möglichkeiten an. Die Bezugsfläche im Nenner braucht nur dem Quadrat des Radius proportional zu sein, könnte also beispielsweise auch die Oberfläche der Vollkugel sein. Die oben gegebene Definition ist wie beim ebenen Winkel die für physikalische Gleichungen und mathematische Formeln einfachste.

Der Raumwinkel ergibt sich in der SI-Einheit, wenn die Fläche der Kugelhaube und das Quadrat des Kugelradius in der SI-Einheit Quadratmeter eingesetzt werden. Um darauf hinzuweisen, dass ein Raumwinkel gemeint ist, wird diese SI-Einheit Steradian (Einheitenzeichen: sr) genannt.

Diese Raumwinkeleinheit, und nur diese, kann auch durch die Zahl 1 ersetzt werden.

Als weitere Einheiten für den Raumwinkel wurden früher auch die Quadrate der Einheiten Grad und Gon des ebenen Winkels unter den Namen Quadratgrad und Quadratgon benutzt.

Die SI-Einheit Steradian soll nicht für die Zahl 1 ersetzt werden, wenn in einem Fachgebiet zwischen Größen unterschieden werden muss, die auf den Raumwinkel bezogen sind, und solchen, die es nicht sind.

**Beispiel** In der Strahlungsphysik (DIN 5031-1 und DIN 5496, s. Normen):

- Strahlungsfluss, Einheit Watt (W), und
- Strahlstärke, Einheit Watt durch Steradian (W/sr);  
speziell in der Lichttechnik (DIN 5031-3, s. Norm):
- Lichtstrom, Einheit Lumen (lm) und
- Lichtstärke, Einheit Lumen durch Steradian (lm/sr) gleich Candela (ca).

<sup>1)</sup> nicht mit Vorsätzen verwenden.

## 20.2.2 Mechanik

### DIN 1305 Masse, Wägewert, Kraft, Gewichtskraft, Gewicht, Last – Begriffe (Jan 1988)

Die **Masse**  $m$  beschreibt die Eigenschaft eines Körpers, die sich sowohl in Trägheitswirkungen gegenüber einer Änderung seines Bewegungszustandes als auch in der Anziehung auf andere Körper äußert.

Bei einer Wägung in einem Fluid (Flüssigkeit oder Gas) der Dichte  $\varrho_{\text{fl}}$  ist der **Wägewert**  $W$  durch folgende Beziehung festgelegt:

$$W = m \frac{1 - \frac{\varrho_{\text{fl}}}{\varrho_{\text{G}}}}{1 - \frac{\varrho_{\text{fl}}}{\varrho_{\text{G}}}} \quad (1)$$

Dabei ist  $\varrho$  die Dichte des Wägegutes und  $\varrho_{\text{G}}$  die Dichte der Gewichtsstücke.

*Anmerkung:* Der Wägewert eines Wägegutes (einer Ware) ist gleich der Masse ( $m$ ) der Gewichtsstücke, die die Waage im Gleichgewicht halten bzw. die gleiche Anzeige an der Waage wie das Wägegut liefern.

Der **konventionelle Wägewert**  $W_{\text{std}}$  wird aus Gleichung (1) mit den Standardbedingungen  $\varrho_{\text{fl}} = 1,2 \text{ kg/m}^3$  und  $\varrho_{\text{G}} = 8000 \text{ kg/m}^3$  errechnet. Dabei ist für  $\varrho$  die Dichte des Wägegutes bei  $20^\circ\text{C}$  einzusetzen.

Die **Kraft**  $F$  ist das Produkt aus der Masse  $m$  eines Körpers und der Beschleunigung  $a$ , die er durch die Kraft  $F$  erfährt oder erfahren würde:

$$F = ma. \quad (2)$$

Die **Gewichtskraft**  $F_{\text{G}}$  eines Körpers der Masse  $m$  ist das Produkt aus Masse  $m$  und Fallbeschleunigung  $g$ .

$$F_{\text{G}} = mg. \quad (3)$$

Das Wort **Gewicht** wird vorwiegend in drei verschiedenen Bedeutungen gebraucht:

- anstelle von Wägewert;
- als Kurzform für Gewichtskraft;
- als Kurzform für Gewichtsstück (DIN 8120-2, s. Norm).

Wenn Missverständnisse zu befürchten sind, soll anstelle des Wortes Gewicht die jeweils zutreffende Benennung Wägewert, Gewichtskraft oder Gewichtsstück verwendet werden.

Das Wort **Last** wird in der Technik mit unterschiedlichen Bedeutungen verwendet (z. B. für die Leistung, die Kraft oder für einen Gegenstand).

Wenn Missverständnisse zu befürchten sind, soll das Wort Last vermieden werden.

### DIN 1306 Dichte – Begriffe, Angaben (Jun 1984)

Die **Dichte**  $\varrho$  ist der Quotient aus der Masse  $m$  und dem Volumen  $V$  einer Stoffportion:

$$\varrho = \frac{m}{V}.$$

Eine Stoffportion ist ein abgegrenzter Materiebereich (Festkörper, Flüssigkeit, Gas), der aus einem Stoff oder mehreren Stoffen oder definierten Bestandteilen von Stoffen bestehen kann.

Wenn die Dichte im Zusammenhang mit anderen auf das Volumen bezogenen und mit dem Grundwort „Dichte“ benannten Größen (z. B. der Energie- oder Ladungsdichte) benutzt wird, sollte die Dichte zur besseren Unterscheidung „Massendichte“ mit dem Formelzeichen  $\varrho_{\text{m}}$  genannt werden.

Das Formelzeichen  $\varrho_{\text{m}}$  ist auch dann zu verwenden, wenn im selben Zusammenhang der spezifische elektrische Widerstand mit dem Formelzeichen  $r$  benutzt wird.

Die Dichte kann in einer Stoffportion von Ort zu Ort verschieden sein, z. B. weil

- die Stoffportion heterogen ist wie etwa beim Zweiphasensystem Eis und Wasser,
- die Stoffportion kontinuierlich ist wie bei einer Luftsäule unter dem Einfluss des Schwerfeldes,
- die Stoffportion Hohlräume enthält wie bei porenhaltigen Stoffen, z. B. Sinterkörpern oder Dämmstoffen,
- die Stoffportion nicht zusammenhängt, also pulverförmig oder körnig ist.

Die Dichteangabe ist nur dann vollständig, wenn alles genannt wird, was ihren Wert merkbar beeinflusst, z. B. chemische Zusammensetzung, Aggregatzustand, Modifikation, Vorbehandlung, Temperatur, Druck, Feuchte. Bei inhomogenen Stoffportionen ist insbesondere anzugeben, ob das Volumen der Hohl- oder Zwischenräume einbezogen wurde.

Dichtebenenennungen in verschiedenen Fachgebieten:

Die Normdichte eines Gases ist seine Dichte im Normzustand.

Bei körnigen oder pulvrigen Stoffen unterscheidet man im unverarbeiteten Zustand Schütt-, Füll- und Klopfdichte, im verarbeiteten Zustand Press- und Sinterdichte.

Unter Feststoffdichte wird bei porenhaltigen Stoffen der Quotient Masse durch Feststoffvolumen verstanden, also unter Ausschluss des Hohlraumvolumens. Der Feststoff wird auch Gerüststoff genannt.

Im Bauwesen versteht man unter Rohdichte den Quotienten Masse durch dasjenige Volumen, das die Hohlräume eines porösen Stoffes mit einschließt.

Die relative Dichte  $d$  ist das Verhältnis der Dichte  $\varrho$  eines Stoffes oder einer Mischung zur Bezugsdichte  $\varrho_0$  eines Bezugsstoffes unter Bedingungen, die für beide Stoffe gesondert anzugeben sind. Die relative Dichte ist ein Größenverhältnis und hat die Dimension 1:

$$d = \frac{\varrho}{\varrho_0}.$$

Die relative Dichte soll bei Gasen benutzt werden. Als Bezugsdichte wird häufig die Dichte der trockenen Luft im Normzustand  $\varrho_L = 1,2930 \text{ kg/m}^3$  gewählt.

Das spezifische Volumen (massenbezogene Volumen)  $v$  ist der Quotient aus dem Volumen  $V$  und der Masse  $m$  einer Stoffportion:

$$v = \frac{V}{m} = \frac{1}{\varrho}.$$

### DIN 1314 Druck – Grundbegriffe, Einheiten (Feb 1977)

Die Festlegungen der Norm betreffen den Druck in Flüssigkeiten, Gasen und Dämpfen.

Die physikalische Größe Druck  $p$  ist der Quotient aus der Normalkraft  $F_N$ , die auf eine Fläche wirkt, und dieser Fläche  $A$ :

$$p = \frac{F_N}{A}.$$

In der Technik werden verschiedene Druckgrößen, überwiegend Differenzen zweier Drücke, benutzt, die im Sprachgebrauch ebenfalls Druck genannt werden. Da dies zu Missverständnissen führen kann, wird empfohlen, die folgenden Benennungen zu benutzen.

Der absolute Druck oder Absolutdruck  $p_{\text{abs}}$  ist der Druck gegenüber dem Druck Null im leeren Raum.

Die Differenz zweier Drücke  $p_1$  und  $p_2$  wird Druckdifferenz  $\Delta p = p_1 - p_2$  oder auch, wenn sie selbst Messgröße ist, Differenzdruck  $p_{1,2}$  genannt.

Die Differenz zwischen dem absoluten Druck  $p_{\text{abs}}$  und dem jeweiligen (absoluten) Atmosphärendruck  $p_{\text{amb}}$  ist die atmosphärische Druckdifferenz  $p_e$ ; sie wird Überdruck genannt:

$$p_e = p_{\text{abs}} - p_{\text{amb}}.$$

Der Überdruck  $p_e$  nimmt positive Werte an, wenn der absolute Druck größer als der Atmosphärendruck ist; er nimmt negative Werte an, wenn der absolute Druck kleiner als der Atmosphärendruck ist.

Bisher wurde von Überdruck nur gesprochen, wenn der absolute Druck größer als der Atmosphärendruck war; war er kleiner, wurde die durch die Differenz  $p_{\text{amb}} - p_{\text{abs}}$  definierte Größe Unterdruck verwendet. Den Unterdruckbereich kennzeichnen nunmehr negative Werte des Überdruckes.

Das Wort „Unterdruck“ darf nicht mehr als Benennung einer Größe, sondern nur noch für die qualitative Bezeichnung eines Zustandes verwendet werden. Beispiele: „Unterdruckkammer“; „Im Saugrohr herrscht Unterdruck“.

In Wortzusammensetzungen mit Überdruck darf der Wortteil „über-“ entfallen, wenn die zugehörige Größe eindeutig als Überdruck definiert ist. Beispiele: Berstdruck, Blutdruck, Schalldruck, Reifendruck.

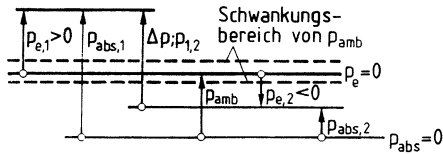


Bild 952.1 Grafische Darstellung der Bezeichnungen der verschiedenen Druckgrößen

Der Bereich der Drücke unterhalb des Atmosphärendruckes wird auch der Vakuumbereich genannt (DIN 28400-1, s. Norm). In der Vakuumtechnik wird stets der absolute Druck angegeben.

Die grafische Darstellung (s. Bild 952.1) erläutert die Beziehung der verschiedenen Druckgrößen zueinander.

Die Indizes der Formelzeichen leiten sich von lateinischen Wörtern ab:

abs	absolutus	losgelöst, unabhängig
amb	ambiens	umgebend
e	excedens	überschreitend

Die SI-Einheit des Druckes (s. Tab. 941.1) ist das Pascal (Einheitenzeichen: Pa):

$$1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2.$$

Der zehnte Teil des Megapascal (Einheitenzeichen: MPa) heißt Bar (Einheitenzeichen: bar):

$$1 \text{ bar} = 0,1 \text{ MPa} = 0,1 \text{ N/mm}^2 = 10^5 \text{ Pa}.$$

Es hat sich als zweckmäßig erwiesen, in dem Bar eine Druckeinheit in der Größenordnung des Atmosphärendruckes zur Verfügung zu haben.

Zur Unterscheidung zwischen einem absoluten Druck und einem Überdruck darf keine zusätzliche Kennzeichnung an den Einheitenzeichen angebracht werden. Der Unterschied muss durch die Benennung der Größe und/oder das benutzte Formelzeichen zum Ausdruck gebracht werden.

Zum Beschreiben des Blutdruckes und des Drucks anderer Körperflüssigkeiten wird in der Medizin die Einheit Millimeter-Quecksilbersäule (mmHg) benutzt.

Die besonderen Druck-Begriffe für Klimate sind in der Norm DIN 50010-2 (s. Norm) Klimabegriffe, Physikalische Begriffe behandelt. So z. B. Luftdruck, Partialdruck, Wasserdampfdruck, Wasserdampf-sättigungsdruck, Wasserdampfdichte, Wasserdampfgehalt, Relative Feuchte, Lufttemperatur.

### DIN 1342-2 Viskosität Newton'sche Flüssigkeiten (Nov 2003)

**Viskosität** ist die Eigenschaft eines fließfähigen (vorwiegend flüssigen oder gasförmigen) Stoffsystems, unter Einwirkung einer Spannung zu fließen und irreversibel deformiert zu werden. Die bei der Verformung aufgenommene Spannung hängt dabei nur von der Verformungsgeschwindigkeit ab: Ebenso kann die Spannung als Ursache der Verformungsgeschwindigkeit angesehen werden.

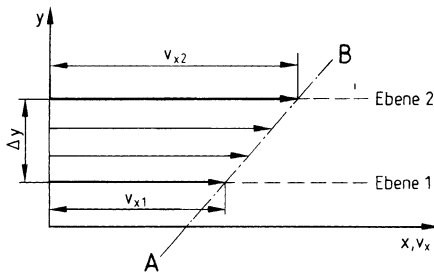


Bild 952.2 Schematische Darstellung einer Parallelströmung: Viskosität bei newtonschen Flüssigkeiten

Zur leichteren Veranschaulichung ist es zweckmäßig, sich Strömungen vorzustellen, in denen die Beschleunigungskräfte klein gegen die Reibungskräfte sind (schleichende Bewegung). Die Begriffe sind aber auch außerhalb dieser einschränkenden Bedingungen definiert und von Bedeutung.

Bei ebener, geradliniger Parallelströmung in Richtung  $x$  (Geschwindigkeit  $v_x$ , s. Bild 952.2) ist die Änderung der Geschwindigkeit senkrecht zur Strömungsrichtung, das Geschwindigkeitsgefälle  $D$ , definiert als der Grenzwert des Quotienten aus dem Geschwindigkeitsunterschied  $\Delta v_x = v_{x2} - v_{x1}$  zwischen zwei Ebenen 1 und 2 und ihrem Abstand  $\Delta y$ :

$$D = \frac{dv_x}{dy}$$

Die im Bild strichpunktierte Linie  $AB$  heißt Geschwindigkeitsprofil. In einer solchen laminaren Strömung wirkt zwischen benachbarten Flüssigkeitsschichten eine Schubspannung  $\tau$  in Richtung  $x$ .

Die elementare Darstellung lässt sich auch auf besonders einfache nichtebene Strömungsvorgänge übertragen.

Eine **newtonsche Flüssigkeit** ist eine inkompressible, isotrope reinviskose Flüssigkeit, die folgenden Bedingungen genügt:

- a) Schubspannung  $\tau$  und Geschwindigkeitsgefälle  $D$  sind direkt proportional.
- b) In der einfachen Scherströmung (s. Bild 952.2) sind die Normalspannungen in Richtung der  $x$ -Koordinatenachse, der  $y$ -Koordinatenachse und senkrecht dazu gleich groß.

c) Eine elastische Verformung der Flüssigkeit muss bei zeitlich veränderlicher Schubspannung so klein sein, dass sie das Geschwindigkeitsgefälle nicht beeinflusst.

Flüssigkeiten mit anderem Verhalten heißen nicht-newtonsche Flüssigkeiten (s. Norm), so auch solche, die ausschließlich a), nicht jedoch b) und c) folgen.

Zwischen der Schubspannung  $\tau$  und dem Geschwindigkeitsgefälle  $D$  gilt die Beziehung:

$$\tau = \eta D.$$

Der (nicht negative) Proportionalitätskoeffizient  $\eta$  heißt **dynamische Viskosität** (wo eine Verwechslung mit der kinematischen Viskosität nicht zu befürchten ist, kann das Beiwort „dynamische“ auch wegfallen).  $\eta$  ist eine für die betrachtete Flüssigkeit charakteristische Größe und hängt von der Temperatur und vom Druck ab. Es gibt Flüssigkeiten, die Gleichung (2) nur in einem begrenzten Bereich der Schubspannung befolgen (newtonscher Bereich).

Der Kehrwert der dynamischen Viskosität wird **Fluidität** genannt und mit dem Formelzeichen  $\varphi$  bezeichnet:

$$\varphi = 1/\eta.$$

Der Quotient dynamische Viskosität  $\eta$  durch Dichte  $\rho$  (dichtebezogene Viskosität) wird nach Maxwell **kinematische Viskosität** genannt und mit dem Formelzeichen  $\nu$  bezeichnet:

$$\nu = \eta/\rho.$$

Bei Lösungen unterscheidet man a) die Viskosität  $\eta$  der Lösung und b) die Viskosität  $\eta_s$  des Lösungsmittels:

$$\eta_r = \eta/\eta_s.$$

Der Quotient heißt relative Viskositätsänderung (auch: relative Viskositätserrhöhung):

$$\frac{\eta - \eta_s}{\eta_s} = \eta_r - 1.$$

Tabelle 953.1 Zusammenstellung der Größen und Einheiten der Viskosität

Benennung	Größe	Formelzeichen	SI-Einheit	Beziehung	Weitere gebräuchliche Einheiten
Schubspannung; Scherspannung		$\tau$	Pa	1 Pa = 1 N/m <sup>2</sup> = 1 kg/(m · s <sup>2</sup> )	
Geschwindigkeitsgefälle; Schergeschwindigkeit		$D, \dot{\gamma}$	s <sup>-1</sup>		
dynamische Viskosität		$\eta$	Pa · s	1 Pa · s = 1 N · s/m <sup>2</sup> = 1 kg/(m · s)	dPa · s mPa · s
kinematische Viskosität		$\nu$	m <sup>2</sup> /s		1 mm <sup>2</sup> /s = 10 <sup>-6</sup> m <sup>2</sup> /s
Staudinger-Funktion		$J_\nu$	m <sup>3</sup> /kg		1 cm <sup>3</sup> /g = 10 <sup>-3</sup> m <sup>3</sup> /kg
Staudinger-Index		$J_g$	m <sup>3</sup> /kg		1 cm <sup>3</sup> /kg = 10 <sup>-3</sup> m <sup>3</sup> /kg
Massenanteil-Viskositätszahl		$j_\nu$	1		
Grenzviskositätszahl		$j_g$	1		

Bezieht man die relative Viskositätsänderung auf die Massenkonzentration  $\beta_i$  (s. DIN 1310) des gelösten Stoffes in der Lösung, so erhält man die konzentrationsbezogene relative Viskositätsänderung:

$$J_\nu = \frac{1}{\beta_i} \cdot \frac{\eta - \eta_s}{\eta_s}.$$

Sie wird kurz Staudinger-Funktion (früher: Viskositätszahl) genannt. Für die Massenkonzentration  $\beta_i$  wird überwiegend die Einheit g/cm<sup>3</sup> benutzt, damit bekommt  $J_\nu$  die Einheit cm<sup>3</sup>/g.

Die Staudinger-Funktion nähert sich mit abnehmender Konzentration und Schubspannung einem Grenzwert:

$$J_g = \lim_{\substack{\beta_i \rightarrow 0 \\ \tau \rightarrow 0}} \left( \frac{1}{\beta_i} \cdot \frac{\eta - \eta_s}{\eta_s} \right).$$

Dieser Grenzwert wird Staudinger-Index (früher: Grenzviskositätszahl) genannt.



**DIN 1343 Referenzzustand, Normzustand, Normvolumen – Begriffe und Werte (Jan 1990)****Referenzzustand**

Ein durch bestimmte Werte von Referenzgrößen, insbesondere durch eine Referenztemperatur  $T_{ref}$  und durch einen Referenzdruck  $p_{ref}$  festgelegter Zustand eines festen, flüssigen oder gasförmigen Stoffes. Es sind zahlreiche Referenzzustände in Gebrauch. Der jeweilige Referenzzustand ist anzugeben oder zu zitieren.

Sind die Eigenschaften eines Stoffes bei einem anderen als dem festgelegten Wert einer Referenzgröße gegeben, so müssen sie auf den festgelegten Wert reduziert werden. Dies setzt jedoch voraus, dass der physikalische Zusammenhang bekannt ist. Ist er nicht bekannt, so ist keine Reduzierung möglich. Dann muss die Messung beim festgelegten Wert der Referenzgröße ausgeführt werden.

**Normzustand**

Derjenige Referenzzustand, der durch die Normtemperatur

$$T_n = 273,15 \text{ K} \quad \text{oder} \quad t_n = 0 \text{ }^\circ\text{C}$$

und dem Normdruck

$$p_n = 101\,325 \text{ Pa} = 1,013\,25 \text{ bar}$$

festgelegt ist.

**Normvolumen  $V_n$** 

Das Volumen eines Stoffes im Normzustand, also bei der Normtemperatur und dem Normdruck:

**Beispiel** für die Angabe eines Normvolumens:

$$\text{Argon im Normzustand} \quad V_n = 50 \text{ m}^3$$

oder

$$V_n(\text{Ar}) = 50 \text{ m}^3$$

Das stoffmengenbezogene (molare) Normvolumen  $V_{m,n}$  ist gleich dem Quotienten Normvolumen  $V_n$  durch Stoffmenge  $n$ :

$$V_{m,n} = \frac{V_n}{n}$$

Das stoffmengenbezogene (molare) Normvolumen des idealen Gases  $V_{m,0}$  ist nach Codata Bulletin Nr. 63:

$$V_{m,0} = (22,414\,10 \pm 0,000\,19) \text{ l/mol}$$

**DIN 13310 Grenzflächenspannung bei Fluiden – Begriffe, Größen, Formelzeichen, Einheiten (Aug 1982)**

Diese Norm behandelt Grenzflächen zwischen flüssigen Phasen sowie zwischen einer flüssigen und einer gasförmigen Phase im mechanischen und thermodynamischen Gleichgewicht.

Tabelle 954.1 Größenbenennungen, Formelzeichen und Einheiten

Größe	Formelzeichen	SI-Einheit	Bemerkungen
Grenzflächenspannung, Oberflächenspannung	$\sigma, \gamma$	N/m	
Kapillardruck	$p_k$	N/m <sup>2</sup>	
Stoffmenge der Komponente $i$ in der Phase $j$	$n_{ji}$	mol	
adsorbierte Überflussmenge der Komponente $i$	$n_{ai}$	mol	
Adsorption der Komponente $i$	$l'_i$	mol/m <sup>2</sup>	$l'_i = n_{ai}/A$
freie Grenzflächenenergie	$F_a$	J	
flächenbezogene freie Grenzflächenenergie	$f_a$	J/m <sup>2</sup>	
chemisches Potenzial der adsorbierten Komponente $i$	$\mu_{ai}$	J/mol	

## DIN 1311-1 Schwingungen und schwingungsfähige Systeme – Teil 1: Grundbegriffe, Einteilung (Feb 2000)

Eine Schwingung ist eine zeitliche Änderung einer Zustandsgröße eines Systems, bei der im Allgemeinen diese Zustandsgröße abwechselnd zu- und abnimmt. Spezielle zeitliche Änderungen wie Stoß- und Kriechvorgänge werden im erweiterten Sinn auch als Schwingungen bezeichnet.

Bei mechanischen Schwingungen sind die Zustandsgrößen die mechanischen Größen zur Beschreibung

- von Bewegungen, also Wegen, Geschwindigkeiten, Beschleunigungen, Drehwinkel, Winkelgeschwindigkeiten, Winkelbeschleunigungen,
- von inneren Belastungen eines Systems, also Normalkräften, Querkraften, Biege- und Torsionsmomenten,
- von inneren Beanspruchungen, also Normalspannungen und Schubspannungen sowie
- von Verzerrungen (Dehnungen und Scherungen).

Zur Beschreibung des momentanen Zustands eines mechanischen Systems sind für jeden Freiheitsgrad zwei Zustandsgrößen erforderlich. Häufig werden dafür Weg und Geschwindigkeit oder Drehwinkel und Winkelgeschwindigkeit verwendet.

In der Akustik sind die Zustandsgrößen z. B. Schalldruck, Schallschnelle.

In der Elektrotechnik sind die Zustandsgrößen z. B. Spannung, Stromstärke, Feldstärke.

Schwingungen können hinsichtlich des Zeitverlaufs nach Bild 955.1 unterteilt werden.

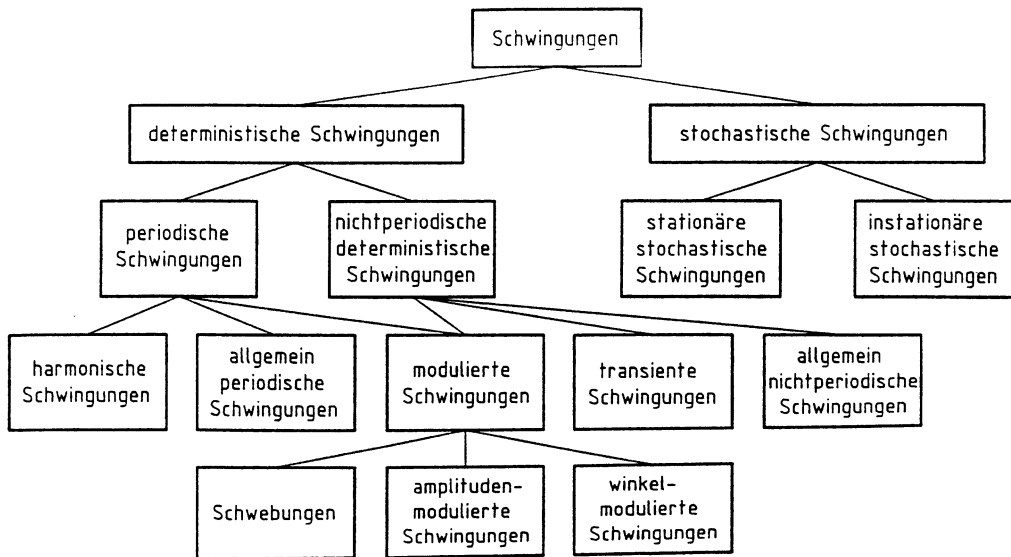


Bild 955.1 Einteilung der Schwingungen hinsichtlich ihres Zeitverlaufs

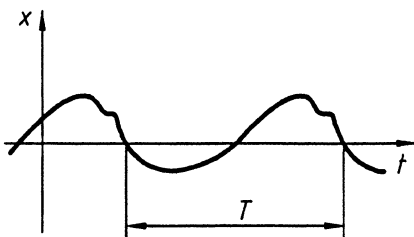


Bild 955.2 Beispiel einer allgemein periodischen Schwingung

Eine **deterministische Schwingung** hat einen Zeitverlauf, der sich durch eine funktionale Abhängigkeit  $x(t)$  zwischen der Zeit  $t$  und dem Augenblickswert  $x$  beschreiben lässt. Daher kann eine deterministische Schwingung auch als funktional beschreibbare Schwingung bezeichnet werden.

Eine **periodische Schwingung** nach Bild 955.2 ist ein Sonderfall einer deterministischen Schwingung. Alle anderen deterministischen Schwingungen werden als nichtperiodische Schwingungen bezeichnet.

Periodische Schwingungen können mittels der harmonischen Analyse (Fourier-Reihe) als Summe von harmonischen Schwingungen dargestellt werden.

Eine **harmonische Schwingung** ist ein Sonderfall einer periodischen Schwingung.

Lässt sich der Zeitverlauf einer Schwingung durch eine Kosinus- oder eine Sinus-Funktion beschreiben, deren Argument eine lineare Funktion der Zeit ist, so heißt die Schwingung harmonische Schwingung (s. Bild 956.1).

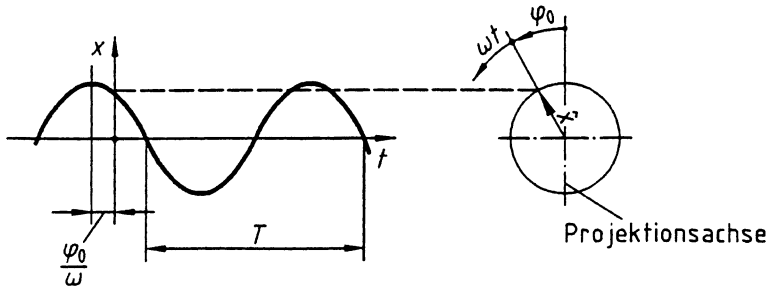


Bild 956.1 Zeitverlauf und Zeigerdiagramm einer harmonischen Schwingung

Definitionen der nachgeordneten Begriffe Amplitude, Periodendauer, Frequenz, Kreisfrequenz, Phasenwinkel, Nullphasenwinkel, Phasenverschiebungswinkel, Phasenverschiebungszeit, komplexe Amplitude, allgemein periodische Schwingung s. Norm.

Eine **nichtperiodische Schwingung** ist eine deterministische Schwingung, deren Zeitverlauf  $x(t)$  sich nicht wiederholt.

Nichtperiodische Schwingungen können mittels der Fourier-Transformation in Integralform als Überlagerung von harmonischen Schwingungen dargestellt werden.

Eine transiente Schwingung ist eine nichtperiodische deterministische Schwingung, die den Übergang zwischen zwei Zuständen beschreibt (s. Bild 956.2). Ihr Zeitverlauf lässt sich auf eine Überlagerung von harmonischen Schwingungen mit unendlich dicht benachbarten Kreisfrequenzen zurückführen. Transiente Schwingungen haben ein kontinuierliches Fourier-Spektrum.

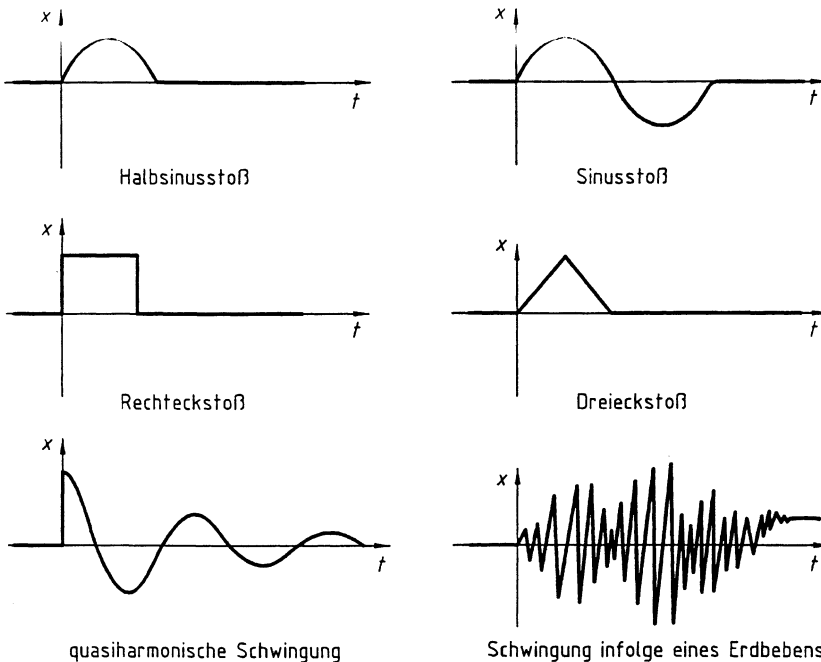


Bild 956.2 Beispiele für transiente Schwingungen

Eine **allgemein nichtperiodische Schwingung** ist eine nichtperiodische deterministische Schwingung, deren Zeitverlauf sich auf eine Überlagerung von einer begrenzten Anzahl harmonischer Schwingungen, deren Kreisfrequenzen nicht in einem rationalen Verhältnis zueinander stehen, zurückführen lässt.

Eine **Schwebung** ist eine deterministische Schwingung, die sich aus zwei harmonischen Schwingungen mit wenig verschiedenen Kreisfrequenzen zusammensetzt.

Diese Schwebung ist dann periodisch, wenn die beiden Kreisfrequenzen ein rationales Verhältnis bilden.

Eine **stochastische Schwingung** kann nicht durch eine funktionale (formelmäßige) Abhängigkeit zwischen der unabhängigen Veränderlichen, der Zeit  $t$ , und der abhängigen Veränderlichen, der Größe  $x$ , beschrieben werden. Für eine stochastische Schwingung kann der Wert  $x$  der Schwingung  $x(t)$  für keinen vorgegebenen Zeitpunkt  $t$  vorausberechnet werden.

Die stochastischen Schwingungen werden auch als regellose Schwingungen oder Zufallsschwingungen bezeichnet. Zu den stochastischen Schwingungen gehört auch das Rauschen.

Die Eigenschaften solcher Schwingungen lassen sich mit den Methoden der Statistik und Wahrscheinlichkeitsrechnung, insbesondere durch Mittelwertbildungen verschiedener Art, durch Kenngrößen und Kennfunktionen, beschreiben.

Bei einer **instationären stochastischen Schwingung** sind die Kenngrößen und Kennfunktionen zeitabhängig, also abhängig vom Zeitpunkt, von dem ab diese Größen gebildet werden.

Bei einer **stationären stochastischen Schwingung** sind die Kenngrößen und Kennfunktionen zeitunabhängig, also unabhängig vom Zeitpunkt, von dem ab diese Größen gebildet werden.

Schwingungen können hinsichtlich ihres **Entstehungsmechanismus** nach Bild 957.1 unterteilt werden.

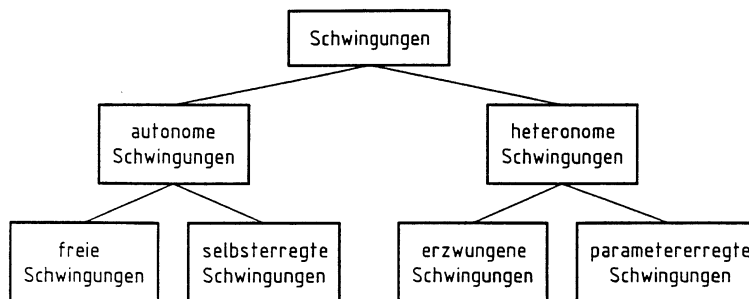


Bild 957.1 Einteilung der Schwingungen nach dem Entstehungsmechanismus

Bei einer **autonomen Schwingung** sind die Frequenzen der auftretenden Zeitfunktionen ausschließlich vom Schwingungssystem selbst bestimmt.

Eine **freie Schwingung** ist eine autonome Schwingung eines schwingungsfähigen Systems, das sich von einem bestimmten Anfangszustand (Anfangsbedingungen) ausgehend selbst überlassen wird, d. h., dem dann keine Energie von außen zugeführt wird, das jedoch durch Dämpfung Energie abgibt.

Eine **selbsterregte Schwingung** ist eine autonome Schwingung eines schwingungsfähigen Systems, das sich von einem bestimmten Anfangszustand (Anfangsbedingungen) ausgehend selbst überlassen wird und bei dem dann Energie zugeführt wird.

Bei einer **heteronomen Schwingung** sind die auftretenden Frequenzen durch äußere Einwirkungen auf das System bestimmt.

Eine **erzwungene Schwingung** ist eine heteronome Schwingung, die durch äußere Einwirkung auf ein schwingungsfähiges System entsteht. Die in den Schwingungen enthaltenen Frequenzen sind die Eigenfrequenzen aus dem Einschwingvorgang, der jedoch infolge von Dämpfung abklingt.

Eine **parametererregte Schwingung** entsteht durch zeitliche Änderungen von Parametern eines schwingungsfähigen Systems in einem gewählten Koordinatensystem. Zusätzlich ist eine Auslenkung (z. B. als Störung) aus der Gleichgewichtslage erforderlich.

Festlegungen zur harmonischen Analyse, Fourier-Transformation, Mittelwertbildung, Amplitudenverteilungsdichte und Amplitudenverteilungsfunktion, Leistungsdichte und Energiedichte, Korrelationsfunktion sowie weitere Beschreibungen über schwingungsfähige Systeme s. Norm.

### DIN 1311-2 Schwingungen und schwingungsfähige Systeme – Teil 2: Lineare, zeitinvariante schwingungsfähige Systeme mit einem Freiheitsgrad (Aug 2002)

Diese Norm beschreibt grundlegend schwingungsfähige Systeme mit **einem** Freiheitsgrad und erläutert detailliert zeitinvariante Systeme, deren Kennwerte und Kennfunktionen der Strukturelemente zeitlich konstant sind.

Folgende Strukturelemente werden beschrieben:

- Masse und Massenträgheitsmoment als Speicher kinetischer Energie,
- Feder und Potenzialfeder als Speicher potenzieller Energie,
- dissipatives Strukturelement,
- lineare Strukturelemente,
- komplexe Steifigkeit eines Feder-Dämpfer-Elementes,
- dynamische Steifigkeit eines Strukturelementes.

Ferner werden verschiedene Arten der Schwingungserregung und Schwingungsantworten sowie deren mathematischen Ableitungen und grafischen Darstellungsformen erläutert.

### DIN 1311-3 Schwingungen und schwingungsfähige Systeme – Teil 3: Lineare, zeitinvariante schwingungsfähige Systeme mit endlich vielen Freiheitsgraden (Feb 2000)

Reale zeitinvariante schwingungsfähige Systeme lassen sich oftmals durch lineare Ersatzsysteme mit endlich vielen Freiheitsgraden abbilden. Diese Ersatzsysteme bestehen idealisiert aus endlich vielen starren Körpern und Massenpunkten, die durch masselose Federn, Dämpfungselemente und Gelenke untereinander oder mit der Umgebung verbunden sind.

Die vollständige Beschreibung des Schwingungsverhaltens eines solchen Systems erfolgt durch die Angabe des Zeitverlaufes mehrerer unabhängiger Zustandsgrößen. Zustandsgrößen sind unabhängig, wenn ihnen voneinander unabhängige Anfangswerte zugeordnet werden können.

Die Anzahl der unabhängigen Zustandsgrößen hängt von der Anzahl der Freiheitsgrade ab.

Die momentane Lage der starren Körper und Massenpunkte eines Systems wird durch endlich viele **Koordinaten**  $x_j$ ,  $j = 1, \dots, m$ , beschrieben. Die Koordinaten heißen unabhängig, wenn die Zusammenhänge zwischen ihnen nicht durch algebraische Gleichungen der Form

$$\Phi_h(x_j) = 0 = 1, \dots, k < m - 2$$

beschrieben werden können. Sie werden dann als verallgemeinerte oder generalisierte Koordinaten  $q_r$

$$r = 1, \dots, n \quad n \leq m$$

bezeichnet.

Als **Zustandsgrößen** werden im Allgemeinen die Werte der Koordinaten und der Geschwindigkeiten der starren Körper bzw. Massenpunkte zu dem jeweils betrachteten Zeitpunkt verwendet. Die Anzahl der unabhängigen Zustandsgrößen ist aber höchstens doppelt so groß wie die Anzahl der unabhängigen Koordinaten.

**Freiheitsgrade** sind voneinander unabhängige Bewegungsmöglichkeiten.

Die Anzahl der unabhängigen Koordinaten ist gleich der Anzahl  $n$  der Freiheitsgrade des Systems. Diese Anzahl ist zugleich die notwendige Mindestanzahl von Koordinaten zur eindeutigen Beschreibung des Bewegungsverhaltens eines Systems.

Der aus den Koordinaten  $x_j$  gebildete Vektor

$$y = (x_1, \dots, x_m)^T$$

heißt **Koordinatenvektor**, der Vektor

$$y = (x_1, \dots, x_m, \dot{x}_1, \dots, \dot{x}_m)^T = \begin{pmatrix} x \\ \dot{x} \end{pmatrix}.$$

heißt **Zustandsvektor**.

Die Differenzialgleichungen, die die  $m$  Koordinaten miteinander verbinden, heißen Bewegungsdifferenzialgleichungen. Sie sind von höchstens zweiter Ableitung nach der Zeit in den Koordinaten  $x_j$ ,  $j = 1, \dots, m$ .

Die Differenzialgleichungen, die die Zustandsgrößen miteinander verbinden, heißen **Zustandsgleichungen**. Sie sind von höchstens erster Ordnung nach der Zeit in den Zustandsgrößen  $y_j$ ,  $j = 1, \dots, 2 m$ .

Sind die Elemente des schwingungsfähigen Systems ausschließlich Energiespeicher für kinetische und potenzielle Energie, dann heißt es **ungedämpftes System** und ist mindestens ein Element enthalten, das die mechanische Energie verringert (z. B. durch Umwandlung in Wärme), dann heißt es **gedämpftes System**.

Weiterhin beschreibt die Norm verschiedene Formen der Eigenschwingungsanalyse sowie Darstellungen, Frequenzgang und Resonanz von erzwungenen Schwingungen (s. Norm).

**DIN 1311-4 Schwingungslehre – Schwingende Kontinua, Wellen (Feb 1974)**

Ein System heißt Kontinuum (Mehrz.: Kontinua), wenn die Eigenschaften des schwingungsfähigen Systems stetige Funktionen des Ortes sind.

In dieser Norm sind festgelegt: Einteilung der Kontinua nach der Ortsabhängigkeit und nach der Richtungsabhängigkeit der Eigenschaften; Ausdehnung und Zustand des Kontinuums.

Darüber hinaus: Gleichungen des schwingenden Kontinuums (im Innern sowie Rand- und Grenzbedingungen), Schwingungen des Kontinuums (Eigenvorgänge, Eigenschwingungen; erzwungene Sinusschwingungen des linearen Kontinuums; selbsterregte Schwingungen des Kontinuums), Wellen (kinematische und physikalische Einteilung).

Begriffe, Größen und Formelzeichen für ideal elastische Körper und starre Körper sind in DIN 13316 und DIN 13317 (s. Normen) festgelegt.

**20.2.3 Wärmetechnik**

**DIN 1341 Wärmeübertragung – Begriffe, Kenngrößen (Okt 1986)**

Es werden die Grundbegriffe behandelt wie Wärmeübertragung (gemeinsamer Name für den Transport von Wärme durch Leitung, Konvektion und Strahlung; sie kann zeitunabhängig (stationär) und zeitabhängig (instationär) sein).

Wärme (Wärmemenge)  $Q$

Wärmestrom  $\Phi$  oder  $\dot{Q} = dQ/dt$

Wärmestromdichte  $q = \Phi/A$

Leistungsdichte  $\varphi = \Phi/V$

Strahlungsleistung  $\Phi_e = dQ_e/dt$

In den Hauptabschnitten der Norm werden behandelt: Wärmeleitung, Wärmeübertragung, Wärmedurchgang, thermischer Widerstand und Temperaturstrahlung (Wärmestrahlung).

Abschließend wird auf die Möglichkeit hingewiesen, die große Anzahl der Einflussgrößen zu vermindern, wenn diese zu Kenngrößen von der Dimension 1 zusammengefasst werden. Die üblichen Kenngrößen („Kennzahlen“) sind in Tab. 959.1 angegeben.

Tabelle 959.1 Kenngrößen (Kennzahlen) zur Wärmeübertragung

Name	Formelzeichen	Definition
Archimedes-Zahl	$Ar$	$g l^3 \Delta \rho / (\nu^2 \rho)$
Biot-Zahl	$Bi$	$\alpha l / \lambda_{fe}$
Fourier-Zahl	$Fo$	$a t / l^2$
Froude-Zahl	$Cr$	$v^2 / g l$
Grashof-Zahl	$Gr$	$g \gamma \Delta \vartheta l^3 / \nu^2$
Knudsen-Zahl	$Kn$	$\lambda / l$
Nusselt-Zahl	$Nu$	$\alpha l / \lambda_{fl}$
Péclet-Zahl	$Pe$	$v l / a = Re \cdot Pr$
Prandtl-Zahl	$Pr$	$\nu / a$
Rayleigh-Zahl	$Ra$	$g \gamma \Delta \vartheta l^3 / (\nu a) = Gr \cdot Pr$
Reynolds-Zahl	$Re$	$v l / \nu$
Stanton-Zahl	$St$	$\alpha / (\nu \rho c_p) = Nu / (Re \cdot Pr)$

Darin bedeuten:

- $a$  Temperaturleitfähigkeit
- $c_p$  isobare spezifische Wärmekapazität
- $g$  örtliche Fallbeschleunigung
- $l$  charakteristische Länge
- $t$  Zeit
- $\nu$  Geschwindigkeit
- $\alpha$  Wärmeübergangskoeffizient
- $\gamma$  Volumenausdehnungskoeffizient
- $\Delta \vartheta$  Temperaturdifferenz
- $\lambda_{fe}$  bzw.  $\lambda_{fl}$  Wärmeleitfähigkeit für den Festkörper bzw. für das Fluid
- $l$  mittlere freie Weglänge
- $\nu$  kinematische Viskosität
- $\rho$  Dichte,  $\Delta \rho$  Dichtedifferenz

## 20.2.4 Elektrotechnik

Wichtige Grundbegriffe der Elektrotechnik sind festgelegt in den Normen

**DIN 1324-1 Elektromagnetisches Feld – Zustandsgrößen**

**DIN 1324-2 – Materialgrößen**

**DIN 1324-3 – Elektromagnetische Wellen (alle Mai 1988)**

Als Feld wird ein Zustand des Raumes bezeichnet, dem man Impuls und Energie zuschreibt. Quellen für elektrische und magnetische Felder sind ruhende und bewegte Ladungen. Letztere werden als Ströme bezeichnet. Die elektrische Ladung  $Q$ , auch Elektrizitätsmenge genannt, wird als Grunderscheinung der Elektrizität betrachtet; sie ist eine skalare Größe.

Als Quellengrößen des elektromagnetischen Feldes werden hier die Raumladungsdichte  $\varrho$  und die Stromdichte  $\vec{J}$  betrachtet.

Das durch die Quellen hervorgerufene Feld wird durch Feldgrößen beschrieben. Zusammen mit den Quellengrößen und abgeleiteten Größen bilden sie das System der Zustandsgrößen, die Gegenstand des **Teil 1** der Norm sind. Es wird die Kontinuumsmechanik zugrunde gelegt.

Die im **Teil 1** behandelten Größen und Begriffe sind in Tab. **960.1** angegeben.

Die Materialgrößen, die die stoffspezifischen Beziehungen zwischen den Feldgrößen beschreiben, werden im **Teil 2** (s. Tab. **961.1**), Begriffe und Größen, die im Zusammenhang mit der Ausbreitung elektromagnetischer Wellen stehen, im **Teil 3** (s. Tab. **962.1**) behandelt.

Tabelle **960.1** Übersicht über die in **DIN 1324-1** behandelten Größen und Begriffe

Größe oder Begriffe	Formelzeichen	SI-Einheit
<b>Grundbegriffe</b>		
Feldgrößen, Quellengrößen		
Feldgleichungen		
Feldkonstanten		
magnetische Feldkonstante	$\mu_0$	H/m = V · s/(A · m)
elektrische Feldkonstante	$\epsilon_0$	F/m = A · s/(V · m)
Feldlinien		
<b>Ladung und Strom</b>		
Elektrische Ladung	$Q$	C = A · s
Raumladungsdichte	$\varrho$	C/m <sup>3</sup> = A · s/m <sup>3</sup>
Ladungsbedeckung	$\sigma$	C/m <sup>2</sup> = A · s/m <sup>2</sup>
Ladungsbelag	$q_L$	C/m = A · s/m
Stromdichte	$\vec{J}$	A/m <sup>2</sup>
Strombelag	$\vec{a}$	A/m
Stromstärke	$I$	A
Verschiebungsdichte	$\partial \vec{D} / \partial t$	A/m <sup>2</sup>
Gesamtstromdichte	$\vec{J}_{\text{tot}}$	A/m <sup>2</sup>
<b>Feldstärken und Flussdichten</b>		
Elektrische Feldstärke	$\vec{E}$	V/m
Elektrische Flussdichte	$\vec{D}$	C/m <sup>2</sup> = A · s/m <sup>2</sup>
Elektrischer Fluss	$\psi$	C = A · s
Magnetische Flussdichte	$\vec{B}$	T = V · s/m <sup>2</sup>
Magnetischer Fluss	$\Phi$	Wb = V · s
Magnetische Feldstärke	$\vec{H}$	A/m

Fortsetzung s. nächste Seite

Tabelle 960.1, Fortsetzung

Größe oder Begriffe	Formelzeichen	SI-Einheit
<b>Polarisation und Magnetisierung</b>		
Elektrische Polarisation	$\vec{P}$	$C/m^2 = A \cdot s/m^2$
Elektrisierung	$\vec{P}/\epsilon_0$	V/m
Elektrisches Dipolmoment	$\vec{p}$	$C \cdot m = A \cdot s \cdot m$
Magnetische Polarisation	$\mu_0 \vec{M}$	$T = V \cdot s/m^2$
Magnetisierung	$\vec{M}$	A/m
Magnetisches (Flächen-) Moment	$\vec{m}$	$A \cdot m^2$
Magnetisches Dipolmoment	$\vec{j}$	$Wb \cdot m = V \cdot s \cdot m$
<b>Spannungen und Potenziale</b>		
(Elektrische) Spannung	$U$	V
Elektrisches Potenzial	$\varphi_e^{1)}$	V
Induzierte Spannung	$U_i$	V
Magnetisches Vektorpotenzial	$\vec{A}_m^{1)}$	$Wb/m = V \cdot s/m$
Magnetische Spannung	$V_m$	A
Durchflutung	$\Theta$	A
<b>Energie- und Impulsgrößen</b>		
Elektromagnetische Energiedichte	$w$	$J/m^3 = V \cdot A \cdot s/m^3$
Poyntingvektor	$\vec{S}$	$W/m^2 = V \cdot A/m^2$
Elektromagnetische Impulsdichte	$\vec{p}_v$	$N \cdot s/m^3 = V \cdot A \cdot s^2/m^4$
Kraftdichte	$\vec{f}$	$N/m^3 = V \cdot A \cdot s/m^4$

1) Wegen Überschneidung werden in dieser Norm die Ausweichzeichen  $\varphi_e$  und  $\vec{A}_m$  anstelle der Vorzugszeichen nach DIN 1304-1 benutzt.

Tabelle 961.1 Übersicht über die in DIN 1324-2 behandelten Größen und Begriffe

Materialgrößen oder Begriffe	Formelzeichen	SI-Einheit
<b>Materialgrößen zur Beschreibung der Stromleitung</b>		
Elektrische Leitfähigkeit, Konduktivität	$\sigma^{1)}$	$S/m = A/(V \cdot m)$
Spezifischer elektrischer Widerstand, Resistivität	$\rho$	$\Omega \cdot m = V \cdot m/A$
<b>Materialgrößen zur Beschreibung linearer dielektrischer bzw. magnetischer Eigenschaften</b>		
Permittivität	$\epsilon$	$F/m = A \cdot s/(V \cdot m)$
Permeabilität	$\mu$	$H/m = V \cdot s/(A \cdot m)$
Permittivitätszahl (relative Permittivität)	$\epsilon_r$	1
Permeabilitätszahl (relative Permeabilität)	$\mu_r$	1
Elektrische Suszeptibilität	$\chi_e$	1
Magnetische Suszeptibilität	$\chi_m$	1
<b>Materialgrößen für dielektrisch bzw. magnetisch nichtlineare Materialien</b>		
Aus der Hystereseschleife bei Vollaussteuerung abgeleitete Materialgrößen:		
Magnetische Sättigungspolarisation	$J_s$	$T = V \cdot s/m^2$
Sättigungsmagnetisierung	$M_s$	A/m
Elektrische Remanenzflussdichte	$D_r$	$C/m^2 = A \cdot s/m^2$
Magnetische Remanenzflussdichte	$B_r$	$T = V \cdot s/m^2$
Elektrische Koerzitivfeldstärke	$E_c$	V/m

Fortsetzung und Fußnote s. nächste Seite



Tabelle 961.1, Fortsetzung

Materialgrößen oder Begriffe	Formelzeichen	SI-Einheit
Magnetische Koerzitivfeldstärke	$H_c$	A/m
Flussdichte-Koerzitivfeldstärke	$H_{cl}$	A/m
Polarisations-Koerzitivfeldstärke	$H_{cJ}$	A/m
Differenzielle Permittivitätszahl	$\epsilon_{dif}$	1
Differenzielle Permeabilitätszahl	$\mu_{dif}$	1
Aus Unterschleifen abgeleitete Materialgrößen: Symmetrische Aussteuerung, ausgehend vom neutralen Zustand:		
Amplitudenpermittivitätszahl	$\epsilon_a$	1
Amplitudenpermeabilitätszahl	$\mu_a$	1
Wechselpermittivitätszahl	$\epsilon_{\sim}$	1
Wechselpermeabilitätszahl	$\mu_{\sim}$	1
Anfangspermittivitätszahl	$\epsilon_i$	1
Anfangspermeabilitätszahl	$\mu_i$	1
Maximalpermittivitätszahl	$\epsilon_{max}$	1
Maximalpermeabilitätszahl	$\mu_{max}$	1
Unsymmetrische Aussteuerung:		
Überlagerungspermittivitätszahl	$\epsilon_{\Delta}$	1
Überlagerungspermeabilitätszahl	$\mu_{\Delta}$	1
Impulspermittivitätszahl	$\epsilon_p$	1
Impulspermeabilitätszahl	$\mu_p$	1
Reversible Permittivitätszahl	$\epsilon_{rev}$	1
Reversible Permeabilitätszahl	$\mu_{rev}$	1

<sup>1)</sup> Wegen Überschneidung wird in dieser Norm das 2. Ausweichzeichen  $\varkappa$  anstelle des Vorzugszeichens  $\gamma$  und des 1. Ausweichzeichens  $\sigma$  nach DIN 1304-1 benutzt.

Tabelle 962.1 Übersicht über die in DIN 1324-3 behandelten Größen und Begriffe

Größen, Begriffe oder Gleichungen	Formelzeichen	SI-Einheiten
<b>Materialgrößen bei sinusförmiger Zeitabhängigkeit</b>		
Komplexe Permittivitätszahl	$\epsilon_r$	1
Komplexe Permeabilitätszahl	$\mu_r$	1
Permittivitäts-Verlustfaktor	$\tan \delta_{\epsilon}$	1
Permeabilitäts-Verlustfaktor	$\tan \delta_{\mu}$	1
Komplexe elektrische Suszeptibilität	$\chi_e$	1
Komplexe magnetische Suszeptibilität	$\chi_m$	1
<b>Wellenfunktion</b>		
<b>Wellengleichungen</b>		
Eingeprägte Leistungsstromdichte	$\vec{J}_0$	A/m <sup>2</sup>
Eingeprägte Raumladungsdichte	$\varrho_0$	C/m <sup>3</sup> = A · s/m <sup>3</sup>
Ausbreitungsgeschwindigkeit der Wellen	$c$	m/s
Lorentz-Konvention		

Fortsetzung s. nächste Seite

Tabelle 962.1, Fortsetzung

Größen, Begriffe oder Gleichungen	Formelzeichen	SI-Einheit
<b>Elementare Dipole als Punktquellen elektromagnetischer Wellen</b>		
Hertzscher Dipol		
Fitzgeraldscher Dipol		
Feldwellenwiderstand	$Z_F$	$\Omega$
<b>Helmholtzsche Gleichungen</b>		
Komplexe Kreisrepetenz	$\underline{k}$	1/m
Nullphasenwinkel	$\varphi_{0i}$	rad
Phasenwinkel	$\varphi_i$	rad
<b>Phasen- bzw. Gruppengeschwindigkeit, Wellenlänge</b>		
Phasengeschwindigkeit	$\vec{v}_{pi}$	m/s
Gruppengeschwindigkeit	$\vec{v}_{gi}$	m/s
Wellenlänge	$\lambda_i$	m
<b>Wellenformen</b>		
Ebene Wellen		
Vektorieller Ausbreitungskoeffizient	$\vec{\gamma}$	1/m
Vektorieller Dämpfungskoeffizient	$\vec{\alpha}$	1/m
Vektorieller Phasenkoeffizient	$\vec{\beta}$	1/m
TEM-Wellen		
TM-Wellen		
TE-Wellen		
Zylinderwellen		
Kugelwellen		
<b>Feldwellenimpedanzen</b>		
Feldwellenimpedanz für TEM-Wellen	$Z_F$	$\Omega$
Feldwellenimpedanz für TM-Wellen	$Z_{FM}$	$\Omega$
Feldwellenimpedanz für TE-Wellen	$Z_{FE}$	$\Omega$

**DIN 40146-1 Begriffe der Nachrichtenübertragung – Grundbegriffe (Nov 1994)**

In dieser Norm werden nur solche Begriffe definiert, die im Zusammenhang mit der physikalischen Repräsentation einer Nachricht (d. h. mit Signalen) von Bedeutung sind. Der Begriff Nachricht wird nicht definiert.

Im Abschnitt 1 werden festgelegt: Nachrichtenquelle, Nachrichtensenke (-sinke), Signal, Signalparameter, Nutz- und Störsignal.

Im Abschnitt 2: Nachrichtenübertragungssysteme, Nachrichtenspeicherung.

Im Abschnitt 3: Einteilung der Signale nach dem Ort der Zeitfunktion und nach der Art der Zeitfunktion, spezielle Benennungen von Signalen sowie Signale in Nachrichtenspeichern.

Der Abschnitt 4 behandelt Übertragungsverfahren.

DIN 40146-1 enthält auch Begriffe, die früher in DIN 40146-3 enthalten waren.

## 20.3 Mathematische Zeichen

### DIN 1302 Allgemeine mathematische Zeichen und Begriffe (Dez 1999)

Die in der Tab. 964.1 angeführten Nummern der Zeichen lassen die Zuordnung zu folgenden Gruppen erkennen:

- |   |  |
|---|--|
| 1 Pragmatische Zeichen                                  | 8 Elementare Geometrie                                   |
| 2 Allgemeine arithmetische Relationen und Verknüpfungen | 9 Grenzwerte   |
| 3 Besondere Zahlen und Verknüpfungen                    | 10 Differentiation                                       |
| 4 Komplexe Zahlen                                       | 11 Integration   |
| 5 Zahlenmengen  | 12 Exponential- und Logarithmusfunktionen                |
| 6 Elemente Zahlentheorie                                | 13 Kreis- und Hyperbelfunktionen sowie deren Umkehrungen |
| 7 Kombinatorik  |  |

Die Tab. 964.1 ist (bis auf die Gruppe 7) wie folgt aufgebaut: Spalte 1 – Nummer; Spalte 2 – Zeichen; Spalte 3 – typische Verwendung; Spalte 4 – Sprechweise; Spalte 5 – Definition von 3.

Aus jeder Gruppe werden einige der am häufigsten benutzten Zeichen wiedergegeben. Die nicht wiedergegebene Spalte „Bemerkungen“ enthält z. T. ausführliche Beispiele, Erläuterungen oder Hinweise für die Anwendung.

Tabelle 964.1 Mathematische Zeichen nach DIN 1302 (Auszug)

1.1	$\approx$	$x \approx y$	x ist ungefähr gleich y	x und y stimmen mit einer für den Benutzer ausreichenden Genauigkeit überein
1.2	$\ll$	$x \ll y$	x ist klein gegen y	x kann gegenüber y für die Zwecke des Benutzers vernachlässigt werden
1.3	$\gg$	$x \gg y$	x ist groß gegen y	$y \ll x$
1.4	$\triangleq$	$x \triangleq y$	x entspricht y	in einer modellmäßigen Darstellung wird y durch x dargestellt; x wird durch y interpretiert
1.5	...		und so weiter bis, und so weiter (unbegrenzt), Punkt, Punkt, Punkt	Bestandteil von Ausdrücken, der eine Auslassung kennzeichnet, die in bestimmter Weise ergänzt werden muss
2.1	$=$	$x = y$	x gleich y	Grundbegriff
2.2	$\neq$	$x \neq y$	x gleich y	es ist nicht der Fall, dass $x = y$
2.3	$\stackrel{\text{def}}{=}$	$x \stackrel{\text{def}}{=} y$	x ist definitionsgemäß gleich y	$x = y$
2.4	$<$	$x < yx$	ist kleiner als y	Grundbegriff
2.5	$\leq$	$x \leq y$	x kleiner oder gleich y, x höchstens gleich y	$x < y$ oder $x = y$
2.6	$>$	$x > y$	x größer y	$y < x$
2.7	$\geq$	$x \geq y$	x größer oder gleich y, x mindestens gleich y	$y \leq x$
2.8	$+$	$x + y$	x plus y, Summe von x und y	Grundbegriff
2.9	$-$	$x - y$	x minus y, Differenz von x und y	das (eindeutig bestimmte) z mit $y + z = x$
2.10	$\cdot$	$x \cdot y$ oder $xy$	x mal y, Produkt von x und y	Grundbegriff
2.11	$-$ oder $/$	$\frac{x}{y}$ oder $x/y$	x durch y, Quotient von x und y	das (eindeutig bestimmte) z mit $yx = x$ , wobei $y \neq 0$ sei
2.12	$\sum$	$\sum_{i=1}^n x_i$	Summe über $x_i$ von i gleich 1 bis n	rekursive Definition: $\sum_{i=1}^1 x_i \stackrel{\text{def}}{=} x_1$ $\sum_{i=1}^{n+1} x_i \stackrel{\text{def}}{=} \left( \sum_{i=1}^n x_i \right) + x_{n+1}$
3.1	$0$		Null	das (eindeutig bestimmte) y mit der Eigenschaft, dass für alle x gilt: $x + y = x$

Fortsetzung s. nächste Seiten

Tabelle 964.1, Fortsetzung

3.4	e			exp (1)
3.5		$x^n$	x hoch n, n-te Potenz von x	rekursive Definition für $n \geq 0$ : $x^0 \stackrel{\text{def}}{=} 1$ $x^{n+1} \stackrel{\text{def}}{=} x^n x$ , für $n < \infty$ ist $-n > 0$ und $x^{-n} \stackrel{\text{def}}{=} 1/x^n$
3.6	$\sqrt{\quad}$	$\sqrt{x}$	Wurzel (Quadratwurzel) aus x	das (eindeutig bestimmte) $y$ mit $y \geq 0$ und $y^2 = x$
3.7	$\sqrt[n]{\quad}$	$\sqrt[n]{x}$	n-te Wurzel aus x	das (eindeutig bestimmte) $y$ mit $y \geq 0$ und $y^n = x$
3.8	!	n!	n Fakultät	rekursive Definition für $n \geq 0$ : $0! \stackrel{\text{def}}{=} 1$ $(n+1)! \stackrel{\text{def}}{=} n! (n+1)$
3.9		$(x)_s$	s unter x	rekursive Definition: $(x)_0 \stackrel{\text{def}}{=} 1$ $(x)_{s+1} \stackrel{\text{def}}{=} (x)_s (x-s)$
3.10		$\left(\frac{x}{s}\right)$	x über s	$\frac{(x)_s}{s!}$
3.11	sgn	sgn x	Signum von x	$\text{sgn } x \stackrel{\text{def}}{=} \begin{cases} 1, & \text{wenn } x > 0 \\ 0, & \text{wenn } x = 0 \\ -1, & \text{wenn } x < 0 \end{cases}$
3.12		x	Betrag von x	$ x  \stackrel{\text{def}}{=} \begin{cases} x, & \text{wenn } x \geq 0 \\ -x, & \text{wenn } x < 0 \end{cases}$
3.13	[]	[x]	größte ganze Zahl kleiner oder gleich x	das (eindeutig bestimmte) $y \in \mathbb{Z}$ mit $y \leq x < y + 1$
3.14	$\rightarrow$	$x \xrightarrow{f} y$	x geht durch f in y über	$f(x) = y$
3.15	$\infty$		unendlich	Diese Schreibfigur bezeichnet keine Zahl, sie tritt in verschiedenen zusammengesetzten Ausdrücken auf, die jeweils für sich definiert werden müssen.
4.5		z	Betrag von z	$\sqrt{z\bar{z}}$
4.6	Arc	Arc z	Arcus von z	das (eindeutig bestimmte) x mit $0 \leq x < 2\pi$ und $z =  z  \exp(i x)$
5.1	$\mathbb{N}$		Doppelstrich-N	Menge der nichtnegativen ganzen Zahlen
5.4	$\mathbb{Q}$		Doppelstrich-Q	Menge der rationalen Zahlen
5.7	$\mathbb{R}$		Doppelstrich-R	Menge der reellen Zahlen
5.8	$\mathbb{C}$		Doppelstrich-C	Menge der komplexen Zahlen
6.4		$x   y$	x teilt y	es gibt eine ganze algebraische Zahl z mit $xz = y$
6.5	$\nmid$	$x \nmid y$	x teilt nicht y	es ist nicht der Fall, dass $x   y$
6.6	$\equiv$	$x \equiv y \pmod m$ oder $x \equiv y(m)$	x kongruent y modulo m	es ist nicht der Fall, dass $x   y$ $m   (x - y)$
8.1			Gerade	Punktmenge der Art $\{P + \lambda PQ \mid \lambda \in \mathbb{R}\}$ für $P \neq Q$
8.2			Trägervektor einer Geraden g	Vektor $\vec{PQ}$ für Punkte $P, Q \in g$ mit $P \neq Q$
8.3	$\perp$	$g \perp h$	g ist orthogonal zu h	es gibt Trägervektoren x von g und y von h mit $x \cdot y = 0$
8.4		$g \parallel h$	g ist parallel zu h	g und h haben die gleichen Trägervektoren
8.5			orientierte Gerade	Gerade zusammen mit einer Orientierung
8.6			Trägervektor einer orientierten Geraden	Trägervektor der Geraden, der die gegebene Orientierung bestimmt
8.7	$\uparrow\uparrow$	$g \uparrow\uparrow h$	g und h sind gleichsinnig parallel	g und h haben gleiche Trägervektoren

Fortsetzung s. nächste Seiten

Tabelle 964.1, Fortsetzung

8.8	$\uparrow \downarrow$	$g \uparrow \downarrow h$	$g$ und $h$ sind gegenseitig parallel	$g$ und $h$ haben entgegengesetzt gleiche Trägervektoren
8.9			Strahl, Halbgerade	Punktmenge der Art $\{P + \lambda PQ \mid \lambda \geq 0\}$ für $P \neq Q$
8.10			Trägervektor eines Strahls $g$	Vektor $PQ$ für den Anfangspunkt $P$ des Strahls und einen davon verschiedenen Punkt $Q$ des Strahls
8.11	$\sphericalangle$	$\sphericalangle(g, h)$	(nicht orientierter) Winkel zwischen $g$ und $h$	$\text{Arccos} \frac{\mathbf{x} \cdot \mathbf{y}}{ \mathbf{x}   \mathbf{y} }$ , wobei $\mathbf{x}, \mathbf{y}$ Trägervektoren der Strahlen $g, h$ sind
8.12	$\sphericalangle$	$\sphericalangle(g, h)$	orientierter Winkel von $g$ nach $h$	$\sphericalangle(g, h)$ , wenn $g = h$ oder wenn Trägervektoren, $g, h$ die gegebene Orientierung der Ebene (im Sinne von DIN 1312, Abschn. 2.2, s. Norm) bestimmen, andernfalls $2\pi - \sphericalangle(g, h)$
8.16		$\overline{PQ}$	Strecke von $P$ nach $Q$	$\{P + \lambda PQ \mid 0 \leq \lambda \leq 1\}$
8.17	$d$	$d(P, Q)$	Abstand (Distanz) von $P$ und $Q$	$ PQ $
8.18	$\Delta$	$\Delta(PQR)$	Dreieck $PQR$	$\overline{PQ} \cup \overline{QR} \cup \overline{RP}$
8.19	$\odot$	$\odot(P, r)$	Kreis um $P$ mit Radius $r$	$\{Q \mid d(P, Q) = r\}$
8.20	$\cong$	$M \cong N$	$M$ ist kongruent zu $N$	es gibt eine Kongruenzabbildung, die $M$ in $N$ überführt
9.1	lim	$a = \lim_{n \rightarrow \infty} a_n$	$a$ ist Limes (Grenzwert) der Folge $(a_n)$ , die Folge $(a_n)$ konvergiert gegen $a$	zu jedem $\varepsilon > 0$ gibt es ein $n_0$ , sodass für alle $n > n_0$ gilt: $ a - a_n  < \varepsilon$
9.2	$\sum_{n=0}^m$	$\sum_{n=0}^m a_n$	Summe der Reihe $\sum_{n=0}^m a_n$	$\lim_{m \rightarrow \infty} \left( \sum_{n=0}^m a_n \right)$
9.3	lim	$a = \lim_{x \rightarrow x_0} f(x)$	$a$ ist Limes von $f(x)$ für $x$ gegen $x_0$	zu jedem $\varepsilon > 0$ gibt es ein $\delta > 0$ , sodass für alle $x \in D(f)$ mit $ x - x_0  < \delta$ gilt: $0 <  f(x) - a  < \varepsilon$
9.8	$\approx$	$f \approx g$	$f$ ist asymptotisch gleich $g$	$\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{f(x)}{g(x)} = 1$
10.1			$f$ ist in $x_0$ differenzierbar	es gibt eine in $x_0$ stetige Funktion $\omega$ , sodass für alle $x \in D(f)$ gilt: $f(x) = f(x_0) + (x - x_0)\omega(x)$
10.2		$f'(x_0)$ $\left. \frac{df(x)}{dx} \right _{x_0}$	$f$ Strich von $x_0$ , $df(x)$ nach $dx$ an der Stelle $x_0$ , Ableitung von $f$ an der Stelle $x_0$	$\omega(x_0)$ für die eindeutig bestimmte Funktion $\omega$ aus Nr. 10.1
10.3		$f'$ $\frac{df(x)}{dx}$	$f$ Strich, $df(x)$ nach $dx$ , Ableitung von $f$	$\langle x \rightarrow f'(x) \rangle$
10.8		$f_{,k}$ $\frac{\partial f(\mathbf{x})}{\partial x_k}$	$f$ partiell nach dem $k$ ten Argument $d$ partiell $f(\mathbf{x})$ nach $dx_k$	$\langle \mathbf{x} \rightarrow f_{,k}(\mathbf{x}) \rangle$
10.10	$\Delta$	$\Delta x$ oder $\Delta f$	Delta $x$ oder Delta $f$	Differenz zweier Werte, die dem Kontext zu entnehmen sind
11.2	$\mathfrak{S}$	$\mathfrak{S}(f, \mathfrak{I})$	Obersumme von $f$ bezüglich $\mathfrak{I}$	$\sum_{i=0}^n \sup \{f(x) \mid a_i \leq x \leq a_{i+1}\} \cdot (a_{i+1} - a_i)$

Fortsetzung s. nächste Seiten

Tabelle 964.1, Fortsetzung

11.3	$S$	$S(f, \mathfrak{S})$	Untersumme von $f$ bezüglich $\mathfrak{S}$	$\sum_{i=0}^n \inf \{f(x) \mid a_i \leq x \leq a_{i+1}\} \cdot (a_{i+1} - a_i)$
11.4			$f$ ist über $I$ im Riemannschen Sinne integrierbar	das Supremum aller Untersummen $S(f, \mathfrak{S})$ ist gleich dem Infimum aller Obersummen $\mathbf{S}(f, \mathfrak{S})$
11.5	$\int$	$\int_a^b f(x) dx$	Integral über $f(x)dx$ von $a$ bis $b$	der gemeinsame Wert, der zugleich Supremum der Untersummen und Infimum der Obersummen ist
		$\int_a^b f$	Integral über $f$ von $a$ bis $b$	
11.6	$\oint$		Randintegral, Hüllenintegral	besonderes Integralzeichen, das bei Kurven- und Flächenintegralen auch anstelle von $\int$ benutzt wird, wenn der Integrationsbereich eine geschlossene Kurve oder Fläche ist
11.7			$F$ ist eine Stammfunktion von $f$	$F' = f$
11.8		$F(x) \Big _{x=a}^{x=b}$	$F(x)$ zwischen den Grenzen für $x$ von $a$ bis $b$	$F(b) - F(a)$
		$F \Big _a^b$	$F$ zwischen den Grenzen $a$ und $b$	
12.1	exp	exp $z$ oder $e^z$	Exponentialfunktion von $z$ , $e$ hoch $z$	$\sum_{k=0}^z \frac{z^k}{k!}$
12.2	ln	ln $x$	natürlicher Logarithmus von $x$	ln ist die Umkehrfunktion der Einschränkung von exp auf $\mathbb{R}$
12.3		$x^z$	$x$ hoch $z$	exp ( $z \ln x$ )
12.4	log	$\log_y x$	Logarithmus von $x$ zur Basis $y$	$\frac{\ln x}{\ln y}$
12.5	lg	lg $x$	dekadischer Logarithmus von $x$	$\log_{10} x$
12.6	lb	lb $x$	binärer Logarithmus von $x$	$\log_2 x$
13.1	sin	sin $z$	Sinus von $z$	$\sum_{k=0}^z (-1)^k \frac{z^{2k+1}}{(2k+1)!}$
13.2	cos	cos $z$	Cosinus von $z$	$\sum_{k=0}^z (-1)^k \frac{z^{2k}}{(2k)!}$
13.3	tan	tan $z$	Tangens von $z$	$\frac{\sin z}{\cos z}$
13.4	cot	cot $z$	Cotangens von $z$	$\frac{\cos z}{\sin z}$
13.9	Arcsin	Arcsin $x$	Arcussinus von $x$	Arcsin ist die Umkehrfunktion der Einschränkung von sin auf $\left[-\frac{\pi}{2}, \frac{\pi}{2}\right]$
13.10	Arccos	Arccos $x$	Arcuscosinus von $x$	Arccos ist die Umkehrfunktion der Einschränkung von cos auf $[0, \pi]$
13.11	Arctan	Arctan $x$	Arcustangens von $x$	Arctan ist die Umkehrfunktion der Einschränkung von tan auf $\left(-\frac{\pi}{2}, \frac{\pi}{2}\right)$
13.12	Arccot	Arccot $x$	Arcuscotangens von $x$	Arccot ist die Umkehrfunktion der Einschränkung von cot auf $(0, \pi)$

Fortsetzung s. nächste Seiten

Tabelle 964.1, Fortsetzung

Gruppe 7 ist als Letzte wiedergegeben, und zwar mit besonderem Tabellenkopf. Zu den Grundaufgaben der Kombinatorik gehört die Bestimmung der Anzahlen von gewissen Zusammenstellungen, Auswahlen oder anderweitig spezifizierten Kombinationen von Elementen endlicher Mengen.

Nr	interpretations-unabhängige Benennung	Anzahl	mengentheoretisches Modell	Wortmodell	Verteilungsmodell Urnenmodell
7.1	$s$ -Kombination mit Wiederholungen oder $s$ -Repetition	$\binom{n+s-1}{s}$	$s$ -Auswahl mit Vielfachheit	geordnetes Wort der Länge $s$	Verteilung von $s$ nicht unterscheidbaren Kugeln auf $n$ Fächer Ziehung von $s$ Kugeln mit Rücklegen ohne Notieren der Reihenfolge
7.2	$s$ -Kombination ohne Wiederholungen oder $s$ -Kombination	$\binom{n}{s}$ Dabei ist $1 \leq s \leq n$	$s$ -Auswahl $s$ -elementige Teilmenge	geordnetes Wort der Länge $s$ ohne Wiederholungen	Verteilung von $s$ nicht unterscheidbaren Kugeln auf $n$ Plätze Ziehung von $s$ Kugeln ohne Rücklegen und ohne Notieren der Reihenfolge
7.3	$s$ -Variation mit Wiederholungen oder $s$ -Variationen	$n^s$	$s$ -Tupel	Wort der Länge $s$	Verteilung von $s$ unterscheidbaren Kugeln auf $n$ Fächer Ziehung von $s$ Kugeln mit Rücklegen und Notieren der Reihenfolge
7.4	$s$ -Variation ohne Wiederholungen oder $s$ -Permutation	$(n)_s$ Dabei ist $1 \leq s \leq n$	$s$ -Tupel verschiedener Elemente	Wort der Länge $s$ ohne Wiederholungen	Verteilung von $s$ unterscheidbaren Kugeln auf $n$ Plätze Ziehung von $s$ Kugeln ohne Rücklegen mit Notieren der Reihenfolge
7.5	$s$ -Permutation mit Vielfachheiten $k_1, \dots, k_n$	$\frac{s!}{k_1! \dots k_n!}$ Dabei ist $s = k_1 + \dots + k_n$	$s$ -Tupel, in dem das $i$ -te Element von $G$ $k_i$ -mal vorkommt (für $1 \leq i \leq n$ )	Wort der Länge $s$ , in dem das $i$ -te Zeichen $k_i$ -mal vorkommt (für $1 \leq i \leq n$ )	Verteilung von $s$ unterscheidbaren Kugeln auf $n$ nummerierte Fächer, so dass das $i$ -te Fach $k_i$ Kugeln enthält (für $1 \leq i \leq n$ ) Ziehung von $s$ Kugeln mit Rücklegen und mit Notieren der Reihenfolge, wobei die $i$ -te Kugel $k_i$ -mal gezogen wurde (für $1 \leq i \leq n$ )
7.6	Permutation	$n!$	$n$ -Tupel verschiedener Elemente	Wort der Länge $n$ ohne Wiederholungen	Verteilung von $n$ unterscheidbaren Kugeln auf $n$ Plätze Ziehung aller $n$ Kugeln ohne Rücklegen mit Notieren der Reihenfolge

Schreibweise physikalischer Größen und Gleichungen s. DIN 1313.

In Fachschriften werden physikalische Größen vorwiegend durch kursive (schräge) Buchstaben, Funktionszeichen wie  $\sin$ ,  $\log$  sowie die Zeichen  $d$ ,  $\delta$ , Basis  $e$  und Einheit  $i$  (oder  $j$ ) durch senkrechte Buchstaben dargestellt. In mathematischen Abhandlungen benutzt man durchweg schräge Buchstaben, außer bei Funktionszeichen mit einer Buchstabenfolge  $\geq 2$ , z. B.  $\sin$ ,  $\arcsin$  (DIN 1338, s. Norm).

## 20.4 Zahlenangaben, Dezimalschreibweisen, Runden

### DIN 1333 Zahlenangaben (Feb 1992)

In dieser Norm wird festgelegt, wie Zahlen im täglichen Leben, in Wirtschaft, Technik und Wissenschaft geschrieben werden sollen. Dabei werden auch über näherungsweise Angabe von Zahlen Festlegungen getroffen, wie sie beim Runden und Messen erforderlich sind. Ferner wird die Art der Angabe von Toleranzen festgelegt.

Die verschiedenen Arten von Zahlenschreibweisen im Zehnersystem (Dezimalschreibweise) s. Norm.

## Runden

Die in der Norm festgelegten Rundeverfahren bestehen aus drei Schritten:

- Festlegen der Rundestelle,
- Kommastellung und
- Anwenden einer Runderegeln.

### Festlegen der Rundestelle

Die Rundestelle (das ist die Dezimalstelle, an der nach dem Runden die letzte Ziffer steht) kann fest vereinbart werden (z. B. die dritte Stelle von links, Cent- oder Euro-Betrag), sich aus technischen Gründen ergeben (letzte Stelle der Ergebnisablage im Speicher einer Datenverarbeitungsanlage) oder es kann ein Verfahren zur Bestimmung der Rundestelle angewendet werden.

Um eine Zahl zu runden, addiert man zu ihr den halben Stellenwert der Rundestelle und lässt in der Summe die hinter der Rundestelle stehenden Ziffern weg.

<b>Beispiele</b>	zu rundende Zahl	8,579413	8,579613
	Rundestelle		
	halber Rundstellenwert	0,0005	0,0005
	Summe	8,579913	8,580113
	gerundete Zahl	8,579	8,580

Durch das Runden entsteht ein Rundefehler, das ist die Differenz: gerundete Zahl minus zu rundende Zahl. Er kann positiv oder null oder negativ sein. Sein Betrag ist kleiner als  $5/9$  des Stellenwertes der Rundestelle.

### Kommastellung

Für Mitteilungen von Mess- und Rechenergebnissen in Wissenschaft und Technik, aber nicht für Versuchsprotokolle, Auswertungen und Berechnungen gilt folgende Regel:

Die nach Anwendung einer der Grundregeln wegzulassenden Ziffern sollen nicht durch Nullen (oder andere Ziffern) ersetzt werden. Deshalb darf das Komma nicht weiter rechts als unmittelbar rechts neben der Rundestelle stehen. Dazu ist nötigenfalls vor dem Runden das Komma um hinreichend viele Stellen nach links zu verschieben unter gleichzeitigem Multiplizieren mit der Zehnerpotenz, deren Exponent gleich der Anzahl der Verschiebestellen ist.

<b>Beispiel</b>	zu rundende Zahl	857941,3	
	Rundestelle		
	Kommaverschiebung	$8579,413 \cdot 10^2$	oder $8,579413 \cdot 10^5$
	gerundete Zahl	$8579 \cdot 10^2$	oder $8,579 \cdot 10^5$

Über Zahlenangaben mit Einheiten s. DIN 1301-1.

### Ab- und Aufrunden

Wo ein positiver Rundefehler unzulässig ist, wird, abweichend vom Verfahren, abgerundet, das heißt: ohne vorherige Addition werden die Ziffern hinter der Rundestelle weggelassen.

Wo ein negativer Rundefehler unzulässig ist, wird, abweichend vom Verfahren, aufgerundet, das heißt: der ganze Stellenwert der Rundestelle wird addiert, und in der Summe werden die Ziffern hinter der Rundestelle weggelassen.

Der Betrag des durch Ab- und Aufrunden entstehenden Fehlers kann größer sein als der Rundefehler, aber nicht größer als der Stellenwert der Rundestelle.

### Angabe von Vorgabewerten, z. B. Sollwerte, Grenzwerte, Toleranzen

Vorgabewerte sind im Allgemeinen als genaue Werte, also als Werte ohne Unsicherheit, aufzufassen. Werden Vorgabewerte, insbesondere Grenzwerte und Toleranzen, willkürlich verändert, z. B. durch Runden nach Umrechnung, so dürfen diese Änderungen jeweils nur in solcher Richtung und mit solchen Beträgen vorgenommen werden, dass der durch die Vorgabe beabsichtigte Zweck nicht beeinträchtigt wird. So geänderte Vorgabewerte sind bei der weiteren Anwendung wieder als genaue Werte aufzufassen. Bei Sollwerten darf aus der geschriebenen Stellenzahl alleine nicht auf die Grenzabweichungen geschlossen werden. Die Angabe von Sollwerten ist nur vollständig mit Angabe über Grenzabweichungen oder anderen Angaben über einzuhaltende Grenzwerte.



### Schreibweisen mit Angabe der Grenzabweichungen

Aus der Angabe eines Bezugswertes (Sollwert, Nennwert), mit gleichzeitiger Angabe der Grenzabweichungen lassen sich Grenzwerte bzw. der Toleranzbereich errechnen. Die Grenzwerte sind der Höchstwert und der Mindestwert. Sie geben die Grenzen des Toleranzbereiches an. Der Toleranzbereich umfasst als abgeschlossenes Intervall den Bereich aller zulässigen Istwerte.

**Beispiel** der Schreibweise eines Nennwertes mit symmetrischem Toleranzbereich (ohne Einheiten):  $20 \pm 0,2$

**Bedeutung:**

Bezug	$b = 20$
Obere Grenzabweichung	$o = 0,2$
Untere Grenzabweichung	$u = -0,2$
Höchstwert	$h = b + o = 20,2$
Mindestwert	$m = b + u = 19,8$
Toleranz	$t = h - m = o - u = 0,4$
Toleranzbereich	von 19,8 bis 20,2

**Beispiel** für richtige und falsche Schreibweisen bei Größenwerten (mit Einheiten)

Schreibweise	Bewertung	Bemerkung
$(24 \pm 0,3) \text{ mm}$	richtig	Toleranzbereich von 23,7 mm bis 24,3 mm
$16 \text{ g } \begin{smallmatrix} +0,2 \\ -0,1 \end{smallmatrix} \text{ g}$	richtig	Toleranzbereich von 15,9 g bis 16,2 g
$500 \text{ g } \begin{smallmatrix} +100 \\ 0 \end{smallmatrix} \text{ mg}$	richtig	Toleranzbereich von 500 g bis 500,1 g
$17 \text{ kg } \pm 0,05$	falsch	Einheit für die Grenzabweichungen fehlt
$19 \pm 0,1 \text{ mm}$	falsch	Einheit für den Bezugswert fehlt

### Angabe von Ergebniswerten mit Unsicherheit

Die Angabe von Ergebnissen (insbesondere Messergebnissen) ist nur vollständig mit Angaben zur Unsicherheit  $u$ . Diese ist immer ein Abweichungsbetrag vom Bezugswert aus, er ist kein Abweichungsbereich beiderseits des Bezugswertes. Diese Unsicherheit wird aus einer kritischen Untersuchung ihrer Ursachen quantitativ geschätzt. Im Falle von Messungen physikalischer Größen gilt hinsichtlich der Schätzung DIN 1319-3 und DIN 1319-4 (s. Norm). Die Unsicherheit  $u$  bestimmt diejenige Stelle einer als Dezimal vielziffrig gewonnenen Ergebniszahl, an der diese gerundet werden muss, um nicht eine kleinere Unsicherheit als die wirklich vorhandene vorzutäuschen. Nach dem Verwendungszweck der Ergebniszahl wird anschließend darüber entschieden, ob die Zahl  $u$  zusätzlich explizit angegeben wird, oder ob dies als nicht notwendig erachtet wird.

Die Norm beschreibt im Einzelnen die Ermittlung der Rundestelle in der Ergebniszahl bei unbekannter Unsicherheit  $u$ , die möglichen Schreibweisen mit Angabe der Unsicherheit  $u$  und die möglichen Schreibweisen ohne Angabe der Unsicherheit.

Weitere Einzelheiten s. Norm.

# 21 Qualitätsmanagement, Statistik und Messtechnik

Bearbeitet von M. Kaufmann

Qualitätsmanagementsysteme können Organisationen beim Erhöhen der Kundenzufriedenheit unterstützen. Kunden verlangen Produkte mit Merkmalen, die ihre Erfordernisse und Erwartungen erfüllen. Diese Erfordernisse und Erwartungen werden in Produktspezifikationen ausgedrückt und in ihrer Gesamtheit als Kundenanforderungen bezeichnet. Kundenanforderungen können vom Kunden vertraglich festgelegt oder von der Organisation selbst ermittelt werden. In beiden Fällen befindet der Kunde letztlich über die Annehmbarkeit des Produkts. Wegen sich ändernder Erfordernisse und Erwartungen der Kunden werden Organisationen zur ständigen Verbesserung ihrer Produkte und Prozesse angespornt.

Sich mit einem Qualitätsmanagementsystem zu befassen, regt Organisationen dazu an, die Kundenanforderungen zu analysieren, jene Prozesse festzulegen, die dazu beitragen, ein für die Kunden angenehmes Produkt zu liefern und diese Prozesse beherrscht zu halten. Ein Qualitätsmanagementsystem kann den Rahmen für ständige Verbesserung bieten, damit die Wahrscheinlichkeit zunimmt, dass die Zufriedenheit der Kunden und anderer interessierter Parteien erhöht wird. Es gibt der Organisation und ihren Kunden das Vertrauen, dass diese fähig ist, ständig den Anforderungen entsprechende Produkte bereitzustellen.

## 21.1 Qualitätsmanagement<sup>1), 2)</sup>

Die im Folgenden aufgeführten Normen der ISO-9000-Familie wurden entwickelt, um Organisationen jeder Art und Größe beim Verwirklichen von und beim Arbeiten mit wirksamen Qualitätsmanagementsystemen zu helfen.

- DIN EN ISO 9000 beschreibt Grundlagen für Qualitätsmanagementsysteme und legt die Terminologie für Qualitätsmanagementsysteme fest.
- DIN EN ISO 9001 legt die Anforderungen an ein Qualitätsmanagementsystem für den Fall fest, dass eine Organisation ihre Fähigkeit darlegen muss, Produkte bereitzustellen, die die Anforderungen der Kunden und die behördlichen Anforderungen erfüllen, und anstrebt, die Kundenzufriedenheit zu erhöhen.
- DIN EN ISO 9004 stellt einen Leitfadens bereit, der sowohl die Wirksamkeit als auch die Effizienz des Qualitätsmanagementsystems betrachtet. Das Ziel dieser Norm besteht in der Leistungsverbesserung der Organisation sowie der Verbesserung der Zufriedenheit der Kunden und anderer interessierter Parteien.

DIN EN ISO 9000 und die Normen der Reihe DIN 55350 dienen dazu, Benennungen und Definitionen der im Qualitätsmanagement und in der Statistik angewendeten Begriffe zu vereinheitlichen und damit zur Verständigung auf diesem Gebiet beizutragen. In den Normen werden die Definitionen durch eine Vielzahl von Anmerkungen erläutert, auf deren vollständige Wiedergabe hier jedoch verzichtet werden muss. Es werden auch nur diejenigen Begriffe wiedergegeben, die untereinander im engen Zusammenhang stehen und die in den weiterhin behandelten Normen des Qualitätsmanagements und der Messtechnik angewendet werden.

### **DIN EN ISO 9000 Qualitätsmanagementsysteme – Grundlagen und Begriffe (Dez 2005)**

DIN EN ISO 9000 legt die Begriffe für die in den Normen der ISO-9000-Familie beschriebenen Qualitätsmanagementsysteme fest und beschreibt die zugehörigen Grundlagen. Diese Norm ist anwendbar für:

- Organisationen, die durch die Verwirklichung eines Qualitätsmanagementsystems Vorteile suchen und die; Vertrauen zu ihren Lieferanten erwerben wollen, dass diese ihre Anforderungen an das Produkt erfüllen werden sowie die Nutzer der Produkte und Entwickler in Bezug stehender Normen;

<sup>1)</sup> S. auch: [www.nqsz.din.de](http://www.nqsz.din.de)

<sup>2)</sup> S. auch folgende DIN-Taschenbücher und Publikationen: 223 „Qualitätssicherung und Statistik – Begriffe“, 226 „Qualitätsmanagement – Verfahren“, 355 „Statistik – Genauigkeit von Messungen – Ringversuche“, „Loseblattsammlung Qualitätsmanagement – Statistik – Umweltmanagement“, „Dokumentensammlung DIN EN ISO 9000 ff. Qualitätsmanagement“, „DIN EN ISO 9001 Anleitung für kleine Organisationen – Hinweise von ISO/TC 176“, „Musterhandbücher z. B. Musterhandbuch Handwerk nach DIN EN ISO 9001: 2000“, Alle Beuth Verlag GmbH, Berlin, Wien, Zürich.

- alle, die mit einem gemeinsamen Verständnis der im Qualitätsmanagement verwendeten Begriffe zu tun haben (z. B. Lieferanten, Kunden, Behörden);
- alle, innerhalb und außerhalb der Organisation, die das Qualitätsmanagementsystem bewerten oder im Hinblick auf die Einhaltung der Anforderungen nach ISO 9001 auditieren (z. B. Auditoren, Behörden, Zertifizierungs-/Zulassungsstellen);
- alle, innerhalb und außerhalb der Organisation, welche die Organisation bezüglich eines für sie geeigneten Qualitätsmanagementsystems beraten und schulen.

Nachstehend einige grundlegende Benennungen und deren Definitionen.

<b>Qualitätsbezogene Begriffe</b>	
<p><b>Qualität.</b> Grad, in dem ein Satz inhärenter Merkmale Anforderungen erfüllt.</p> <p><b>Anforderung.</b> Erfordernis oder Erwartung, das oder die festgelegt, üblicherweise vorausgesetzt oder verpflichtend ist.</p> <p><b>Kundenzufriedenheit.</b> Wahrnehmung des Kunden zu dem Grad, in dem die Anforderungen des Kunden erfüllt worden sind.</p>	<p><b>Fähigkeit.</b> Eignung einer Organisation, eines Systems oder eines Prozesses zum Realisieren eines Produkts, das die Anforderungen an dieses Produkt erfüllen wird.</p> <p><b>Kompetenz.</b> Dargelegte Eignung, Wissen und Fertigkeiten anzuwenden.</p>
<b>Managementbezogene Begriffe</b>	
<p><b>Managementsystem.</b> System zum Festlegen von Politik und Zielen sowie zum Erreichen dieser Ziele.</p> <p><b>Qualitätsmanagementsystem.</b> Managementsystem zum Leiten und Lenken einer Organisation bezüglich der Qualität.</p> <p><b>Qualitätspolitik.</b> Übergeordnete Absichten und Ausrichtung einer Organisation zur Qualität, formell ausgedrückt durch die oberste Leitung.</p> <p><b>Qualitätsziel.</b> Etwas bezüglich Qualität Angestrebtes oder zu Erreichendes.</p> <p><b>Management.</b> Aufeinander abgestimmte Tätigkeiten zum Leiten und Lenken einer Organisation.</p> <p><b>oberste Leitung.</b> Person oder Personengruppe, die eine Organisation auf der obersten Ebene leitet und lenkt.</p>	<p><b>Qualitätsmanagement.</b> Aufeinander abgestimmte Tätigkeiten zum Leiten und Lenken einer Organisation bezüglich Qualität.</p> <p><b>Qualitätssicherung.</b> Teil des Qualitätsmanagements, der auf das Erzeugen von Vertrauen darauf gerichtet ist, dass Qualitätsanforderungen erfüllt werden.</p> <p><b>Qualitätsverbesserung.</b> Teil des Qualitätsmanagements, der auf die Erhöhung der Eignung zur Erfüllung der Qualitätsanforderungen gerichtet ist.</p> <p><b>ständige Verbesserung.</b> Wiederkehrende Tätigkeiten zur Erhöhung der Eignung, Anforderungen zu erfüllen.</p>
<b>Organisationsbezogene Begriffe</b>	
<p><b>Organisation.</b> Gruppe von Personen und Einrichtungen mit einem Gefüge von Verantwortungen, Befugnissen und Beziehungen.</p> <p><b>Kunde.</b> Organisation oder Person, die ein Produkt empfängt. Beispiel: Verbraucher, Klient, Endanwender, Einzelhändler, Nutznießer und Käufer.</p>	<p><b>Lieferant.</b> Organisation oder Person, die ein Produkt bereitstellt. Beispiel: Hersteller, Vertriebseinrichtung, Einzelhändler, Verkäufer eines Produkts oder Erbringer einer Dienstleistung oder Bereitsteller von Informationen.</p>
<b>Prozess- und produktbezogene Begriffe</b>	
<p><b>Prozess.</b> Satz von in Wechselbeziehung oder Wechselwirkung stehenden Tätigkeiten, der Eingaben in Ergebnisse umwandelt.</p> <p><b>Projekt.</b> Einmaliger Prozess, der aus einem Satz von abgestimmten und gelenkten Tätigkeiten mit Anfangs- und Endterminen besteht und durchgeführt wird, um unter Berücksichtigung von Zwängen bezüglich Zeit, Kosten und Ressourcen ein Ziel zu erreichen, das spezifische Anforderungen erfüllt.</p>	<p><b>Produkt.</b> Ergebnis eines Prozesses.</p> <p><b>Entwicklung.</b> Satz von Prozessen, der Anforderungen in festgelegte Merkmale oder in die Spezifikation eines Produkts, eines Prozesses oder eines Systems umwandelt.</p> <p><b>Verfahren.</b> Festgelegte Art und Weise, eine Tätigkeit oder einen Prozess auszuführen.</p>
<b>Merkmalsbezogene Begriffe und konformitätsbezogene Begriffe</b>	
<p><b>Qualitätsmerkmal.</b> Inhärentes Merkmal eines Produkts, „Prozesses innewohnend“, insbesondere als ständiges Merkmal.</p> <p><b>Rückverfolgbarkeit.</b> Möglichkeit, den Werdegang, die Verwendung oder den Ort des Betrachteten zu verfolgen.</p> <p><b>Konformität.</b> Erfüllung einer Anforderung.</p>	<p><b>Fehler.</b> Nichterfüllung einer Anforderung.</p> <p><b>Mangel.</b> Nichterfüllung einer Anforderung in Bezug auf einen beabsichtigten oder festgelegten Gebrauch.</p> <p><b>Korrekturmaßnahme.</b> Maßnahme zur Beseitigung der Ursache eines erkannten Fehlers oder einer anderen erkannten unerwünschten Situation.</p>
<b>Dokumentationsbezogene Begriffe</b>	
<p><b>Dokument.</b> Information und ihr Trägermedium.</p> <p><b>Qualitätsmanagement-Handbuch.</b> Dokument, in dem das Qualitätsmanagementsystem einer Organisation festgelegt ist.</p>	<p><b>Spezifikation.</b> Dokument, das Anforderungen festlegt.</p> <p><b>Aufzeichnung.</b> Dokument, das erreichte Ergebnisse angibt oder einen Nachweis ausgeführter Tätigkeiten bereitstellt.</p>

Fortsetzung s. nächste Seite

---

**Untersuchungsbezogene Begriffe**


---

**objektiver Nachweis.** Daten, welche die Existenz oder Wahrheit von etwas bestätigen.

**Prüfung; Inspektion.** Konformitätsbewertung durch Beobachten und Beurteilen, begleitet – soweit zutreffend – durch Messen, Testen oder Vergleichen.

**Verifizierung.** Bestätigung durch Bereitstellung eines objektiven Nachweises, dass festgelegte Anforderungen erfüllt worden sind.

**Validierung.** Bestätigung durch Bereitstellung eines objektiven Nachweises, dass die Anforderungen für einen spezifischen beabsichtigten Gebrauch oder eine spezifische beabsichtigte Anwendung erfüllt worden sind.

**Test.** Ermitteln (der Merkmalswerte) eines oder mehrerer Merkmale nach einem Verfahren.

**Bewertung.** Tätigkeit zur Ermittlung der Eignung, Angemessenheit und Wirksamkeit der Betrachtungseinheit, festgelegte Ziele zu erreichen.

**Messprozess.** Satz von Tätigkeiten zur Ermittlung eines Größenwertes.

**metrologische Bestätigung.** Satz von notwendigen Tätigkeiten, um sicherzustellen, dass ein Messmittel die Anforderungen an seinen beabsichtigten Gebrauch erfüllt.

**Messmittel.** Messgerät, Software, Messnormal, Referenzmaterial oder apparative Hilfsmittel oder eine Kombination davon, wie sie zur Realisierung eines Messprozesses erforderlich sind.

---

**DIN 55350-12 Begriffe der Qualitätssicherung und Statistik – Merkmalsbezogene Begriffe (Mrz 1989)**

Die in dieser Norm festgelegten Begriffe betreffen immer nur ein Einzelmerkmal, dem ein Einzelwert zugeordnet ist. Bei mehreren zusammenhängenden Einzelmerkmalen, die unter einer einzigen Merkmalsbenennung zusammengefasst sein können, sind die Begriffe auf jedes Einzelmerkmal getrennt anwendbar.

Werden die Bestimmungswörter „Nenn-“, „Soll-“, „Richt-“, „Höchst-“, „Mindest-“, „Bemessungs-“, „Beobachtungs-“, „Extrem-“ oder „Ist-“ in Verbindung mit der Benennung von Größen angewendet, so wird darunter immer der diesem Bestimmungswort entsprechende Wert dieser Größe im Sinne der jeweils nachfolgend gegebenen Definition verstanden. Beispiel: Soll-Temperatur.

Jeder Beobachtungs-, Ist- und Messwert ist mit einer von Beobachtungs- und Messabweichungen herrührenden Unsicherheit behaftet. Diese kann sich auf die Festlegungen von vorgegebenen Merkmalswerten auswirken.

**DIN 55350-13 Begriffe der Qualitätssicherung und Statistik – Begriffe zur Genauigkeit von Ermittlungsverfahren und -ergebnissen (Jul 1987)**

Die in dieser Norm festgelegten Begriffe zur Genauigkeit von Ermittlungsverfahren und Ermittlungsergebnissen sowie für die zugehörigen Bezugswerte (z. B. wahrer Wert), Abweichungen und Unsicherheiten lassen sich sinngemäß übertragen auf Begriffe zur Genauigkeit von Realisierungsverfahren (z. B. Fertigungsverfahren) und von Realisierungsergebnissen (z. B. Fertigungsergebnissen) sowie für deren zugehörige Bezugswerte (z. B. Sollwert), Abweichungen und Unsicherheiten.

**DIN EN ISO 9001 Qualitätsmanagementsysteme – Anforderungen (Dez 2000)**
**DIN EN ISO 9004 – Leitfaden zur Qualitätsverbesserung (Dez 2000)**

Das erfolgreiche Führen und Betreiben einer Organisation erfordert, dass sie in systematischer und wahrnehmbarer Weise geleitet und gelenkt wird. Ein Weg zum Erfolg kann die Einführung und Erhaltung eines Managementsystems sein, das auf ständige Leistungsverbesserung ausgerichtet ist, indem es die Bedürfnisse aller interessierten Parteien berücksichtigt. Eine Organisation zu leiten umfasst neben anderen Managementdisziplinen auch das Qualitätsmanagement.

Es wurden acht Grundsätze des Qualitätsmanagements aufgestellt, um das Erreichen von Qualitätszielen zu ermöglichen.

- a) **Kundenorientierung:** Organisationen hängen von ihren Kunden ab und sollten daher die jetzigen und künftigen Erfordernisse der Kunden verstehen, Kundenanforderungen erfüllen und danach streben, die Erwartungen ihrer Kunden zu übertreffen.
- b) **Führung:** Führungskräfte legen die Einheit der Zielsetzung, der Ausrichtung und das interne Umfeld der Organisation fest. Sie schaffen das Umfeld, in dem Menschen sich voll und ganz für die Erreichung der Ziele der Organisation einsetzen.
- c) **Einbeziehung der Menschen:** Menschen sind auf allen Ebenen das Wesentliche einer Organisation, und ihre vollständige Einbeziehung gestattet die Nutzung ihrer Fähigkeiten zum größtmöglichen Nutzen der Organisation.
- d) **Prozessorientierter Ansatz:** Ein gewünschtes Ergebnis lässt sich auf effizientere Weise erreichen, wenn zusammengehörige Mittel und Tätigkeiten als ein Prozess geleitet und gelenkt werden.

- e) **Systemorientierter Managementansatz:** Das Erkennen, Verstehen, Leiten und Lenken eines Systems miteinander in Wechselbeziehung stehender Prozesse für ein gegebenes Ziel trägt zur Wirksamkeit und Effizienz der Organisation bei.
- f) **Ständige Verbesserung:** Ein permanentes Ziel der Organisation ist ständige Verbesserung.
- g) **Sachlicher Ansatz zur Entscheidungsfindung:** Wirksame Entscheidungen beruhen auf der logischen oder intuitiven Analyse von Daten und Informationen.
- h) **Lieferantenbeziehungen zum gegenseitigen Nutzen:** Die Fähigkeit der Organisation und ihrer Lieferanten, Werte zu schaffen, werden durch Beziehungen zum gegenseitigen Nutzen gesteigert.

**DIN EN ISO 9001**

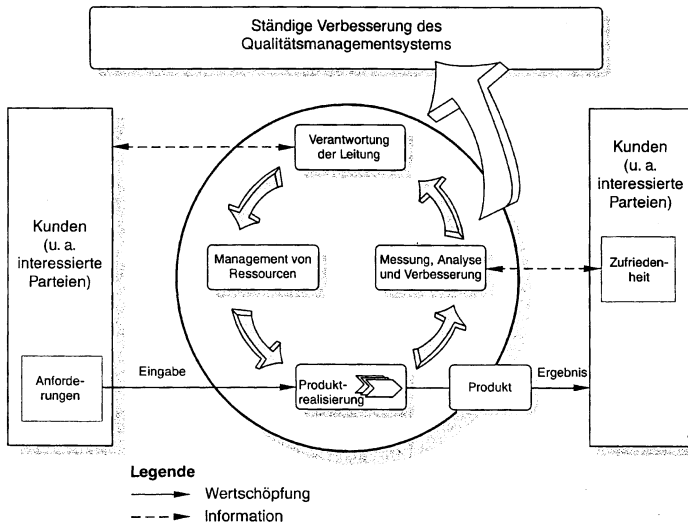
DIN EN ISO 9001 ersetzt die früheren Normen DIN EN ISO 9001, DIN EN ISO 9002 und DIN EN ISO 9003 und fasst die bisherigen Normeninhalte zusammen. Sie legt Anforderungen an ein Qualitätsmanagementsystem (QM-System) fest, die von einer Organisation verwendet werden können, um Kundenzufriedenheit zu erreichen, indem die Kundenanforderungen und zutreffenden behördlichen Anforderungen erfüllt werden. Weiterhin kann sie von internen und externen Parteien einschließlich Zertifizierungsstellen für die Beurteilung der Fähigkeit der Organisation zur Erfüllung der Kundenanforderungen und der behördlichen Anforderungen genutzt werden.

Die Einführung eines Qualitätsmanagementsystems bedarf einer strategischen Entscheidung der Organisation. Gestaltung und Verwirklichung des Qualitätsmanagementsystems einer Organisation werden von sich verändernden Erfordernissen, bestimmten Zielen, den bereitgestellten Produkten, den angewendeten Prozessen und der Größe und Struktur der Organisation beeinflusst.

**Prozessorientierter Ansatz**

DIN EN ISO 9001 ermutigt zur Wahl eines prozessorientierten Ansatzes für das Qualitätsmanagement. Jede Tätigkeit, die Eingaben erhält und diese in Ergebnisse umwandelt, kann als Prozess angesehen werden. Damit Organisationen wirksam funktionieren können, müssen sie zahlreiche miteinander verknüpfte Prozesse erkennen und beherrschen. Oft bildet das Ergebnis des einen Prozesses die direkte Eingabe für den nächsten. Das systematische Erkennen, Leiten und Lenken der angewendeten Prozesse innerhalb einer Organisation und der Wechselwirkungen zwischen solchen Prozessen kann als ‚Prozessorientierter Ansatz‘ bezeichnet werden.

Bild 974.1 ist eine schematische Darstellung eines Modells für den prozessorientierten Ansatz. Das Modell berücksichtigt, dass Kunden bei der Festlegung von als Eingaben zu betrachtenden Anforder-



Anmerkung: Angaben in Klammern gelten nicht für ISO 9001.

Bild 974.1 Modell des prozessorientierten Ansatzes für ein QM-System

rungen eine bedeutende Rolle spielen. Die Überwachung der Kundenzufriedenheit ist erforderlich, um bewerten und validieren zu können, inwieweit Kundenanforderungen entsprochen worden ist. Dieses Modell spiegelt Prozesse nicht auf Detailebene wider. Alle Anforderungen dieser Norm können in das Modell eingebunden werden.

### **Beziehung zu ISO 9004**

DIN EN ISO 9001 wurde als ein Teil eines konsistenten Paares von Normen zum Qualitätsmanagementsystem erarbeitet, wobei DIN EN ISO 9004 den anderen Teil des Paares bildet. Die beiden Normen sind für eine gemeinsame Verwendung vorgesehen, können jedoch auch unabhängig voneinander verwendet werden.

### **Verträglichkeit mit anderen Managementsystemen**

DIN EN ISO 9001 ist DIN EN ISO 14001 über Umweltmanagementsysteme strukturell weitestgehend angepasst worden, um ihre Verträglichkeit und gemeinsame Anwendbarkeit zu erhöhen.

DIN EN ISO 9001 schließt keine Anforderungen ein, die für andere Managementsysteme wie z. B. Umweltmanagement, Arbeitsschutzmanagement oder Finanzmanagement spezifisch sind. Sie ermöglicht es einer Organisation, ihr eigenes Qualitätsmanagementsystem mit verwandten Managementsystemanforderungen in Einklang zu bringen oder in diese zu integrieren.

### **Allgemeine Anforderungen an ein QM-System**

Die Organisation muss ein Qualitätsmanagementsystem aufbauen, dokumentieren, verwirklichen, aufrechterhalten und ständig verbessern, das den Anforderungen dieser Norm entspricht.

Um das Qualitätsmanagementsystem zu verwirklichen, muss die Organisation:

- a) die für das Qualitätsmanagementsystem erforderlichen Prozesse erkennen;
- b) die Abfolge und Wechselwirkung dieser Prozesse festlegen;
- c) die Kriterien und erforderlichen Methoden festlegen, um das wirksame Durchführen und Lenken dieser Prozesse sicherzustellen;
- d) die Verfügbarkeit von Informationen sicherstellen, die zur Durchführung und Überwachung dieser Prozesse benötigt werden;
- e) diese Prozesse messen, überwachen und analysieren und Maßnahmen treffen, um die geplanten Ergebnisse sowie eine ständige Verbesserung zu erreichen.

Die Organisation muss diese Prozesse in Übereinstimmung mit den Anforderungen dieser Norm leiten und lenken.

### **Zulässige Ausschlüsse**

Die Organisation darf nur solche Anforderungen an das Qualitätsmanagementsystem ausschließen, die weder die Fähigkeit der Organisation beeinträchtigen noch sie ihrer Verantwortung entheben, Produkte bereitzustellen, die den Kunden- und zutreffenden behördlichen Anforderungen entsprechen. Derartige Ausschlüsse sind beschränkt auf

- a) die Art des Produkts der Organisation;
- b) Kundenanforderungen;
- c) anwendbare behördliche Anforderungen.

Beim Überschreiten der zulässigen Ausschlüsse von Anforderungen sollte keine Konformität mit dieser Norm beansprucht werden.

Über diese grundlegenden Festlegungen hinaus beschreibt DIN EN ISO 9001 die Anforderungen an die einzelnen Elemente des QM-Systems.

### **DIN EN ISO 9004**

DIN EN ISO 9004 ist ein Leitfaden zur Leistungsverbesserung. Er beruht auf den gleichen Qualitätsmanagementgrundsätzen wie DIN EN ISO 9001.

Diese Norm enthält eine detaillierte Anleitung für die Anwendung des Qualitätsmanagements und beschreibt, welche Prozesse Qualitätsmanagementsysteme umfassen sollten. Sie soll Organisationen dabei helfen, ihr eigenes Qualitätsmanagementsystem einzuführen und zu verbessern.

Diese Norm konzentriert sich auf die Verbesserung der Prozesse einer Organisation, um deren Leistung zu steigern. Sie kann zur Beurteilung des Reifegrads eines Qualitätsmanagementsystems dienen.

Gestaltung und Verwirklichung des Qualitätsmanagementsystems einer Organisation werden von deren sich verändernden Erfordernissen, bestimmten Zielen, den bereitgestellten Produkten sowie den angewendeten Prozessen beeinflusst.

Die Auswahl der in dieser Norm beschriebenen geeigneten qualitätsbezogenen Prozesse und der Umfang der Übernahme und Anwendung dieser Prozesse durch eine Organisation hängen von Faktoren wie Größe und Struktur der Organisation, dem von ihr bedienten Markt und den verfügbaren Mitteln ab.

DIN EN ISO 9004 basiert auf Qualitätsmanagementgrundsätzen, die das Verständnis des Qualitätsmanagements und seiner Anwendung zur Verbesserung der Leistung einer Organisation fördern.

## 21.2 Statistik<sup>1), 2)</sup>

Die Statistik ist auf Daten aus allen Bereichen (der Natur, der menschlichen Aktivitäten usw.) anwendbar, z. B. im Qualitätsmanagement. Für innerbetriebliche Aufgaben z. B. bei der Entwicklung und Prozesslenkung, und für den Verkehr zwischen Partnern, z. B. Beurteilung von Produkten, liefert die Statistik Verfahren, um die Interpretationen auf eine objektive und nachvollziehbare Grundlage zu stellen.

Die Aufgabe der Normen besteht darin in erster Linie darin, die richtigen Verfahren für die zu lösenden Probleme bereitzustellen.

### **DIN ISO 2859-1 Annahmestichprobenprüfung anhand der Anzahl fehlerhafter Einheiten oder Fehler (Attributprüfung) – Nach der annehmbaren Qualitätsgrenzlage (AQL) geordnete Stichprobenanweisungen für die Prüfung einer Serie von Losen (ISO 2859-1:1999 einschließlich Technisches Korrigendum 1:2001) (Jan 2004)**

DIN ISO 2859-1 enthält Stichprobenpläne und -verfahren für Prüfungen nach qualitativen Merkmalen (Attributen). Dafür werden Regeln angegeben, auf die in Vereinbarungen zwischen den Vertragspartnern, wie den Liefer- bzw. Einkaufsbedingungen, Verträgen, Prüfanweisungen oder anderen Unterlagen, Bezug genommen werden kann. Gegebenenfalls ist in den genannten Unterlagen die für die Festlegung des Stichprobenverfahrens zuständige Stelle anzugeben.

Die Stichprobenpläne nach dieser Norm sind u. a. anwendbar für die Prüfung von: Endprodukten, Teilen und Werkstoffen, Arbeitsvorgängen, Werkstoffen während der Verarbeitung, Lagerbeständen, Instandhaltungsvorgängen, Daten und Berichte, Verwaltungsvorgängen.

Diese Pläne sind in erster Linie gedacht für die Anwendung bei kontinuierlichen Serien und Losen. Die Pläne können auch zur Beurteilung einzelner Lose benutzt werden, jedoch muss der Anwender in diesen Fällen darauf achten, anhand der Operationscharakteristik diejenige Stichprobenanweisung eines Planes zu wählen, die die gewünschte Absicherung bietet.

**Prüfung** ist der Vorgang, den betrachteten Gegenstand zu messen, zu untersuchen, zu erproben oder ihn sonst wie auf Übereinstimmung mit den Anforderungen zu vergleichen. Bei einer Prüfung nach qualitativen Merkmalen wird der betrachtete Gegenstand nach der einfachen Alternative „fehlerhaft“ oder „nicht fehlerhaft“ eingestuft oder es wird die Anzahl von Fehlern an einem betrachteten Gegenstand gezählt, unter Berücksichtigung einer oder mehrerer festgelegter Anforderungen.

Der materielle oder immaterielle Gegenstand der Betrachtung wird **Einheit** genannt. Die Einheit kann ein Einzelteil, ein Paar, eine Menge, eine Länge, eine Fläche, ein Vorgang, ein Volumen, ein Teil eines Endproduktes oder das Endprodukt selbst sein. Die Einheit kann, muss aber nicht dasselbe sein wie die Einheit für Einkauf, Lieferung, Fertigung oder Versand.

Die Klassifizierung von Fehlern ist die Einstufung möglicher Fehler einer Einheit nach ihrer Folgeschwere. Ein Fehler ist jede Nichtübereinstimmung einer Einheit mit spezifizierten Anforderungen. Es ist üblich, Fehler einer oder mehreren Fehlerklassen zuzuordnen.

Die Klassifizierung der fehlerhaften Einheiten wird hier nicht behandelt (s. Norm).

Der **Anteil fehlerhafter Einheiten** in Prozent ist das Hundertfache des Quotienten aus der in der jeweils angegebenen Produktmenge gefundenen Anzahl fehlerhafter Einheiten zur Gesamtzahl der Einheiten, also

$$\frac{\text{Anzahl der fehlerhaften Einheiten}}{\text{Anzahl der geprüften Einheiten}} \cdot 100$$

<sup>1)</sup> S. auch: [www.nqsz.din.de](http://www.nqsz.din.de)

<sup>2)</sup> S. auch folgende DIN-Taschenbücher: 223 „Qualitätssicherung und Statistik – Begriffe“, 224 „Statistik – Auswertungen und Genauigkeitsanalysen“, 225 „Statistik – Probenahme und Annahmestichprobenprüfung“, 355 „Statistik – Genauigkeit von Messungen – Ringversuche“, Beuth Verlag GmbH, Berlin, Wien, Zürich

Der **Fehler je 100 Einheiten** ist das Hundertfache des Quotienten aus der Anzahl der in der jeweils gegebenen Produktmenge gefundenen Fehler (ein oder mehrere Fehler je Einheit sind möglich) zur Gesamtzahl der Einheiten, also

$$\text{Fehler je 100 Einheiten} = \frac{\text{Anzahl der Fehler}}{\text{Anzahl der geprüften Einheiten}} \cdot 100$$

Die **annehmbare Qualitätsgrenzlage (AQL)** ist der maximale Anteil fehlerhafter Einheiten in Prozent (oder die maximale Anzahl von Fehlern je 100 Einheiten), wie sie für Zwecke der Stichprobenprüfung als befriedigende durchschnittliche Qualitätslage angesehen werden kann. Wenn ein Abnehmer einen bestimmten AQL-Wert für einen Fehler oder für eine Gruppe von Fehlern festlegt, so weist er damit den Lieferanten darauf hin, dass sein (des Abnehmers) Stichprobenplan zur Abnahme der meisten Lose, die der Lieferant zur Prüfung vorlegt, führen wird, wenn die durchschnittliche Qualitätslage (Anteil fehlerhafter Einheiten in Prozent) in diesen Losen nicht größer als der festgelegte AQL-Wert ist. Der AQL-Wert stellt somit einen festgelegten Wert des Anteils fehlerhafter Einheiten in Prozent dar, bei dem das Stichprobenverfahren in der Mehrzahl der Fälle zur Annahme führt. Der AQL-Wert allein bedeutet für den Abnehmer keine Absicherung im Falle der Prüfung einzelner Lose, sondern bezieht sich vielmehr darauf, was von einer Serie von Losen erwartet werden kann, sofern die Verfahren dieser Norm befolgt werden. Um festzustellen, welche Absicherung der Abnehmer haben wird, ist es nötig, auf die Operationscharakteristik der betreffenden Stichprobenanweisung zurückzugreifen.

**Die Festlegung eines AQL-Wertes lässt keineswegs die Auslegung zu, dass der Lieferant das Recht hat, wissentlich auch nur eine fehlerhafte Einheit zu liefern.**

Der **anzuwendende AQL-Wert** wird von den Vertragspartnern festgelegt. Für Gruppen gemeinsam zu beurteilende Fehler oder für Einzelfehler können unterschiedliche AQL-Werte festgelegt werden. AQL-Werte  $\leq 10$  können entweder als Anteil fehlerhafter Einheiten in Prozent oder als Fehler je 100 Einheiten, AQL-Werte  $> 10$  sollen nur als Fehler je 100 Einheiten angegeben werden. Die in den Tabellen der Norm enthaltenen AQL-Werte gelten als Vorzugswerte. Wird für irgendein Erzeugnis ein anderer AQL-Wert festgelegt, dann können die in der Norm enthaltenen Tabellen nicht angewendet werden.

Das Erzeugnis soll in identifizierbaren Losen oder in einer anders vereinbarten Weise zusammengestellt werden. Jedes Los soll soweit durchführbar aus Einheiten gleichen Typs, gleicher Sorte, Klasse, Größe und Zusammensetzung bestehen, die im Wesentlichen unter gleichen Bedingungen zur gleichen Zeit gefertigt wurden. Das Bilden von Losen, der Losumfang und die Art, in der jedes Los durch den Lieferer vorgestellt und gekennzeichnet werden soll, ist zwischen den Vertragspartnern eindeutig festzulegen.

Die **Annehmbarkeit** eines Loses wird von dem benutzten Stichprobenplan, der zu dem vorgeschriebenen AQL-Wert gehört, bestimmt. Es bleibt das Recht vorbehalten, jede fehlerhafte Einheit zurückzuweisen, die bei der Prüfung als solche erkannt wurde, gleichgültig ob das Stück zur Stichprobe gehört oder nicht und gleichgültig ob das Los als Ganzes angenommen oder abgelehnt wurde. Zurückgewiesene Einheiten können je nach Vereinbarung repariert oder nachgearbeitet und erneut zur Prüfung vorgestellt werden. Sind in den Vertragsunterlagen kritische Fehler klassifiziert, so können ggf. zwischen Lieferant und Abnehmer besondere Vereinbarungen getroffen werden.

Eine **Stichprobe** besteht aus einer oder mehreren Einheiten, die zufällig, also ohne Rücksicht auf ihre Beschaffenheit, aus dem Los ausgewählt werden. Die Anzahl der Einheiten der Stichprobe heißt Stichprobenumfang. Die Anzahl der Einheiten in der Stichprobe soll anhand eines sachbezogenen Kriteriums möglichst im Verhältnis zum Umfang von Unter- und Teillosen ausgewählt sein. Bei einer repräsentativen Stichprobenentnahme müssen die Einheiten aus jedem Teillos ausgewählt sein. Die Stichprobe wird entweder während oder erst nach der Zusammenstellung des Loses entnommen. Im Falle der Doppel- oder Mehrfachstichproben muss jede Stichprobe aus dem ganzen Los entnommen werden.

Sofern nichts anderes vereinbart ist, wird mit normaler Prüfung begonnen. Normale, verschärfte oder reduzierte Prüfung muss für jede Klasse von Fehlern oder fehlerhaften Einheiten bei aufeinander folgenden Losen unverändert weiterlaufen, es sei denn, die im Folgenden gegebenen Verfahren verlangten einen Wechsel. Die Verfahren beim Wechsel sollen für jede Klasse von Fehlern oder fehlerhaften Einheiten unabhängig voneinander angewendet werden.

Falls 2 von 5 aufeinander folgenden Losen in der Erstprüfung abgelehnt wurden, muss von der normalen Prüfung auf die verschärfte Prüfung übergegangen werden. Wenn verschärft geprüft wird, so muss auf normale Prüfung übergegangen werden, wenn 5 aufeinander folgende Lose in der Erstprüfung angenommen wurden. Wenn normal geprüft wird, so muss auf reduzierte Prüfung übergegangen werden, wenn alle folgenden Bedingungen erfüllt sind:



- a) Die vorhergehenden 10 Lose wurden normal geprüft, und kein Los ist in der Erstprüfung zurückgewiesen worden.
- b) Die Gesamtanzahl von fehlerhaften Einheiten oder Fehlern in den Stichproben der 10 vorhergehenden Lose ist gleich oder kleiner als die betreffende aus Tab. 978.1 zu entnehmende Anzahl. Wenn mit Doppel- oder Mehrfachstichproben geprüft wird, sind alle geprüften Stichproben heranzuziehen, also nicht nur die 1. Stichprobe.
- c) Die Fertigung läuft gleichmäßig.
- d) Der Wechsel zur reduzierten Prüfung ist vereinbart.

Wenn reduziert geprüft wird, so muss auf normale Prüfung übergegangen werden, wenn einer der folgenden Fälle bei der Erstprüfung eintritt:

- a) Ein Los wird zurückgewiesen.
- b) Die Fertigung läuft unregelmäßig oder mit unbeabsichtigten Unterbrechungen.
- c) Der Wechsel zur normalen Prüfung ist aus anderen Gründen vereinbart oder erforderlich.

Falls 10 aufeinander folgende Lose oder irgendeine andere vereinbarte Anzahl in verschärfter Prüfung bleiben, soll die Prüfung abgebrochen werden mit der Maßgabe, die Qualität des vorbestellten Produktes zu verbessern.

Eine **Stichprobenanweisung** gibt die Anzahl der Einheiten jedes Loses an, die zu prüfen sind, sowie die Kriterien für die Feststellung der Annehmbarkeit des Loses (Annahme- oder Rückweisezahlen). Die Beziehung zwischen Losumfang und Stichprobenumfang wird durch das Prüfniveau bestimmt, das für die jeweils vorliegenden Anforderungen vereinbart werden muss. In der Tab. 978.1 sind für den allgemeinen Gebrauch die 3 Prüfniveaus I, II und III angegeben; wenn nichts anderes festgelegt ist, wird Prüfniveau II benutzt. Die in der Tabelle zusätzlich angegebenen Sonderniveaus können benutzt werden, wenn relativ kleine Stichprobenumfänge erforderlich sind und große Risiken in Kauf genommen werden können oder müssen.

Tabelle 978.1 Grenzzahlen für den Übergang auf reduzierte Prüfung (Auszug)

Anzahl der Stichprobeneinheiten aus den letzten 10 Losen oder Chargen	Annehmbare Qualitätsgrenzlage															
	0,10	0,15	0,25	0,40	0,65	1,0	1,5	2,5	4,0	6,5	10	15	25	40	65	100
20 bis 29	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0	0	2	4	8	14
30 bis 49	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0	0	1	3	7	13	22
50 bis 79	*	*	*	*	*	*	*	*	0	0	2	3	7	14	25	40
80 bis 129	*	*	*	*	*	*	*	0	0	2	4	7	14	24	42	68
130 bis 199	*	*	*	*	*	*	0	0	2	4	7	13	25	42	72	115
200 bis 319	*	*	*	*	*	0	0	2	4	8	14	22	40	68	115	181
320 bis 499	*	*	*	*	0	0	1	4	8	14	24	39	68	113	189	
500 bis 799	*	*	*	0	0	2	3	7	14	25	40	63	110	181		
800 bis 1249	*	*	0	0	2	4	7	14	24	42	68	105	181			
1250 bis 1999	*	0	0	2	4	7	13	24	40	69	110	169				
2000 bis 3149	0	0	2	4	8	14	22	40	68	115	181					
3150 bis 4999	0	1	4	8	14	24	38	67	111	186						

\* Beachte, dass die Anzahl der Stichprobeneinheiten aus den letzten 10 Losen oder Chargen bei dieser AQL nicht für die reduzierte Prüfung ausreicht. Dafür müssen mehr als 10 Lose oder Chargen für die Rechnung herangezogen werden. Hierbei muss vorgesehen werden, dass die Lose oder Chargen, die genommen werden, die jüngsten in der Folge sind, dass sie alle normal geprüft wurden und dass keines bei der Erstprüfung zurückgewiesen wurde.

Die **Stichprobenumfänge** werden durch Kennbuchstaben gekennzeichnet, die Tab. 979.1 zu entnehmen sind.

AQL-Wert und Kennbuchstabe sollen dazu dienen, die Stichprobenanweisung aus den in der Norm enthaltenen Tabellen zu ermitteln. Weitere Angaben über Ermitteln der Stichprobenanweisung und Arten von Stichprobenanweisungen s. Norm.

Um die **Annehmbarkeit** eines Loses bei Prüfung auf den Anteil fehlerhafter Einheiten festzustellen, sollen einfach Stichprobenanweisung, Doppel-Stichprobenanweisung, Mehrfach-Stichprobenanweisung oder Sonderverfahren bei reduzierter Prüfung angewendet werden. Nähere Beschreibungen s. Norm.

Tabelle 979.1 Einfach-Stichprobenpläne für normale Prüfung (Leittabelle)

Kennbuchstabe	Annehmbare Qualitätsgrenzlagen (Normale Prüfung)																						
	Stichprobenumfang	0,010	0,015	0,025	0,040	0,065	1,0	1,5	2,5	4,0	6,5	10	15	25	40	65	100	150	250	400	650	1000	
A	2	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
B	3	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
C	5	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
D	8	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
E	13	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
F	20	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
G	32	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
H	50	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
J	80	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
K	125	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
L	200	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
M	315	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
N	500	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
P	800	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
Q	1250	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
R	2000	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→

→ Verwende das erste Zahlenpaar unter dem Pfeil. Wenn der Stichprobenumfang größer oder gleich dem Los- oder Chargenumfang ist, prüfe 100%  
 ↔ Verwende das erste Zahlenpaar über dem Pfeil.

c Annahmezahl  
 d Rückweiszahl

DIN ISO 2859-1 enthält mehrere Tabellen über Stichprobenpläne für normale Prüfung, verschärfte Prüfung, reduzierte Prüfung, rückzuweisende Qualitätsgrenzlagen, Kurven für den durchschnittlichen Stichprobenumfang bei Doppel- und Mehrfachstichproben usw. Zum Verständnis der wesentlichen Festlegungen dieser Norm sind die Tabellen über Kennbuchstaben für den Stichprobenumfang (s. Tab. 979.1), die Einfach-Stichprobenpläne für normale Prüfung (s. Tab. 979.1) und die Grenzzahlen für den Übergang auf reduzierte Prüfung (s. Tab. 978.1) wiedergegeben.

Die Norm enthält darüber hinaus ergänzende Informationen über Operationscharakteristiken, durchschnittliche Qualitätslagen, Durchschlupf, Kurven für den durchschnittlichen Umfang sowie über die Absicherung einer rückzuweisenden Qualitätsgrenzlage.

#### **DIN 53803-1 Probenahme – Statistische Grundlagen der Probenahme bei einfacher Aufteilung (Mrz 1991)**

Diese Norm ist anwendbar in allen Bereichen der Technik, Wissenschaft, Medizin, Wirtschaft usw.

Bei den meisten Untersuchungen werden aus einer vorliegenden Grundgesamtheit (dem Prüfling) Proben entnommen. Die daran für ein bestimmtes Merkmal ermittelten Kenngrößen müssen den Schluss auf die entsprechenden Kenngrößen in der Grundgesamtheit zulassen. Die Probe muss deshalb so entnommen werden, dass die Differenz zwischen der an der Probe gefundenen Kenngröße und der Kenngröße der Grundgesamtheit zufällig ist, d. h., die Probe muss für die Grundgesamtheit repräsentativ sein.

Weiterhin müssen die zufälligen Abweichungen quantitativ abgeschätzt und Vertrauensbereiche für die unbekanntenen Kenngrößen der Grundgesamtheit bei vorgegebenem Vertrauensniveau angegeben werden können.

Schließlich muss damit gerechnet werden, dass möglicherweise mehrere Streuungsursachen vorhanden sind. Die Probenahme hat so zu erfolgen, dass die verschiedenen Streuungsursachen berücksichtigt und ihre Auswirkungen getrennt erfasst werden können. Für alle Untersuchungen, bei denen von der Stichprobe auf die Grundgesamtheit geschlossen werden soll, müssen Proben nach dieser Norm entnommen werden. Falls Proben untersucht werden, die nicht nach dieser Norm entnommen wurden, gelten die Ergebnisse nur für die Probe selbst, nicht jedoch für die Grundgesamtheit.

Die Norm beschreibt ausführlich das Anordnungsschema für die Beobachtungswerte bei einfacher Aufteilung, die statistische Auswertung bei einfacher Aufteilung (inhomogene Grundgesamtheit) den Stichprobenaufbau bei inhomogener Grundgesamtheit, den Stichprobenaufbau bei homogener Grundgesamtheit sowie Rundungsempfehlungen und Programmablaufpläne für die Berechnung des Stichprobenaufbaus. In Anhängen sind Anwendungsbeispiele aus der Textiltechnik enthalten.

#### **DIN 53803-3 Probenahme – Statistische Grundlagen der Probenahmen bei zweifacher Aufteilung nach zwei gleichberechtigten Gesichtspunkten (Jun 1984)**

#### **DIN 53803-4 – Statistische Grundlagen der Probenahmen bei zweifacher Aufteilung nach zwei einander nachgeordneten Gesichtspunkten (Jun 1984)**

In DIN 53803-1 werden Verfahren zur Berechnung des Aufbaus und des Umfangs von Stichproben beschrieben, falls das zu prüfende Material in Gruppen zu unterteilen ist. Eine Unterteilung ist immer dann vorzunehmen, wenn Inhomogenitäten des Materials vorhanden sind oder vermutet werden.

Bei einer nach einem sachlichen Gesichtspunkt gewählten Einteilung in Gruppen ist eine einfache Aufteilung der Einheiten gegeben. Zur Auswertung werden zwar die Methoden der einfachen Varianzanalyse nach DIN 53803-1 herangezogen; da jedoch in vielen Fällen eine einfache Aufteilung nicht ausreichend ist, ist mehrfach aufzuteilen.

In DIN 53803-3 und DIN 53803-4 wird der Aufbau und der Umfang von Stichproben behandelt, sofern das zu untersuchende Material nach zwei sachlichen Gesichtspunkten unterteilt wird.

In DIN 53803-3 wird die Unterteilung nach zwei gleichberechtigten Gesichtspunkten behandelt (zweifache Varianzanalyse), und zwar nur das Modell mit Zufallskomponenten, nicht jedoch Modelle mit systematischen Komponenten und gemischte Modelle.

In DIN 53803-4 wird die Unterteilung nach zwei einander nachgeordneten Gesichtspunkten behandelt (Schachtelmodell) und zwar ebenfalls nur das mit Zufallskomponenten. Beide Normen beschreiben ausführlich die Anordnungsschemata der Einzelwerte bei zweifacher Ausfertigung, den Stichprobenaufbau, Programmablaufpläne für die Berechnung des Stichprobenaufbaus sowie die Probenahme bei reduzierbarer Aufteilung. In einem Anhang sind Beispiele aus der Textiltechnik wieder gegeben.

#### **DIN 53804-1 Statistische Auswertungen – Teil 1: kontinuierliche Merkmale (Apr 2002)**

#### **DIN 53804-2 Statistische Auswertungen – Zählbare (diskrete) Merkmale (Mrz 1985)**

#### **DIN 53804-3 Statistische Auswertungen – Ordinalmerkmale (Jan 1982)**

#### **DIN 53804-4 Statistische Auswertungen – Attributmerkmale (Mrz 1985)**

Diese Normen enthalten in logisch aufbauender Reihenfolge eine Zusammenstellung einfacher grundlegender statistischer Auswertungsverfahren, die in vielen Anwendungsbereichen der Technik von Bedeutung sind, wenn mit Hilfe von Ergebnissen, die an einer Stichprobe aus einer Gesamtheit ermittelt werden, Aussagen über Eigenschaften der Gesamtheit selbst gemacht werden sollen.

Die Eigenschaften von Produkten oder Tätigkeiten werden durch Merkmale erfasst. Den Merkmalsausprägungen werden Werte einer jeweils geeigneten Skala zugeordnet. Die Skalenwerte sind

- bei messbaren (kontinuierlichen) Merkmalen beliebig reelle Zahlen als Zahlenwerte von physikalischen Größen,
- bei zählbaren (diskreten) Merkmalen ganze Zahlen (Zählwerte),
- bei Ordinalmerkmalen Eigenschaftskategorien, die einer Rangordnung folgen (z. B. fein, mittel, grob, sehr grob),
- bei Attributmerkmalen Attribute (z. B. vorhanden/nicht vorhanden oder rot/gelb/blau).

Messbare und zählbare Merkmale werden als quantitative, Ordinalmerkmale und Attributmerkmale als qualitative (beurteilbare) Merkmale bezeichnet. Diese Merkmalsarten entsprechen den Grundbegriffen der Messtechnik: Messen, Zählen, Sortieren und Klassieren nach DIN 1319-1.

DIN 53804-1 beschreibt statistische Verfahren, mit denen Merkmalswerte aufbereitet und Parameter der zugrunde liegenden Wahrscheinlichkeitsverteilung geschätzt oder getestet werden können.

**Häufigkeitsverteilungen und ihre grafischen Darstellungen**

Ein Einzelwert ist ein bei einer einzelnen Beobachtung, z. B. einer Messung, der gefundene Merkmalswert. Bei den in dieser Norm behandelten messbaren (kontinuierlichen) Merkmalen werden die Merkmalswerte auf einer kontinuierlichen Skala gemessen. Der Stichprobenumfang  $n$  ist die Anzahl der Einzelwerte  $x_i$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ ) einer Stichprobe. Die Einzelwerte sind in der Reihenfolge, in der sie anfallen, oft unübersichtlich.

Werden sie nach aufsteigender Größe geordnet, dann entsteht eine Folge  $x_{(i)}$ . Die Klammer des Index weist darauf hin, dass es sich um die nach aufsteigender Größe geordneten Einzelwerte handelt. Die zum Einzelwert  $x_i$  gehörende Nummer in der geordneten Folge ist seine Rangzahl.

Häufigkeitsverteilungen werden durch grafische Darstellungen anschaulich wiedergegeben. Werden die Einzelwerte als Punkte (oder mit anderen grafischen Zeichen) über eine geeignete geteilte Merkmalsachse dargestellt, so entsteht ein Punktdiagramm (s. Bild 981.1).

Anschaulicher ist die Summentreppe, deren Sprünge bei den Einzelwerten liegen und deren Sprunghöhen

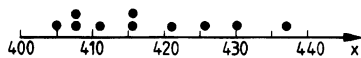


Bild 981.1 Punktdiagramm für Einzelwerte

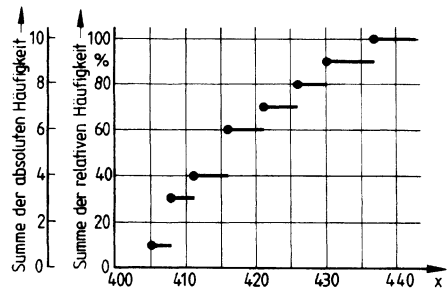


Bild 981.2 Summentreppe für Einzelwerte

Tabelle 981.3 Zahlenbeispiel für klassierte Einzelwerte

Klasse Nr	Klasse (Merkmal) (Einheit)	obere Klassengrenze	absolute Häufigkeit	relative Häufigkeit	Summe der	
					absoluten Häufigkeit	relativen Häufigkeit
$j$		$x_j$	$n_j$	$h_j$ in %	$G_j = \sum_{i=1}^j n_i$	$F_j = \sum_{i=1}^j \frac{n_i}{n}$ in %
1	55 bis unter 60	60	2	2,67	2	2,67
2	60 bis unter 65	65	3	4,00	5	6,67
3	65 bis unter 70	70	7	9,33	12	16,00
4	70 bis unter 75	75	11	14,67	23	30,67
5	75 bis unter 80	80	16	21,33	39	52,00
6	80 bis unter 85	85	13	17,33	52	69,33
7	85 bis unter 90	90	10	13,33	62	82,67
8	90 bis unter 95	95	8	10,67	70	93,33
9	95 bis unter 100	100	3	4,00	73	97,33
10	100 bis unter 105	105	1	1,33	74	98,67
11	105 bis unter 110	110	1	1,33	75	100,00
	Summe		$n = 75$	$\approx 100$		

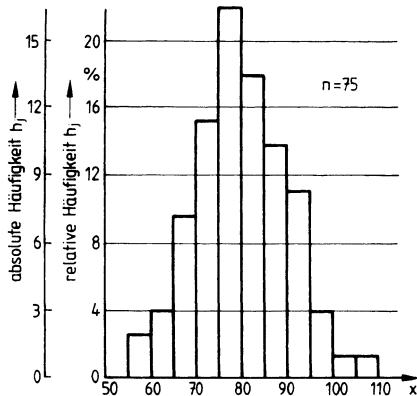


Bild 982.1 Histogramm für die klassierten Einzelwerte der Tab. 981.3

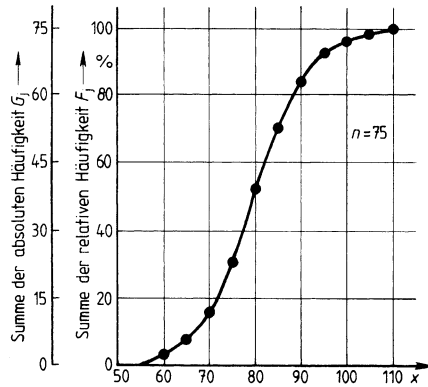


Bild 982.2 Summenlinie für die klassierten Einzelwerte der Tab. 981.3

gleich den Häufigkeiten (relativ oder absolut) der betreffenden Einzelwerte sind (s. Bild 981.2). Die Summentreppe zeigt, wie viele oder wie viel Prozent der Einzelwerte kleiner als ein gewählter Wert oder ihm gleich sind. Im Bild 981.2 sind z. B. 40% der Werte kleiner oder gleich 41.

Bei größerem Stichprobenumfang ( $n$  größer 30) ist ein Zusammenfassen von Einzelwerten in Klassen sinnvoll. Dabei sind die Klassengrenzen so festzulegen, dass jeder Einzelwert eindeutig zu einer Klasse gehört (s. hierzu Tab. 981.3 als Zahlenbeispiel für klassierte Einzelwerte).

Werden über den Klassen Rechtecke mit den absoluten Häufigkeiten  $n_j$  oder den relativen Häufigkeiten  $h_j$  als Höhen aufgetragen, dann entsteht eine grafische Darstellung der Häufigkeitsverteilung (Histogramm). Dies liefert anschauliche Hinweise auf die Form der Verteilung (Symmetrie, Ausreißer usw.). In Bild 982.1 sind die klassierten Einzelwerte der Tab. 981.3 als Histogramm dargestellt. Die Anzahl  $n$  der Messwerte ist stets anzugeben. Eine andere grafische Darstellung stellt die Summenlinie dar. Sie entsteht, wenn die Summen der Häufigkeiten (relativ  $F_j$  oder absolut  $G_j$ ) über den oberen Klassengrenzen  $x_j$  aufgetragen und die Punkte durch Strecken verbunden werden (s. Bild 982.2).

An der Summenlinie kann abgelesen werden, wie viele Einzelwerte kleiner oder gleich einem vorgegebenen Wert sind.

### Kennwerte von Stichproben

Der arithmetische Mittelwert  $\bar{x}$  ist die Summe der Einzelwerte  $x_i$  der Stichprobe geteilt durch ihre Anzahl  $n$ .

$$\bar{x} = \frac{1}{n} (x_1 + x_2 + \dots + x_n) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

Der arithmetische Mittelwert ist ein Kennwert zur Charakterisierung der mittleren Lage der Einzelwerte einer Stichprobe.

Die Varianz  $s^2$  einer Stichprobe ist die Summe der Quadrate der Abweichungen der Einzelwerte vom arithmetischen Mittelwert dividiert durch die Zahl der Freiheitsgrade  $f = n - 1$ .

$$s^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$$

Die Standardabweichung der Stichprobe ist die positive Wurzel aus der Varianz:

$$s = \sqrt{s^2}$$

Die Standardabweichung ist ein Maß für die Streuung der Einzelwerte  $x_i$  um den Wert  $\bar{x}$ .

Die Spannweite ist die Differenz zwischen dem größten und dem kleinsten Einzelwert der Stichprobe:

$$R_n = x_{\max} - x_{\min} = x_{(n)} - x_{(1)}$$

Varianz, Standardabweichung und Spannweite sind Kennwerte zur Charakterisierung der Streuung der Einzelwerte der Stichprobe.

### Testen auf Normalverteilung

Einfach und anschaulich kann die Voraussetzung der Normalverteilung durch die grafische Darstellung der Summenlinie im Wahrscheinlichkeitsnetz überprüft werden. Dieses Netz hat eine derart verzerrte Koordinatenteilung, dass die Summenlinie eines normal verteilten Merkmals eine Gerade ist. Ergeben die Summen der Häufigkeiten im Wahrscheinlichkeitsnetz aufgetragen näherungsweise eine Gerade, dann darf auf eine Normalverteilung der Einzelwerte geschlossen werden (s. Bild 983.1).

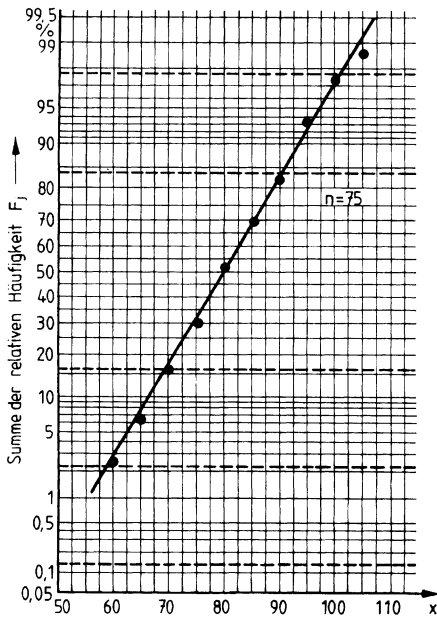


Bild 983.1 Summen der Häufigkeit und Näherungsgerade

**Vertrauensbereiche für Parameter der Normalverteilung**

Die Kennwerte  $\bar{x}$ ,  $s^2$ ,  $s$  und auch der Variationskoeffizient  $v$ , auf den hier nicht näher eingegangen werden kann, dienen als Schätzwerte für die entsprechenden Parameter, Erwartungswert  $\mu$ , Varianz  $\sigma^2$ , Standardabweichung  $\sigma$ , Variationskoeffizient  $\gamma$  der Wahrscheinlichkeitsverteilung des Merkmals in der Gesamtheit. Da ein Schätzwert im Allgemeinen von dem zu schätzenden Parameter mehr oder weniger abweicht, wird außer dem Schätzwert auch noch ein Vertrauensbereich für den Parameter angegeben, der mit Hilfe von Kennwerten der Stichprobe berechnet wird. Dieser Bereich einschließlich seiner Grenzen, der oberen und unteren Vertrauensgrenze, schließt den unbekannten Parameter mit einer vorgegebenen Wahrscheinlichkeit, dem Vertrauensniveau  $1 - \alpha$  ein. Das Vertrauensniveau ist nach technischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten vor Beginn der Untersuchung festzulegen. Gebräuchlich sind Werte  $1 - \alpha = 0,95$  und  $1 - \alpha = 0,99$ .

Der Vertrauensbereich für den Erwartungswert  $\mu$  wird bei unbekannter Standardabweichung  $\sigma$  aus Mittelwert  $\bar{x}$  und Standardabweichung  $s$  einer Stichprobe vom Umfang  $n$  berechnet. Bei zweiseitiger Abgrenzung gilt auf dem Vertrauensniveau  $1 - \alpha$ :

$$\bar{x} - W \leq \mu \leq \bar{x} + W$$

wobei

$$W = t_{f; 1-\alpha/2} \cdot \frac{s}{\sqrt{n}}$$

$W$  ist der Abstand der Vertrauensgrenzen vom Mittelwert der Stichprobe. Der Vertrauensbereich hat demnach die Weite  $2W$ . Der Zahlenfaktor  $t_{f; 1-\alpha/2}$  ist für das Vertrauensniveau  $1 - \alpha = 0,95$  in Tab. 983.2 zweiseitige Abgrenzung, in Abhängigkeit von der Zahl der Freiheitsgrade  $f = n - 1$  aufgeführt.

Mit der Standardabweichung  $s$  einer Stichprobe von  $n$ -Einzelwerten lassen sich Vertrauensgrenzen angeben, die die Standardabweichung  $\sigma$  auf vorgegebenem Vertrauensniveau  $1 - \alpha$  einschließen:

Für das Vertrauensniveau  $1 - \alpha = 0,95$ , zweiseitige Abgrenzung, gelten die Faktoren  $\chi_u$  und  $\chi_o$  nach Tab. 983.3.

Tabelle 983.2 Tabellenwerte der  $t$ -Verteilung für das Vertrauensniveau  $1 - \alpha = 0,95$

$f$	zweiseitige Abgrenzung $t_{f; 0,975}$	einseitige Abgrenzung $t_{f; 0,95}$
2	4,30	2,92
3	3,18	2,35
4	2,78	2,13
5	2,57	2,02
6	2,45	1,94
7	2,36	1,89
8	2,31	1,86
9	2,26	1,83
10	2,23	1,81
12	2,18	1,78
14	2,14	1,76
16	2,12	1,75
18	2,10	1,73
20	2,09	1,72
25	2,06	1,71
30	2,04	1,70
50	2,01	1,68
100	1,98	1,66
$\geq 500$	1,96	1,65

Tabelle 983.3  $\chi$ -Faktoren für das Vertrauensniveau  $1 - \alpha = 0,95$

$n$	$\chi_u$	$\chi_o$
3	0,52	6,28
4	0,57	3,73
5	0,60	2,87
6	0,62	2,45
8	0,66	2,04
10	0,69	1,83
12	0,71	1,70
15	0,73	1,58
20	0,76	1,46
30	0,80	1,34
50	0,84	1,25
100	0,88	1,16
200	0,91	1,11
500	0,94	1,07
1000	0,96	1,05
5000	0,98	1,02

Die Norm beschreibt außerdem ausführlich das Testen von Erwartungswerten und Varianzen bei Normalverteilung und die Behandlung von ausreißerverdächtigen Einzelwerten auf der Grundlage verschiedener Ausreißertests (Dixon und Grubbs). Außerdem sind in einem Anhang Beispiele angegeben, die das Verständnis des Norminhaltes verdeutlichen und vertiefen sollen.

DIN 53804-2 beschreibt statistische Verfahren, mit denen Zählwerte (Anzahl von Vorkommnissen, z. B. Unfälle, Fadenbrüche) aufbereitet und die Parameter der Wahrscheinlichkeitsverteilung, hier der Parameter der Poisson-Verteilung, geschätzt und getestet werden können.

DIN 53804-3 behandelt Ordinalmerkmale, deren Werte auf einer diskontinuierlichen Skale (Ordinalskale) liegen. Diese hat zwar eine eindeutig festgelegte Ordnung (z. B. die ordnungssteigende Ausprägung), jedoch keine definierten Abstände zwischen den Skalenwerten. Die Ordinalskale hat keinen Nullpunkt und unterscheidet sich damit wesentlich von den Skalen für zählbare und messbare Merkmale.

DIN 53804-4 befasst sich mit Attributmerkmalen. Die Ausprägungen (Werte, Attribute) eines Attributmerkmals werden auf einer Nominalskale dargestellt. Jede Einheit einer Grundgesamtheit hat genau eine Ausprägung des Merkmals.

Die Eigenschaften des Merkmals werden durch die Anteile (relative Häufigkeiten) beschrieben, mit denen die einzelnen Ausprägungen in der Grundgesamtheit vorkommen.

Häufig interessiert man sich nur für eine bestimmte Ausprägung und deren Anteil in der Grundgesamtheit. DIN 53804-4 beschreibt statistische Verfahren mit denen die Anzahl  $x$  der Einheiten mit der betrachteten Ausprägung des Attributmerkmals unter  $n$  untersuchten Einheiten aufbereitet werden kann. Weiterhin werden Schätzungen und Tests des Anteils der Einheiten mit der betrachteten Ausprägung des Attributmerkmals in der Grundgesamtheit behandelt. Methodisch beruhen diese Verfahren auf der Binominalverteilung.

## 21.3 Messtechnik

Der Begriff „Messtechnik“ (Metrologie) wird in DIN-Normen nicht allgemein definiert. In der Richtlinie VDI/VDE 2600 ist Messtechnik der Wissensbereich (Bereich der Kenntnisse und Erfahrungen), der sich auf Messungen bezieht. Es wird unterschieden in

- theoretische Messtechnik als Zweig der Messtechnik, der sich mit den theoretischen Grundlagen und der theoretischen Systematik des Messens befasst, und
- der angewandten Messtechnik als Zweig der Messtechnik, der sich mit ihrer Anwendung auf bestimmte Messprobleme und mit der Ausführung von Messungen beschäftigt. In der industriellen Anwendung ist die Messtechnik ein wesentliches Element der Qualitätssicherung.

### DIN 1319-1 Grundlagen der Messtechnik – Teil 1: Grundbegriffe (Jan 1995)

In dieser Norm sind allgemeine Grundbegriffe der Metrologie definiert und beschrieben. Die in der Norm enthaltenen Begriffe gelten unabhängig von der zu messenden Größe für alle Bereiche der Messtechnik. Spezielle und weiter gehende Festlegungen bleiben den besonderen Normen oder Richtlinien für die unterschiedlichen Anwendungsbereiche vorbehalten.

Den Definitionen sind eine Vielzahl Anmerkungen und Beispiele zugeordnet (hier nicht wiedergegeben).

**Messgröße.** Physikalische Größe, der die Messung gilt.

**Messobjekt.** Träger der Messgröße.

**Wahrer Wert (einer Messgröße).** Wert der Messgröße als Ziel der Auswertung von Messungen der Messgröße.

**Richtiger Wert (einer Messgröße).** Bekannter Wert für Vergleichszwecke, dessen Abweichung vom wahren Wert für den Vergleichszweck als vernachlässigbar betrachtet wird.

**Messung (Messen einer Messgröße).** Ausführen von geplanten Tätigkeiten zum quantitativen Vergleich der Messgröße mit einer Einheit.

**Dynamische Messung.** Messung, wobei die Messgröße entweder zeitlich veränderlich ist, oder ihr Wert sich abhängig vom gewählten Messprinzip wesentlich aus zeitlichen Änderungen anderer Größen ergibt.

**Statische Messung.** Messung, wobei eine zeitlich unveränderliche Messgröße nach einem Messprinzip gemessen wird, das nicht auf der zeitlichen Änderung anderer Größen beruht.

**Zählen.** Ermitteln des Wertes der Messgröße „Anzahl der Elemente einer Menge“.

**Prüfung.** Feststellen, inwieweit ein Prüfobjekt eine Forderung erfüllt.

**Klassierung.** Zuordnen der Elemente einer Menge zu festgelegten Klassen von Merkmalswerten.

**Messprinzip.** Physikalische Grundlage der Messung.

**Messmethode.** Spezielle, vom Messprinzip unabhängige Art des Vorgehens bei der Messung.

**Messverfahren.** Praktische Anwendung eines Messprinzips und einer Messmethode.

**Einflussgröße.** Größe, die nicht Gegenstand der Messung ist, jedoch die Messgröße oder die Ausgabe beeinflusst.

**Messsignal.** Größe in einem Messgerät oder einer Messeinrichtung, die der Messgröße eindeutig zugeordnet ist.

**Wiederholbedingungen.** Bedingungen, unter denen wiederholt einzelne Messwerte für dieselbe spezielle Messgröße unabhängig voneinander so gewonnen werden, dass die systematische Messabweichung für jeden Messwert die gleiche bleibt.

**Erweiterte Vergleichbedingungen.** Bedingungen, unter denen eine Gesamtheit unabhängiger Messergebnisse für dieselbe spezielle Messgröße so gewonnen wird, dass durch Vergleich Unterschiede der systematischen Messabweichungen erkennbar werden.

**Ausgabe.** Durch ein Messgerät oder eine Messeinrichtung bereitgestellte und in einer vorgesehenen Form ausgegebene Information über den Wert einer Messgröße.

**Messwert.** Wert, der zur Messgröße gehört und der Ausgabe eines Messgerätes oder einer Messeinrichtung eindeutig zugeordnet ist.

**Erwartungswert.** Wert, der zur Messgröße gehört und dem sich das arithmetische Mittel der Messwerte der Messgröße mit steigender Anzahl der Messwerte nähert, die aus Einzelmessungen unter denselben Bedingungen gewonnen werden können.

**Messergebnis.** Aus Messungen gewonnener Schätzwert für den wahren Wert einer Messgröße.

**Unberechtigtes Messergebnis.** Aus Messungen gewonnener Schätzwert für den Erfahrungswert.

**Berichtigen.** Beseitigen der im unberechtigten Messergebnis enthaltenen bekannten systematischen Messabweichung.

**Korrektion.** Wert, der nach algebraischer Addition zum unberechtigten Messergebnis oder zum Messwert die bekannte systematische Messabweichung ausgleicht.

**Messabweichung.** Abweichung eines aus Messungen gewonnenen und der Messgröße zugeordneten Wertes vom wahren Wert.

**Zufällige Messabweichung.** Abweichung des unberechtigten Messergebnisses vom Erwartungswert.

**Systematische Messabweichung.** Abweichung des Erwartungswertes vom wahren Wert.

**Messunsicherheit.** Kennwert, der aus Messungen gewonnen wird und zusammen mit dem Messergebnis zur Kennzeichnung eines Wertebereiches für den wahren Wert der Messgröße dient.

**Relative Messunsicherheit.** Messunsicherheit, bezogen auf den Betrag des Messergebnisses.

**Wiederholstandardabweichung.** Standardabweichung von Messwerten unter Wiederholbedingungen.

**Vergleichstandardabweichung.** Standardabweichung von Messergebnissen unter erweiterten Vergleichsbedingungen.

**Vollständiges Messergebnis.** Messergebnis mit quantitativen Angaben zur Genauigkeit der Messung.

**Messgerät.** Gerät, das allein oder in Verbindung mit anderen Einrichtungen für die Messung einer Messgröße vorgesehen ist.

**Messeinrichtung.** Gesamtheit aller Messgeräte und zusätzlicher Einrichtungen zur Erzielung eines Messergebnisses.

**Messkette.** Folge von Elementen eines Messgerätes oder einer Messeinrichtung, die den Weg des Messsignals von der Aufnahme der Messgröße bis zur Bereitstellung der Ausgabe bildet.

**(Messgrößen-) Aufnehmer.** Teil eines Messgerätes oder einer Messeinrichtung, der auf eine Messgröße unmittelbar anspricht.

**Maßverkörperung.** Gerät, das einen oder mehrere feste Werte einer Größe darstellt oder liefert.

**Referenzmaterial.** Material oder Substanz mit Merkmalen, deren Werte für den Zweck der Kalibrierung, der Beurteilung eines Messverfahrens oder der quantitativen Ermittlung von Materialeigenschaften ausreichend festliegen.

**Normal.** Messgerät, Messeinrichtung oder Referenzmaterial, die den Zweck haben, eine Einheit oder einen oder mehrere bekannte Werte einer Größe darzustellen, zu bewahren oder zu reproduzieren, um diese an andere Messgeräte durch Vergleich weiterzugeben.



**Eingangsgröße eines Messgerätes.** Größe, die von einem Messgerät, einer Messeinrichtung oder einer Messkette am Eingang wirkungsmäßig erfasst werden soll.

**Ausgangsgröße eines Messgerätes.** Größe, die am Ausgang eines Messgerätes, einer Messeinrichtung oder einer Messkette als Antwort auf die erfasste Eingangsgröße vorliegt.

**Kalibrierung.** Ermitteln des Zusammenhangs zwischen Messwert oder Erwartungswert der Ausgangsgröße und dem zugehörigen wahren oder richtigen Wert der als Eingangsgröße vorliegenden Messgröße für eine betrachtete Messeinrichtung bei vorgegebenen Bedingungen.

**Justierung.** Einstellen oder Abgleichen eines Messgerätes, um systematische Messabweichungen so weit zu beseitigen, wie es für die vorgesehene Anwendung erforderlich ist.

**Messbereich.** Bereich derjenigen Werte der Messgröße, für den gefordert ist, dass die Messabweichungen eines Messgerätes innerhalb festgelegter Grenzen bleiben.

**Übertragungsverhalten eines Messgerätes.** Beziehung zwischen den Werten der Eingangsgröße und den zugehörigen Werten der Ausgangsgröße eines Messgerätes unter Bedingungen, die Rückwirkung des Messgerätes ausschließen.

**Ansprechschwelle.** Kleinste Änderung des Wertes der Eingangsgröße, die zu einer erkennbaren Änderung des Wertes der Ausgangsgröße eines Messgerätes führt.

**Empfindlichkeit.** Änderung des Wertes der Ausgangsgröße eines Messgerätes, bezogen auf die sie verursachende Änderung des Wertes der Eingangsgröße.

**Auflösung.** Angabe zur quantitativen Erfassung des Merkmals eines Messgerätes, zwischen nahe beieinander liegenden Messwerten eindeutig zu unterscheiden.

**Hysterese eines Messgerätes.** Merkmal eines Messgerätes, das darin besteht, dass der zu ein und demselben Wert der Eingangsgröße sich ergebende Wert der Ausgangsgröße von der vorausgegangenen Aufeinanderfolge der Werte der Eingangsgröße abhängt.

**Rückwirkung eines Messgerätes.** Einfluss eines Messgerätes bei seiner Anwendung, der bewirkt, dass sich die vom Messgerät zu erfassende Größe von derjenigen Größe unterscheidet, die am Eingang des Messgerätes tatsächlich vorliegt.

**Messgerätedrift.** Langsame zeitliche Änderung des Wertes eines messtechnischen Merkmals eines Messgerätes.

**Einstelldauer.** Zeitspanne zwischen dem Zeitpunkt einer sprunghaften Änderung des Wertes der Eingangsgröße eines Messgerätes und dem Zeitpunkt, ab dem der Wert der Ausgangsgröße dauernd innerhalb vorgegebener Grenzen bleibt.

**Messabweichung eines Messgerätes.** Derjenige Beitrag zur Messabweichung, der durch ein Messgerät verursacht wird.

**Festgestellte systematische Messabweichung (eines Messgerätes).** Geschätzter Beitrag eines Messgerätes zur systematischen Messabweichung.

**Fehlergrenzen.** Abweichungsgrenzbeträge für Messabweichungen eines Messgerätes.

**Prüfung eines Messgerätes.** Feststellen, inwieweit ein Messgerät eine Forderung erfüllt.

### **DIN 1319-2 Grundlagen der Messtechnik – Teil 2: Begriffe für Messmittel (Okt 2005)**

In dieser Norm sind Begriffe der Messtechnik definiert, die für die Anwendung von Messmitteln von Bedeutung sind. Die Begriffe gelten unabhängig von der zu messenden Größe für alle Bereiche der Messtechnik. Sie ergänzen die Grundbegriffe in DIN 1319-1.

Begriffe für die Verarbeitung von Messsignalen innerhalb einer Messeinrichtung sind nicht Gegenstand dieser Norm. Diese Begriffe sind vor allem in den Begriffsnormen der Regelungs- und Steuerungstechnik (s. DIN 19226) sowie der Nachrichtenübertragung (s. Normenreihe DIN 40 146-1) definiert.

### **DIN 1319-3 Grundlagen der Messtechnik – Teil 3: Auswertung von Messungen einer einzelnen Messgröße – Messunsicherheit (Mai 1996)**

Diese Norm basiert auf dem von der ISO veröffentlichten „Guide to the expression of uncertainty in measurement“, der in deutscher Sprache als DIN V ENV 13005 Leitfaden zur Angaben der Unsicherheit beim Messen herausgegeben worden ist.<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Zu beziehen durch den Beuth-Verlag GmbH, Berlin, Wien, Zürich.

Die Norm gilt für die Ermittlung einzelner Messgrößen und ihrer Unsicherheit durch Auswertung von Messungen sowie sinngemäß auch für die Auswertung rechner simulierter Messungen, sowohl für direkt gemessene Messgrößen als auch für Messgrößen, die mittels einer gegebenen Funktion aus anderen Größen berechnet werden.

Neben den Grundbegriffen nach DIN 1319-1 sind für das Verständnis dieser Norm folgende weitere Begriffe notwendig:

**Ergebnisgröße (der Auswertung).** Messgröße als Ziel der Auswertung von Messungen.

**Eingangsgröße (der Auswertung).** Messgröße oder andere Größe, von der Daten in die Auswertung von Messungen eingehen.

**Modell (der Auswertung).** Mathematische Beziehung zwischen allen bei der Auswertung von Messungen beteiligten Messgrößen und anderen Größen.

**Messunsicherheit.** Kennwert der aus Messungen gewonnen wird und zusammen mit dem Messergebnis zur Kennzeichnung eines Wertebereiches für den wahren Wert der Messgröße dient (s. auch DIN 1319-1).

*Anmerkung:* Die Messunsicherheit ist ein Maß für die Genauigkeit der Messung und kennzeichnet die Streuung oder den Bereich derjenigen Werte, die der Messgröße als Schätzwert für den wahren Wert zugewiesen werden können. Die Messunsicherheit kann auch als ein Maß für die Unkenntnis über die Größe selbst aufgefasst werden.

**Gemeinsame Komponente der Messunsicherheit.** Kennwert für ein Paar von Messgrößen, der aus Messungen gewonnen wird und zur Kennzeichnung eines Wertebereiches für das Paar der wahren Werte der beiden Messgrößen beiträgt.

### Allgemeine Grundlagen der Auswertung von Messungen

Ziel jeder Messung einer Messgröße ist es, deren wahren Wert zu ermitteln. Dabei wird eine Messeinrichtung und ein Messverfahren auf ein Messobjekt angewendet. Die Messung kann mit Hilfe eines Rechners simuliert werden. Sie umfasst auch die Auswertung der gewonnenen Messwerte und anderer zu berücksichtigender Daten. Wegen der bei der Messung wirkenden Einflüsse treten unvermeidbare Messabweichungen auf; deshalb ist es nicht möglich, den wahren Wert genau zu finden. Nur das Messergebnis  $y$  als Schätzwert für den wahren Wert einer Messgröße  $Y$  sowie die Messunsicherheit  $u(y)$  lassen sich aus den Messwerten und deren Daten gewinnen und angeben. In dieser Norm bilden das Messergebnis und die Messunsicherheit zusammen das vollständige Messergebnis für die Messgröße  $Y$ .

Bei vielen Messungen ergeben sich die zu einer Messgröße gehörenden Messwerte direkt aus der Ausgabe der Messeinrichtung. Eine solche Messung wird kurz direkte Messung genannt.

Meistens muss eine Messgröße jedoch indirekt ermittelt werden. Dabei werden zunächst andere Messgrößen entweder direkt gemessen oder ebenfalls indirekt ermittelt. Aus diesen und weiteren Größen, insbesondere Einflussgrößen, die die Ursache für systematische Messabweichungen sind, wird dann mit Hilfe eines bestehenden mathematischen Zusammenhangs, des Modells der Auswertung, das vollständige Messergebnis für die Ergebnisgröße errechnet.

Jede Auswertung wird zweckmäßig in 4 voneinander deutlich getrennten Schritten ausgeführt:

- Aufstellung eines Modells, das die Beziehung der interessierenden Messgröße, zu allen anderen beteiligten Größen, mathematisch beschreibt.
- Vorbereitung der gegebenen Messwerte und anderer verfügbarer Daten,
- Berechnung des Messergebnisses und der Messunsicherheit der Ergebnisgröße aus den vorbereiteten Daten mittels des Modells,
- Angabe des vollständigen Messergebnisses der Ergebnisgröße.

### Auswertungsverfahren für den einfachen Fall der mehrmaligen direkten Messung

Dieses Verfahren der Auswertung für den einfachen Fall der mehrmaligen direkten Messung bei Vorliegen einer systematischen Messabweichung ist ein Sonderfall des allgemeinen Verfahrens.

Oft wird eine Messgröße  $Y$  in unabhängigen Versuchen mehrmals direkt gemessen, wobei dieselben genau festgelegten Versuchsbedingungen soweit wie möglich eingehalten werden und eine von einer Einflussgröße verursachte systematische Messabweichung bei der Auswertung zu berücksichtigen ist. Im Hinblick auf eine Verallgemeinerung ist es zweckmäßig, der unberechtigten Ausgabe der verwendeten Messeinrichtung eine Eingangsgröße  $X_1$  und davon getrennt der systematischen Messabweichung eine weitere Eingangsgröße  $X_2$  zuzuordnen. Die Messgröße  $Y$  ist dann die Ergebnisgröße und zwar die

um die Eingangsgröße  $X_2$  berichtigte Ausgabe  $X_1$  und ergibt sich somit aus der Gleichung

$$Y = X_1 - X_2.$$

Bei der mehrmaligen direkten Messung der Messgröße  $Y$  streuen die bei den  $n$  einzelnen Messungen erhaltenen Messwerte wegen zufälliger Einflüsse. Sie werden deshalb als Komponenten einer Zufallsgröße  $V$  aufgefasst, die der Eingangsgröße  $X_1$  zugeordnet ist. Die Zufallsgröße  $V$  folgt einer Wahrscheinlichkeitsverteilung, die insbesondere durch die beiden Parameter Erwartungswert  $\mu$  und Standardabweichung  $\sigma$  oder (alternativ durch die Varianz  $\sigma^2$ ) gekennzeichnet ist. Die Eingangsgröße  $X_1$  ist keine Zufallsgröße; deshalb ist sie auch nicht identisch mit  $V$ . Der Erwartungswert  $\mu$  stimmt mit dem wahren Wert der Größe  $X_1$  überein.

Die Standardabweichung ist ein Maß für die Streuung der einzelnen Messwerte um den Erwartungswert oder die zufälligen Messabweichungen um 0.

Die Parameter  $\mu$  und  $\sigma$  der Wahrscheinlichkeitsverteilung sind im Allgemeinen nicht bekannt. Es besteht im zweiten Schritt der Auswertung zunächst die Aufgabe, aus den Messwerten  $v_j$  Schätzwerte für sie zu ermitteln. Üblicherweise wird der (arithmetische) Mittelwert  $\bar{v}$  der Messwerte

$$\bar{v} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n v_j$$

als Schätzwert für  $\mu$  und deshalb auch für  $X_1$  benutzt.  $X_1$  ist das unberichtigte Messergebnis. Die Standardabweichung

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \cdot \sum_{j=1}^n (v_j - \bar{v})^2}$$

der Messwerte dient als Schätzwert für  $\sigma$ .

Da die Messwerte Realisierungen der Zufallsgröße  $V$  sind, können  $\bar{v}$  und  $s$  und  $\mu$  und  $\sigma$  zufällig abweichen.  $\bar{v}$  und  $s$  sind also auch Selbstrealisierungen von Zufallsgrößen. Als Unsicherheit  $u(x_1)$  von  $X_1$ , die mit dem Mittelwert  $\bar{v}$  als Schätzwert  $x_1$  für  $X_1$  verbunden ist, wird die Standardabweichung des Mittelwertes verwendet:

$$u(x_1) = s_0 / \sqrt{n} = \sqrt{\frac{1}{n(n-1)} \cdot \sum_{j=1}^n (v_j - \bar{v})^2}$$

Ist aus früheren, unter vergleichbaren Versuchsbedingungen häufig ausgeführten Messungen derselben oder einer ähnlichen Messgröße bereits eine empirische Standardabweichung  $s_0$  der Verteilung der Messwerte bekannt, so sollte der bei kleiner Anzahl  $n$  günstigere Ansatz

$$u(x_1) = s_0 / \sqrt{n}$$

verwendet werden.

Die systematische Messabweichung setzt sich aus der bekannten systematischen Messabweichung und der bekannten systematischen Messabweichung zusammen. Eine bekannte systematische Messabweichung dient als Schätzwert  $x_2$  für die Eingangsgröße  $X_2$ . Sie wird durch ihren negativen Wert, die Korrektur  $K$  des unberichtigten Messergebnisses  $x_1$  ausgeglichen.  $x_2 = -K$  ist im Allgemeinen nicht gleich der gesamten systematischen Messabweichung.

Ob und welche systematischen Messabweichungen bei der Unsicherheitsbetrachtung vernachlässigt werden dürfen, muss jeweils im Einzelfall entschieden werden. Als Unsicherheit von  $X_2$  wird die Standardabweichung einer Verteilung derjenigen Werte der systematischen Messabweichung benutzt, die nach Maßgabe der vorliegenden oder aus der Erfahrung ableitbaren Informationen über die Eingangsgröße  $X_2$  möglich sind. Welche systematische Messabweichung bei der Messung selbst auftritt, bleibt daher unbekannt.

Bei der Berechnung des vollständigen Messergebnisses führt das Einsetzen des Mittelwertes  $x_1 = \bar{v}$  sowie  $x_2 = -K$  zum Messergebnis  $y$  für die Messgröße  $Y$ :

$$y = x_1 - x_2 = \bar{v} + K.$$

$y$  ist der beste Schätzwert für den wahren Wert der Ergebnisgröße. Die Messunsicherheit  $u(y)$  der Messgröße  $Y$  folgt aus der quadratischen Kombination der Unsicherheiten  $u(x_1)$  und  $u(x_2)$  der Eingangsgrößen  $X_1$  bzw.  $X_2$ , ungeachtet der unterschiedlichen begrifflichen Auffassung der Verteilung

der beiden zugeordneten Schätzwerte:

$$u(y) = \sqrt{u^2(x_1) + u^2(x_2)}$$

$u(y)$  ist die Standardunsicherheit von  $Y$ .

Das vollständige Messergebnis für die Messgröße  $Y$  wird in eine der folgenden Schreibweisen angegeben:

a)  $y, u(y)$ ; b)  $y, u_{\text{rel}}(y)$ ; c)  $Y = y(u(y))$ ; d)  $Y = y \pm u(y)$ ; e)  $Y = y; (1 \pm u_{\text{rel}}(y))$ .

Der durch die Messunsicherheit gekennzeichnete Bereich der Werte, die der Messgröße zugewiesen werden können, lautet:

$$y - u(y) \leq Y \leq y + u(y)$$

DIN 1319-3 behandelt weiterhin die Angabe mit erweiterter Messunsicherheit, die Angabe als Vertrauensbereich und geht in einem weiteren umfangreichen Abschnitt auf Auswerteverfahren für den allgemeinen Fall ein. Informative Anhänge in der Norm gehen auf praktische Beispiele bei der Anwendung dieser Norm ein, behandeln die rechnerunterstützte Auswertung und zeigen die Grenzen der Anwendung des Auswerteverfahrens dieser Norm auf.

#### **DIN EN ISO 1 Geometrische Produktspezifikation (GPS) – Referenztemperatur für geometrische Produktspezifikationen (ISO 1:2002) (Okt 2002)**

Diese Norm legt die Referenztemperatur für industrielle Längenmesstechnik mit 20 °C für Messmittel und Werkstücke fest. DIN EN ISO 1 ersetzt DIN 102 vom Okt 1956.

Messmittel und Werkzeuge sollen bei 20 °C die vorgeschriebenen Maße haben. Alle technischen Maßangaben gelten für diese Bezugstemperatur, sofern nichts anderes angegeben ist.

In der **Fertigungsmesstechnik** spielt das Messen geometrischer Größen (Längenmaß, Form, Lage, Rauheit) eine herausragende Rolle, da damit nahezu 90% aller zu prüfender Merkmale von mechanisch gefertigten Werkstücken erfasst werden.

## 22 Normenausschüsse im DIN

Normenausschuss Akustik, Lärminderung und Schwingungstechnik (NALS) im DIN und VDI  
[www.nals.din.de](http://www.nals.din.de)

Normenausschuss Armaturen (NAA)  
[www.naa.din.de](http://www.naa.din.de)

Normenausschuss Bauwesen (NABau)  
[www.nabau.din.de](http://www.nabau.din.de)

Normenausschuss Bergbau (FABERG)  
[www.faberg.din.de](http://www.faberg.din.de)

Normenausschuss Beschichtungsstoffe und Beschichtungen (NAB)  
[www.nab.din.de](http://www.nab.din.de)

Normenausschuss Bibliotheks- und Dokumentationswesen (NABD)  
[www.nabd.din.de](http://www.nabd.din.de)

Normenausschuss Bild und Film (NBF)  
[www.nbf.din.de](http://www.nbf.din.de)

Normenausschuss Chemischer Apparatebau (FNCA)  
[www.fnca.din.de](http://www.fnca.din.de)

Normenausschuss Daten- und Warenverkehr in der Konsumgüterwirtschaft (NDWK)  
[www.ndwk.din.de](http://www.ndwk.din.de)

Normenausschuss Dental (NADENT)  
[www.nadent.din.de](http://www.nadent.din.de)

Normenausschuss Druck- und Reproduktionstechnik (NDR)  
[www.ndr.din.de](http://www.ndr.din.de)

Normenausschuss Druckgasanlagen (NDG)  
[www.ndg.din.de](http://www.ndg.din.de)

Normenausschuss Eisen-, Blech- und Metallwaren (NAEBM)  
[www.naebm.din.de](http://www.naebm.din.de)

Normenausschuss Eisen und Stahl (FES)  
[www.fes.din.de](http://www.fes.din.de)

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE  
[www.dke.de](http://www.dke.de)

Normenstelle Elektrotechnik (NE)  
[www.ne.din.de](http://www.ne.din.de)

Normenausschuss Erdöl- und Erdgasgewinnung (NÖG)  
[www.noeg.din.de](http://www.noeg.din.de)

Normenausschuss Ergonomie (NAErg)  
[www.naerg.din.de](http://www.naerg.din.de)

Normenausschuss Farbe (FNF)  
[www.fnf.din.de](http://www.fnf.din.de)

Selbstständiger Arbeitsausschuss Federn (AF)

[www.af.din.de](http://www.af.din.de)

Normenausschuss Feinmechanik und Optik (NAFuO)

[www.nafuo.din.de](http://www.nafuo.din.de)

Normenausschuss Feuerwehrwesen (FNFW)

[www.fnfw.din.de](http://www.fnfw.din.de)

Normenausschuss Gastechnik (NAGas)

[www.nagas.din.de](http://www.nagas.din.de)

Normenausschuss Gebrauchstauglichkeit und Dienstleistungen (NAGD)

[www.nagd.din.de](http://www.nagd.din.de)

Selbstständiger Arbeitsausschuss Gestaltung von Normen (AGN)

[www.agn.din.de](http://www.agn.din.de)

Normenausschuss Gießereiwesen (GINA)

[www.gina.din.de](http://www.gina.din.de)

Normenausschuss Grundlagen des Umweltschutzes (NAGUS)

[www.nagus.din.de](http://www.nagus.din.de)

Normenausschuss Heiz-, Koch- und Wärmgerät (FNH)

[www.fnh.din.de](http://www.fnh.din.de)

Normenausschuss Heiz- und Raumlufttechnik (NHRS)

[www.nhrs.din.de](http://www.nhrs.din.de)

Normenausschuss Holzwirtschaft und Möbel (NHM)

[www.nhm.din.de](http://www.nhm.din.de)

Normenausschuss Informationstechnik und Anwendungen (NIA)

[www.ni.din.de](http://www.ni.din.de)

Normenausschuss Kältetechnik (FNKä)

[www.fnkae.din.de](http://www.fnkae.din.de)

Normenausschuss Kautschuktechnik (FAKAU)

[www.fakau.din.de](http://www.fakau.din.de)

Normenausschuss Kommunale Technik (NKT)

[www.nkt.din.de](http://www.nkt.din.de)

Normenausschuss Kraftfahrzeuge (FAKRA)

[www.fakra.din.de](http://www.fakra.din.de)

Normenausschuss Kunststoffe (FNK)

[www.fnk.din.de](http://www.fnk.din.de)

Normenausschuss Laborgeräte und Laboreinrichtungen (FNLa)

[www.fnla.din.de](http://www.fnla.din.de)

Normenausschuss Lebensmittel und landwirtschaftliche Produkte (NAL)

[www.nal.din.de](http://www.nal.din.de)

Normenausschuss Lichttechnik (FNL)

[www.fnl.din.de](http://www.fnl.din.de)

Normenausschuss Luft- und Raumfahrt (NL)

[www.nl.din.de](http://www.nl.din.de)

Normenausschuss Maschinenbau (NAM)

[www.nam.din.de](http://www.nam.din.de)

Normenausschuss Materialprüfung (NMP)

[www.nmp.din.de](http://www.nmp.din.de)

Normenausschuss Mechanische Verbindungselemente (FMV)

[www.fmv.din.de](http://www.fmv.din.de)

Normenausschuss Medizin (NAMed)

[www.named.din.de](http://www.named.din.de)

Normenausschuss Nichteisenmetalle (FNNE)

[www.fnne.din.de](http://www.fnne.din.de)

Selbstständiger Arbeitsausschuss Normungsgrundsätze (ANG)

[www.ang.din.de](http://www.ang.din.de)

Normenausschuss Papier und Pappe (NPa)

[www.npa.din.de](http://www.npa.din.de)

Normenausschuss Persönliche Schutzausrüstung (NPS)

[www.nps.din.de](http://www.nps.din.de)

Normenausschuss Pigmente und Füllstoffe (NPF)

[www.npf.din.de](http://www.npf.din.de)

Normenausschuss Qualitätsmanagement, Statistik und Zertifizierungsgrundlagen

[www.nqszt.din.de](http://www.nqszt.din.de)

Normenausschuss Radiologie (NAR)

[www.nar.din.de](http://www.nar.din.de)

Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN – Normenausschuss

[www.krdl.din.de](http://www.krdl.din.de)

Normenausschuss Rettungsdienst und Krankenhaus (NARK)

[www.nark.din.de](http://www.nark.din.de)

Normenausschuss Rohrleitungen und Dampfkesselanlagen (NARD)

[www.nard.din.de](http://www.nard.din.de)

Normenausschuss Rundstahlketten (NRK)

[www.nrk.din.de](http://www.nrk.din.de)

Normenausschuss Sachmerkmale (NSM)

[www.nsm.din.de](http://www.nsm.din.de)

Normenausschuss Fahrweg und Schienenfahrzeuge (FSF)

[www.fsf.din.de](http://www.fsf.din.de)

Normenstelle Schiffs- und Meerestechnik (NSMT)

[www.nsmt.din.de](http://www.nsmt.din.de)

Normenausschuss Schweißtechnik (NAS)

[www.nas.din.de](http://www.nas.din.de)

Normenausschuss Sicherheitstechnische Grundsätze (NASG)

[www.nasg.din.de](http://www.nasg.din.de)

Normenausschuss Sport- und Freizeitgerät (NASport)

[www.nasport.din.de](http://www.nasport.din.de)

Normenausschuss Stahldraht und Stahldrahterzeugnisse (NAD)

[www.nad.din.de](http://www.nad.din.de)

Normenausschuss Tankanlagen (NATank)

[www.natank.din.de](http://www.natank.din.de)

Normenausschuss Technische Grundlagen (NATG)

[www.natg.din.de](http://www.natg.din.de)

Normenausschuss Terminologie (NAT)

[www.nat.din.de](http://www.nat.din.de)

Normenausschuss Textil und Textilmaschinen (Textilnorm)

[www.textilnorm.din.de](http://www.textilnorm.din.de)

Normenausschuss Veranstaltungstechnik – Bühne, Beleuchtung und Ton (NVT)

[www.nvt.din.de](http://www.nvt.din.de)

Normenausschuss Verpackungswesen (NAVp)

[www.navp.din.de](http://www.navp.din.de)

Normenausschuss Wälz- und Gleitlager (NAWGL)

[www.nawgl.din.de](http://www.nawgl.din.de)

Normenausschuss Wasserwesen (NAW)

[www.naw.din.de](http://www.naw.din.de)

Normenausschuss Werkstofftechnologie (NWT)

[www.nwt.din.de](http://www.nwt.din.de)

Normenausschuss Werkzeuge und Spannzeuge (FWS)

[www.fws.din.de](http://www.fws.din.de)

Normenausschuss Werkzeugmaschinen (NWM)

[www.nwm.din.de](http://www.nwm.din.de)



## 23 Werkstoffübersicht

In der Werkstoffübersicht sind die Werkstoffe mit ihren Kurznamen, Kurzzeichen und Werkstoffnummern aufgeführt, die in entsprechenden Werkstoffnormen in den Abschnitten 8 „Werkstoffe“ und 13 „Schweißen, Löten, Schneiden und thermisches Spritzen“ behandelt wurden. Die Einteilung in Werkstoffgruppen, wie Stahl-Eisen oder Nichteisenmetalle, soll das Auffinden einzelner Werkstofftypen erleichtern. Werkstoffnummern, die bisher auf das in DIN 17007 geregelte numerische System zurückzuführen waren, werden jetzt durch andere Bezeichnungssysteme beschrieben. Die Werkstoffnummer ist dann in vielen Fällen alphanumerisch aufgebaut. Für Stahlwerkstoffe wurde im Allg. unter Beibehaltung der bekannten Werkstoffnummer, ein neuer Kurzname nach DIN EN 10027-1 vergeben.

In der Systematik zum Aufbau der neuen Werkstoffkurzzeichen und -nummern für Knetwerkstoffe aus Aluminium und Aluminiumlegierungen gelten die in DIN EN 573 getroffenen Festlegungen. Für Vorlegierungen, Gusslegierungen und Blockmetall, gibt es die Norm DIN EN 1780. Die internationalen Registernummern der Aluminium Association (AA) sind bei der Umstellung der numerischen Bezeichnungen berücksichtigt worden. Zur vollständigen Bezeichnung einer Aluminiumlegierung, sowohl numerisch als auch nach den chemischen Symbolen, gehört zusätzlich eine vorangestellte Folge von Buchstaben, die stets mit EN, als Hinweis auf eine Europäische Norm, beginnt. Beispiel: Für die DIN-Werkstoffnummer 3.3535 gilt jetzt die Schreibweise EN AW-5754, s. Tab. 1054.1. Das bisher geltende System zur Festlegung der Zustandsbezeichnung wurde mit DIN EN 515 für die Knetwerkstoffe abgelöst, mit DIN EN 1706 für Gussstücke.

Für Kupfer und Kupferlegierungen wurde das bisher geltende Werkstoffnummernsystem durch ein „Europäisches Werkstoff-Nummernsystem“ abgelöst, das in DIN EN 1412 beschrieben wird. So wird aus der Kupfer-Zink-Legierung CuZn37 mit der bisher geltenden Werkstoffnummer 2.0321 jetzt CW508L, s. Tab. 1046.1. Die Werkstoffkurzzeichen sind in den meisten Fällen unverändert geblieben. Hilfreich zum Auffinden zurückgezogener oder neuer Kupfersorten ist das in DIN CEN/TS 13388 enthaltene Tabellenwerk. Das bisher geltende System zur Festlegung der Zustandsbezeichnung wurde mit DIN EN 1173 völlig neu beschrieben. Zur Unterscheidung von Knetwerkstoffen erhalten Gussstücke in ihrer Bezeichnung das Zusatzkennzeichen C.

Mit DIN EN 1560 entstand ein völlig neues Bezeichnungssystem für Gusseisen, welches ebenfalls alphanumerisch aufgebaut ist.

Von den in der folgenden Übersicht enthaltenen Werkstoffsorten sind für einige die herkömmlichen Werkstoffbezeichnungen noch mit berücksichtigt worden. Die Seitenzahl im Verzeichnis verweist dann aber in der Regel auch auf die geänderte Bezeichnung des Werkstoffes im Abschnitt 8, bzw. auf die geltende Europäische Norm. Damit wird dem Anwender die Möglichkeit gegeben, einen Alternativwerkstoff auszuwählen zu können. Mehrfachnennungen einzelner Werkstoffmarken, da in mehreren Normen genannt, sind gegeben. Oberbegriffe für Werkstoffe wie Primärzink oder Hüttenaluminium sind im Sachverzeichnis aufgenommen.

Die aktuell geltenden Werkstoffbezeichnungen sind durch Fettdruck hervorgehoben. Zurückgezogene bzw. ersetzte Werkstoffsorten sind dagegen ohne besondere Kennzeichnung wiedergegeben. Sie dienen der Information.

Da die Umsetzung der Normen von nationalen DIN-Normen auf Europäische Normen nicht synchron erfolgen konnte, ist in vielen Fällen eine inhaltliche Übereinstimmung nicht gegeben. Das bedeutet, dass die Anwendbarkeit von Werkstoffen, die nach neuen Bezeichnungssystemen aufgebaut sind, als Ersatz für herkömmliche Werkstoffsorten, im geeigneten Umfang zu prüfen ist.

### 23.1 Kurznamen und Kurzzeichen

Im Tabellenteil „Stahl-Eisen“ sind zusätzlich die Stahlwerkstoffe mit magnetischen Eigenschaften enthalten, deren Kurzzeichen nach DIN EN 10027-1 festgelegt sind. Die in einigen „Stahlnormen“ enthaltenen Nickel- bzw. Cobaltlegierungen sind sowohl im Tabellenteil „Stahl-Eisen“ als auch im Tabellenteil „Nichteisenmetalle“ aufgenommen worden.

Dauermagnetwerkstoffe nach DIN IEC 60404 können durch Kurzzeichen oder, statt mit einer Werkstoffnummer, auch mit einer Code-Nummer gekennzeichnet werden. Die Code-Nummer wird in der Spalte Werkstoffnummer aufgeführt. In einigen Fällen konnte die Mehrfachvergabe einer Kennzeichnung nicht vermieden werden: Der magnetische Werkstoff Ni 36 nach DIN 17745 wird mit zwei Werkstoffnummern geführt. Bei der Bestellung des Werkstoffes muss der Verwendungszweck angegeben werden, da der Werkstoff als Ausdehnungswerkstoff und als weichmagnetischer Werkstoff mit leicht mo-

difizierter Analyse geliefert werden kann. Der Lotzusatz B-Cu100-1085 mit einer Schmelztemperatur von 1085 °C ist mit Unterschieden in den Grenzwerten der Verunreinigung und des Kupfergehaltes mit den Kurzformen CU 101 und CU 102 genormt.

Die aktuell geltenden Werkstoffbezeichnungen sind in der folgenden Tabelle durch Fettdruck hervorgehoben. Nichtmetallische Werkstoffe, wie Kunststoffe oder Holz, werden i. Allg. nur durch Kurznamen beschrieben.

Tabelle 996.1 Kurznamen und Kurzzeichen

## Stahl-Eisen Werkstoffe

Werkstoff	Werkstoffnr.	DIN	Seite	Werkstoff	Werkstoffnr.	DIN	Seite
<b>10CrMo9-10</b>	1.7380	EN 10216-2	138	<b>20MnB5</b>	1.5530	EN 10083-3	153
<b>10NiCr5-4</b>	1.5805	EN 10084	154	<b>20MnCr5</b>	1.7147	EN 10084	156
<b>10S20</b>	1.0721	EN 10087	160	<b>20MnCrS5</b>	1.7149	EN 10084	154
<b>10S20</b>	1.0721	EN 10277-3	162	<b>20MnCrS5</b>	1.7149	EN 10277-4	155
<b>10SPb20</b>	1.0722	EN 10087	160	<b>20MoCr3</b>	1.7320	EN 10084	154
<b>10SPb20</b>	1.0722	EN 10277-3	162	<b>20MoCr4</b>	1.7321	EN 10084	154
<b>11MnNi5-3</b>	1.6212	EN 10028-4	128	<b>20MoCrS3</b>	1.7319	EN 10084	154
<b>11SMn30</b>	1.0715	EN 10087	159	<b>20MoCrS4</b>	1.7323	EN 10084	154
<b>11SMn30</b>	1.0715	EN 10277-3	162	<b>20NiCrMo2-2</b>	1.6523	EN 10084	154
<b>11SMn37</b>	1.0736	EN 10087	159	<b>20NiCrMoS2-2</b>	1.6526	EN 10084	154
<b>11SMn37</b>	1.0736	EN 10277-3	162	<b>20NiCrMoS2-2</b>	1.6526	EN 10277-4	155
<b>11SMnPb30</b>	1.0718	EN 10087	159	<b>20NiCrMoS6-4</b>	1.6571	EN 10084	154
<b>11SMnPb30</b>	1.0718	EN 10277-3	162	<b>21MnCr5</b>	1.2162	EN ISO 4957	157
<b>11SMnPb37</b>	1.0737	EN 10087	159	21MnCr5	1.2162	17350	157
<b>11SMnPb37</b>	1.0737	EN 10277-3	162	21NiCrMoS2	1.6526	1652-3	157
<b>125Cr2</b>	1.2002	EN 10132-4	159	<b>22CrMoS3-5</b>	1.7333	EN 10084	156
<b>12Ni14</b>	1.5637	EN 10028-4	128	<b>24CrMo13-6</b>	1.8516	EN 10085	158
12Ni19	1.5680	EN 10028-4	128	<b>25CrMo4</b>	1.7218	EN 10132-3	161
<b>13CrMo4-5</b>	1.7335	EN 10216-2	138	<b>25CrMo4</b>	1.7218	EN 10297-1	135
<b>13MnNi6-3</b>	1.6217	EN 10028-4	128	<b>25CrMoS4</b>	1.7213	EN 10277-5	155
<b>14MoV6-3</b>	1.7715	EN 10216-2	138	<b>25Mn4</b>	1.1177	EN 10132-3	159
<b>14NiCrMo13-4</b>	1.6657	EN 10084	154	<b>27MnCrB5-2</b>	1.7182	EN 10083-3	151
15 CrMoV 5 9	1.8521	EN 10085	156	<b>28Cr4</b>	1.7030	EN 10084	154
<b>15NiCr13</b>	1.5752	EN 10084	154	<b>28CrS4</b>	1.7036	EN 10084	154
<b>15NiCr13</b>	1.5752	EN 10277-4	154	<b>28Mn6</b>	1.1170	EN 10083-1	152
<b>15NiMn6</b>	1.6228	EN 10028-4	128	<b>28Mn6</b>	1.1170	EN 10250-2	153
<b>15SMn13</b>	1.0725	EN 10087	160	<b>30CrMo4</b>	1.7216	EN 10297-1	135
<b>15SMn13</b>	1.0725	EN 10277-3	162	<b>30CrNiMo8</b>	1.6580	EN 10297-1	135
<b>16MnCr5</b>	1.7131	EN 10084	154	<b>30MnB5</b>	1.5531	EN 10083-3	151
<b>16MnCr5</b>	1.7131	EN 10132-2	158	<b>31CrMo12</b>	1.8515	EN 10085	156
<b>16MnCrB5</b>	1.7160	EN 10084	154	<b>31CrMoV9</b>	1.8519	EN 10085	156
<b>16MnCrB5</b>	1.7160	EN 10277-4	154	<b>32CrAlMo7-10</b>	1.8505	EN 10085	156
<b>16MnCrS5</b>	1.7139	EN 10084	154	<b>32CrMoV12-28</b>	1.2365	EN ISO 4957	157
<b>16MnCrS5</b>	1.7139	EN 10277-4	155	<b>33CrMoV12-9</b>	1.8522	EN 10085	156
<b>16Mo3</b>	1.5415	EN 10216-2	138	<b>33MnCrB5-2</b>	1.7185	EN 10083-3	151
<b>16MnCrS5</b>	1.7139	EN 10277-4	155	<b>34Cr4</b>	1.7033	EN 10083-1	151
<b>16NiCr4</b>	1.5714	EN 10084	154	<b>34Cr4</b>	1.7033	EN 10250-3	150
<b>16NiCrS4</b>	1.5715	EN 10084	154	<b>34CrAlMo5-10</b>	1.8507	EN 10085	156
<b>16NiCrS4</b>	1.5715	EN 10277-4	154	<b>34CrAlNi7-10</b>	1.8550	EN 10085	156
17Mn4	1.0481	17155	126	<b>34CrMo4</b>	1.7220	EN 10132-3	159
<b>17Cr3</b>	1.7016	EN 10084	154	<b>34CrMo4</b>	1.7220	EN 10297-1	135
<b>17Cr3</b>	1.7016	EN 10132-2	158	<b>34CrNiMo6</b>	1.1682	EN 10277-5	155
<b>17CrS3</b>	1.7014	EN 10084	154	<b>34CrS4</b>	1.7037	EN 10083-1	151
17Mn4	1.0481	17175	138	<b>34CrS4</b>	1.7037	EN 10277-5	155
<b>17NiCr6-6</b>	1.5918	EN 10084	154	<b>35CrMo7</b>	1.2302	EN ISO 4957	157
<b>17NiCrMo6-4</b>	1.6566	EN 10084	154	<b>35S20</b>	1.0726	EN 10087	160
<b>17NiCrMoS6-4</b>	1.6569	EN 10084	154	<b>35S20</b>	1.0726	EN 10277-3	162
<b>17NiCrMoS6-4</b>	1.6569	EN 10277-4	154	<b>35SPb20</b>	1.0756	EN 10087	160
<b>18CrMo4</b>	1.7243	EN 10084	154	<b>35SPb20</b>	1.0756	EN 10277-3	162
<b>18CrMoS4</b>	1.7244	EN 10084	154	<b>36CrNiMo4</b>	1.6511	EN 10297-1	135
<b>18NiCr5-4</b>	1.5810	EN 10084	154	<b>36SMn14</b>	1.0764	EN 10087	160
<b>18NiCrMo7-6</b>	1.6587	EN 10084	154	<b>36SMn14</b>	1.0764	EN 10277-3	162
19Mn6	1.0473	17155	126	<b>36SMnPb14</b>	1.0765	EN 10087	160
19Mn5	1.0482	17175	138	<b>36SMnPb14</b>	1.0765	EN 10277-3	162
<b>20Mn5</b>	1.1133	EN 10250-2	150	<b>37Cr4</b>	1.7034	EN 10083-1	152

Werkstoff	Werkstoffnr.	DIN	Seite	Werkstoff	Werkstoffnr.	DIN	Seite
37CrS4	1.7038	EN 10083-1	152	60CrMo3-3	1.7241	EN 10089	169
38Cr2	1.7003	EN 10083-1	152	60SiCrV7	1.8153	EN 10089	169
38Cr4	1.7043	17212	156	60WCrV7	1.2550	17350	157
38CrCoWV18-17-17	1.2661	EN ISO 4957	157	60WCv8	1.2550	EN ISO 4957	157
38CrS2	1.7023	EN 10083-1	151	61SiCr7	1.7108	EN 10089	169
38Mn6	1.1127	EN 10297-1	135	70MnMoCr8	1.2824	EN ISO 4957	157
38MnB5	1.5532	EN 10083-3	151	75Ni8	1.5634	EN 10132-4	159
38Si7	1.5023	EN 10089	169	80CrV2	1.2235	EN 10132-4	159
38SMn28	1.0760	EN 10087	160	90MnCrV8	1.2842	EN ISO 4957	157
38SMn28	1.0760	EN 10277-3	162	90MnCrV8	1.2842	17350	157
38SMnPb28	1.0761	EN 10087	160	95MnCrW5	1.2825	EN ISO 4957	157
38SMnPb28	1.0761	EN 10277-3	163	100Cr6	1.2067	17350	157
39MnCrB6-2	1.7189	EN 10083-3	151	102Cr6	1.2067	EN ISO 4957	157
40CrMnNiMo8-6-4	1.2738	EN ISO 4957	157	102Cr6	1.2067	EN 10132-4	159
40CrMoV13-9	1.8523	EN 10085	156	105V	1.2834	EN ISO 4957	157
41 CrMo 4	1.7223	17212	156	A	–	17223-1	165
41Cr4	1.7035	EN 10083-1	152	B	–	17223-1	165
41Cr4	1.7035	EN 10297-1	135	C	–	17223-1	165
41CrAlMo7-10	1.8509	EN 10085	156	C2D1	1.1185	EN 10016-3	163
41CrS4	1.7039	EN 10083-1	152	C3D1	1.1187	EN 10016-3	163
41CrS4	1.7039	EN 10277-5	155	C4D	1.0300	EN 10016-2	164
41NiCrMo7-3-2	1.6563	EN 10297	135	C4D1	1.1188	EN 10016-3	163
42 Cr 4	1.7045	17212	156	C7D	1.0313	EN 10016-2	164
42CrMo4	1.7225	EN 10132-3	159	C9D	1.0304	EN 10016-2	164
42CrMo4	1.7225	EN 10250-3	150	C10	1.0301	EN 10277-2	162
42CrMo4	1.7225	EN 10297	135	C10D	1.0310	EN 10016-2	164
42CrMoS4	1.7227	EN 10277-5	155	C10D2	1.1114	EN 10016-4	164
44SMn28	1.0762	EN 10087	160	C10E	1.1121	EN 10084	153
44SMn28	1.0762	EN 10277-3	163	C10E	1.1121	EN 10084	154
44SMnPb28	1.0763	EN 10087	160	C10E	1.1121	EN 10132-2	158
44SMnPb28	1.0763	EN 10277-3	163	C10R	1.1207	EN 10084	153
45Cr2	1.7005	17212	156	C10R	1.1207	EN 10084	154
45NiCrMo16	1.2767	EN ISO 4957	157	C10R	1.1207	EN 10277-4	154
45SiCrV6-2	1.8151	EN 10089	169	C12D	1.0311	EN 10016-2	164
46Cr2	1.7006	EN 10083-1	152	C15	1.0401	EN 10277-2	162
46CrS2	1.7025	EN 10083-1	152	C15D	1.0413	EN 10016-2	164
46S20	1.0727	EN 10087	160	C15E	1.1141	EN 10084	153
46S20	1.0727	EN 10277-3	163	C15E	1.1141	EN 10084	154
46Si7	1.5024	EN 10089	169	C15E	1.1141	EN 10132-2	158
46SiCrMo6	1.8062	EN 10089	169	C15R	1.1140	EN 10084	153
46SPb20	1.0757	EN 10087	160	C16E	1.1148	EN 10084	154
46SPb20	1.0757	EN 10277-3	163	C16E	1.1148	EN 10277-4	155
48Si7	1.5021	17222	159	C16E	1.1148	EN 10084	153
49 CrMo 4	1.7238	17212	156	C16R	1.1208	EN 10084	153
50CrMoV13-15	1.2355	EN ISO 4957	157	C16R	1.1208	EN 10084	154
50CrV4	1.8159	EN 10132-4	159	C16R	1.1208	EN 10277-4	154
50SiCrMo6	1.8063	EN 10089	169	C18D	1.0416	EN 10016-2	164
50WCv8	1.2549	EN ISO 4957	157	C20D	1.0414	EN 10016-2	164
51CrV4	1.8159	EN 10089	169	C22	1.0402	EN 10083-2	152
51CrV4	1.8159	EN 10132-4	159	C22E	1.1151	EN 10083-1	152
51CrV4	1.8159	EN 10250-3	150	C22E	1.1151	EN 10083-1	153
51CrV4	1.8159	EN 10277-5	155	C22E	1.1151	EN 10132-3	159
52CrMoV4	1.7701	EN 10089	169	C22E	1.1151	EN 10297-1	135
52SiCrNi5	1.7117	EN 10089	169	C22R	1.1149	EN 10083-1	152
54SiCr6	1.7102	EN 10089	169	C22R	1.1149	EN 10083-1	153
54SiCrV6	1.8152	EN 10089	169	C25	1.0406	EN 10083-2	152
55Cr3	1.7176	EN 10089	169	C25E	1.1158	EN 10083-1	152
55NiCrMoV7	1.2714	EN ISO 4957	157	C25E	1.1158	EN 10083-1	153
55Si7	1.0904	17222	159	C25E	1.1158	EN 10250-2	150
56CrSi7	1.7106	EN 10089	169	C25R	1.1163	EN 10083-1	152
56NiCrMoV7	1.2714	17350	157	C25R	1.1163	EN 10083-1	153
56Si7	1.5026	EN 10089	169	C26D	1.0415	EN 10016-2	164
56Si7	1.5026	EN 10132-4	159	C30	1.0528	EN 10083-2	152
60Cr6	1.7177	EN 10089	169	C30E	1.1178	EN 10083-1	152
60CrMo3-1	1.7239	EN 10089	169	C30E	1.1178	EN 10083-1	153
60CrMo3-2	1.7240	EN 10089	169	C30E	1.1178	EN 10132-3	159

Werkstoff	Werkstoffnr.	DIN	Seite	Werkstoff	Werkstoffnr.	DIN	Seite
C30R	1.1179	EN 10083-1	152	C60E	1.1221	EN 10083-1	153
C30R	1.1179	EN 10083-1	153	C60E	1.1221	EN 10132-3	159
C32D	1.0530	EN 10016-2	164	C60E	1.1221	EN 10250-2	150
C35	1.0501	EN 10083-2	152	C60E	1.1221	EN 10277-5	155
C35	1.0501	EN 10277-2	162	C60E	1.1221	EN 10297-1	135
C35E	1.1181	EN 10083-1	152	C60R	1.1223	EN 10083-1	152
C35E	1.1181	EN 10083-1	153	C60R	1.1223	EN 10083-1	153
C35E	1.1181	EN 10132-3	159	C60R	1.1223	EN 10277-5	155
C35E	1.1181	EN 10250-2	150	C60S	1.1211	EN 10132-4	159
C35E	1.1181	EN 10277-5	155	C62D	1.0611	EN 10016-2	164
C35E	1.1181	EN 10297-1	135	C66D	1.0612	EN 10016-2	164
C35R	1.1180	EN 10083-1	152	C67S	1.1231	EN 10132-4	159
C35R	1.1180	EN 10083-1	153	C68D	1.0612	EN 10016-2	164
C35R	1.1180	EN 10277-5	155	C70D	1.0615	EN 10016-2	164
C38D	1.0516	EN 10016-2	164	C70U	1.1520	EN ISO 4957	157
C40	1.0511	EN 10083-2	152	C70W2	1.1620	17350	157
C40	1.0511	EN 10277-2	162	C72D	1.0617	EN 10016-2	164
C40E	1.1186	EN 10083-1	152	C75S	1.1248	EN 10132-4	159
C40E	1.1186	EN 10083-1	153	C76D	1.0614	EN 10016-2	164
C40E	1.1186	EN 10132-3	159	C78D	1.0620	EN 10016-2	164
C40E	1.1186	EN 10277-5	155	C80D	1.0622	EN 10016-2	164
C40R	1.1189	EN 10083-1	152	C80U	1.1525	EN ISO 4957	157
C40R	1.1189	EN 10083-1	153	C80W1	1.1525	17350	157
C40R	1.1189	EN 10277-5	155	C82D	1.0626	EN 10016-2	164
C42D	1.0541	EN 10016-2	164	C85S	1.1269	EN 10132-4	159
C45	1.0503	EN 10083-2	152	C86D	1.0616	EN 10016-2	164
C45	1.0503	EN 10250-2	150	C88D	1.0628	EN 10016-2	164
C45	1.0503	EN 10277-2	162	C90S	1.1217	EN 10132-4	159
C45E	1.1191	EN 10083-1	152	C90U	1.1535	EN ISO 4957	157
C45E	1.1191	EN 10083-1	153	C92D	1.0618	EN 10016-2	164
C45E	1.1191	EN 10132-3	159	C100S	1.1274	EN 10132-4	159
C45E	1.1191	EN 10250-2	150	C105U	1.1545	EN ISO 4957	157
C45E	1.1191	EN 10277-5	155	C105W1	1.1545	17350	157
C45E	1.1191	EN 10297-1	135	C120U	1.1555	EN ISO 4957	157
C45R	1.1201	EN 10083-1	152	C125S	1.1224	EN 10132-4	159
C45R	1.1201	EN 10083-1	153	Cf35	1.1183	17212	156
C45R	1.1201	EN 10277-5	155	Cf45	1.1193	17212	156
C45U	1.1730	EN ISO 4957	157	Cf53	1.1213	17212	156
C45V	1.1730	17350	157	Cf70	1.1249	17212	156
C48D	1.0517	EN 10016-2	164	Ck10	1.1121	EN 10132-2	158
C50	1.0540	EN 10083-2	152	Ck15	1.1141	EN 10132-2	158
C50D	1.0586	EN 10016-2	164	Ck55	1.1203	17222	159
C50E	1.1206	EN 10083-1	152	Ck60	1.1221	17222	159
C50E	1.1206	EN 10083-1	153	Ck67	1.1231	17222	159
C50E	1.1206	EN 10132-3	159	Ck75	1.1248	17222	159
C50E	1.1206	EN 10277-5	155	Ck85	1.1269	17222	159
C50R	1.1241	EN 10083-1	153	Ck101	1.1274	17222	159
C50R	1.1241	EN 10083-1	153	Cm15	1.1140	1652-3	155
C50R	1.1241	EN 10277-5	155	CoCr20W15Ni	2.4964	EN 10302	176
C52D	1.0588	EN 10016-2	164	D	-	17223-1	165
C55	1.0535	EN 10083-2	152	DC01	1.0330	EN 10130	143
C55	1.0535	EN 10250-2	150	DC01	1.0330	EN 10139	143
C55E	1.1203	EN 10083-1	152	DC01+ZE	1.0330	EN 10152	145
C55E	1.1203	EN 10083-1	153	DC01EK	1.0390	EN 10209	146
C55E	1.1203	EN 10132-3	159	DC03	1.0347	EN 10130	143
C55E	1.1203	EN 10250-2	150	DC03	1.0347	EN 10139	144
C55R	1.1209	EN 10083-1	152	DC03+ZE	1.0347	EN 10152	145
C55R	1.1209	EN 10083-1	153	DC03ED	1.0399	EN 10209	146
C55S	1.1204	EN 10132-4	159	DC04	1.0338	EN 10130	143
C56D	1.0518	EN 10016-2	164	DC04	1.0338	EN 10139	144
C58D	1.0609	EN 10016-2	164	DC04+ZE	1.0338	EN 10152	145
C60	1.0601	EN 10083-2	152	DC04ED	1.0394	EN 10209	146
C60	1.0601	EN 10250-2	150	DC04EK	1.0392	EN 10209	146
C60	1.0601	EN 10277-2	162	DC05	1.0312	EN 10130	143
C60D	1.0610	EN 10016-2	164	DC05	1.0312	EN 10139	144
C60E	1.1221	EN 10083-1	152	DC05+ZE	1.0312	EN 10152	145

Werkstoff	Werkstoffnr.	DIN	Seite	Werkstoff	Werkstoffnr.	DIN	Seite
DC06	1.0873	EN 10130	143	E420M	1.8897	EN 10296-1	133
DC06	1.0873	EN 10139	144	E460K2	1.8891	EN 10296-1	133
DC06+ZE	1.0873	EN 10152	145	E460K2	1.8891	EN 10297-1	136
DC06ED	1.0872	EN 10209	146	E460M	1.8898	EN 10296-1	133
DC06EK	1.0869	EN 10209	146	E470	1.0536	EN 10297-1	135
DD11	1.0332	EN 10111	142	E590K2	1.0644	EN 10297-1	136
DD12	1.0398	EN 10111	142	E730K2	1.8893	EN 10297-1	136
DD13	1.0335	EN 10111	142	FDC	–	EN 10270-2	167
DD14	1.0389	EN 10111	142	FDCrV	–	EN 10270-2	167
DH	–	EN 10270-1	165	FDSiCr	–	EN 10270-2	167
DM	–	EN 10270-1	165	Fe 310-0	–	EN 10025-2	119
DR660 <sup>1)</sup>	1.0376	EN 10203	150	Fe 360 B	–	EN 10025-2	117
DR550	1.0373	EN 10203	150	Fe 360 C	–	EN 10025-2	117
DR620	1.0374	EN 10203	150	Fe 360 D2	–	EN 10025-2	117
DX51D	1.0226	EN 10327	147	Fe 430 B	–	EN 10025-2	117
DX52D	1.0350	EN 10327	147	Fe 430 C	–	EN 10025-2	117
DX53D	1.0355	EN 10327	147	Fe 430 D2	–	EN 10025-2	117
DX54D	1.0306	EN 10327	147	Fe 490-2	–	EN 10025-2	119
DX55D	1.0309	EN 10327	147	Fe 510 B	–	EN 10025-2	117
DX56D	1.0322	EN 10327	147	Fe 510 C	–	EN 10025-2	117
DX57D	1.0853	EN 10327	147	Fe 510 D	–	EN 10025-2	117
E155	1.0033	EN 10296-1	134	Fe 510 DD2	–	EN 10025-2	117
E155	1.0033	EN 10305-3	141	Fe 590-2	–	EN 10025-2	119
E155	1.0033	EN 10305-2	140	Fe 690-2	–	EN 10025-2	119
E190	1.0031	EN 10296-1	134	FeP01	–	EN 10130	143
E190	1.0031	EN 10305-3	141	FeP03	–	EN 10130	143
E195	1.0034	EN 10296-1	134	FeP04	–	EN 10130	143
E195	1.0034	EN 10305-3	141	FeP05	–	EN 10130	143
E195	1.0034	EN 10305-2	140	FeP06	–	EN 10130	143
E215	1.0212	EN 10305-1	140	H I	1.0345	17155	125
E220	1.0215	EN 10296-1	134	H I	1.0345	17155	126
E220	1.0215	EN 10305-3	141	H II	1.0425	17155	126
E235	1.0308	EN 10296-1	134	HC240LA	1.0480	EN 10268	148
E235	1.0308	EN 10297-1	135	HC280LA	1.0489	EN 10268	148
E235	1.0308	EN 10305-3	141	HC320LA	1.0548	EN 10268	148
E235	1.0308	EN 10305-2	140	HC360LA	1.0550	EN 10268	148
E235	1.0308	EN 10305-1	140	HC400LA	1.0556	EN 10268	148
E260	1.0220	EN 10296-1	134	HS0-4-1	1.3325	EN ISO 4957	158
E260	1.0220	EN 10305-3	141	HS1-4-2	1.3326	EN ISO 4957	158
E275	1.0225	EN 10296-1	134	HS1-8-1	1.3327	EN ISO 4957	158
E275	1.0225	EN 10297-1	135	HS2-9-1-8	1.3247	EN ISO 4957	158
E275	1.0225	EN 10305-3	141	HS2-9-2	1.3348	EN ISO 4957	158
E275	1.0225	EN 10305-2	140	HS3-3-2	1.3333	EN ISO 4957	158
E275K2	1.0456	EN 10296	133	HS6-5-2	1.3339	EN ISO 4957	158
E275K2	1.0456	EN 10297-1	136	HS6-5-2-5	1.3243	EN ISO 4957	158
E275M	1.8895	EN 10296	133	HS6-5-2C	1.3343	EN ISO 4957	158
E295	1.0050	EN 10025-2	119	HS6-5-3	1.3344	EN ISO 4957	158
E295GC	1.0533	EN 10277-2	162	HS6-5-3-8	1.3244	EN ISO 4957	158
E315	1.0236	EN 10297-1	135	HS6-5-3C	1.3345	EN ISO 4957	158
E320	1.0237	EN 10296-1	134	HS6-5-4	1.3351	EN ISO 4957	158
E320	1.0237	EN 10305-3	141	HS6-6-2	1.3350	EN ISO 4957	158
E335	1.0060	EN 10025-2	119	HS10-4-2-10	1.3207	EN ISO 4957	158
E335GC	1.0543	EN 10277-2	162	HS18-0-1	1.3355	EN ISO 4957	158
E355	1.0580	EN 10296-1	134	HX180BD	1.0354	EN 10292	148
E355	1.0580	EN 10297-1	135	HX180YD	1.0921	EN 10292	148
E355	1.0580	EN 10305-3	141	HX220BD	1.0353	EN 10292	148
E355	1.0580	EN 10305-2	140	HX220YD	1.0923	EN 10292	148
E355	1.0580	EN 10305-1	140	HX260BD	1.0433	EN 10292	148
E355K2	1.0920	EN 10296-1	133	HX260LAD	1.0929	EN 10292	148
E355K2	1.0920	EN 10297-1	136	HX260YD	1.0926	EN 10292	148
E355M	1.8896	EN 10296-1	133	HX300BD	1.0445	EN 10292	148
E360	1.0070	EN 10025-2	119	HX300LAD	1.0932	EN 10292	148
E370	1.0261	EN 10296-1	134	HX340LAD	1.0933	EN 10292	148
E370	1.0261	EN 10305-3	141	HX380LAD	1.0934	EN 10292	148
E420	1.0575	EN 10305-3	141	HX420LAD	1.0935	EN 10292	148
E420J2	1.0599	EN 10297-1	136	L210GA	1.0319	EN 10208-1	130

1) In DIN EN 10202 gestrichen.

Werkstoff	Werkstoffnr.	DIN	Seite	Werkstoff	Werkstoffnr.	DIN	Seite
L235	1.0252	EN 10224	132	M660-50K	1.0361	EN 10341	315
L235GA	1.0458	EN 10208-1	130	M700-50A	1.0815	EN 10106	313
L245GA	1.0459	EN 10208-1	130	M700-65A	1.0826	EN 10106	313
L245NB	1.0457	EN 10208-2	130	M700-100A	1.0894	EN 10106	313
L275	1.0260	EN 10224	132	M800-50A	1.0816	EN 10106	313
L290GA	1.0483	EN 10208-1	130	M800-65A	1.0827	EN 10106	313
L355	1.0419	EN 10224	132	M800-65D	1.0364	EN 10126	315
L360GA	1.0499	EN 10208-1	130	M800-65K	1.0364	EN 10341	315
L360QB	1.8948	EN 10208-2	130	M800-100A	1.0895	EN 10106	313
L450MB	1.8952	EN 10208-2	130	M890-50D	1.0362	EN 10126	315
M080-23N	1.0860	EN 10107	314	M890-50K	1.0362	EN 10341	315
M089-27N	1.0865	EN 10107	314	M940-50A	1.0817	EN 10106	313
M097-30N	1.0861	EN 10107	314	M1000-65A	1.0829	EN 10106	313
M100-23P	1.0879	EN 10107	314	M1000-65K	1.0365	EN 10341	315
M103-30P	1.0880	EN 10107	314	M1000-65D	1.0365	EN 10126	315
M105-30P	1.0886	EN 10107	314	M1000-100A	1.0896	EN 10106	313
M111-30P	1.0881	EN 10107	314	M1050-50D	1.0363	EN 10126	315
M111-35N	1.0856	EN 10107	314	M1050-50K	1.0363	EN 10341	315
M120-23S	1.0864	EN 10107	314	M1200-65K	1.0366	EN 10341	315
M127-23S	1.0860	EN 10107	314	M1200-65D	1.0366	EN 10126	315
M130-27S	1.0866	EN 10107	314	M1300-100A	1.0897	EN 10106	313
M140-27S	1.0865	EN 10107	314	NiCo20Cr20MoTi	2.4650	EN 10302	176
M140-30S	1.0862	EN 10107	314	NiCr15Fe	2.4816	EN 10095	176
M150-30S	1.0861	EN 10107	314	NiCr15Fe7Ti2Al	2.4669	EN 10302	176
M150-35S	1.0857	EN 10107	314	NiCr19Fe19Nb5Mo3	2.4668	EN 10302	176
M165-35S	1.0856	EN 10107	314	NiCr20Co13Mo4Ti3Al	2.4654	EN 10302	176
M235-35A	1.0800	EN 10106	313	NiCr20Co18Ti	2.4632	EN 10302	176
M250-35A	1.0890	EN 10106	313	NiCr20Ti	2.4951	EN 10095	176
M250-50A	1.0891	EN 10106	313	NiCr20TiAl	2.4952	EN 10090	176
M270-35A	1.0801	EN 10106	313	NiCr20TiAl	2.4952	EN 10302	176
M270-50A	1.0806	EN 10106	313	NiCr22Fe18Mo	2.4665	EN 10302	176
M290-50A	1.0807	EN 10106	313	NiCr22Mo9Nb	2.4856	EN 10095	176
M300-35A	1.0803	EN 10106	313	NiCr23Co12Mo	2.4663	EN 10302	176
M310-50A	1.0808	EN 10106	313	NiCr23Fe	2.4851	EN 10095	176
M310-65A	1.0892	EN 10106	313	NiCr25Co20TiMo	2.4878	EN 10302	176
M330-35A	1.0804	EN 10106	313	NiCr25FeAlY	2.4633	EN 10302	176
M330-50A	1.0809	EN 10106	313	NiCr26MoW	2.4608	EN 10302	176
M330-65A	1.0819	EN 10106	313	NiCr28FeSiCe	2.4889	EN 10095	176
M340-50E	1.0841	EN 10165	315	NiCr29Fe	2.4642	EN 10302	176
M340-50K	1.0841	EN 10341	315	NiFe25Cr20NbTi	2.4955	EN 10090	176
M350-50A	1.0810	EN 10106	313	P195TR1	1.0107	EN 10216-1	137
M350-65A	1.0820	EN 10106	313	P195TR1	1.0107	EN 10217-1	137
M390-50E	1.0842	EN 10165	315	P195TR1	1.0107	EN 10217-1	139
M390-50K	1.0842	EN 10341	315	P195TR2	1.0108	EN 10216-1	137
M390-65E	1.0846	EN 10165	315	P195TR2	1.0108	EN 10217-1	137
M390-65K	1.0846	EN 10341	315	P195TR2	1.0108	EN 10217-1	139
M400-50A	1.0811	EN 10106	313	P235GH	1.0345	EN 10028-2	125
M400-65A	1.0821	EN 10106	313	P235GH	1.0345	EN 10216-2	138
M450-50E	1.0843	EN 10165	315	P235S	1.0112	EN 10207	128
M450-50K	1.0843	EN 10341	315	P235TR1	1.0254	EN 10216-1	137
M450-65E	1.0847	EN 10165	315	P235TR1	1.0254	EN 10217-1	137
M450-65K	1.0847	EN 10341	315	P235TR1	1.0254	EN 10217-1	139
M470-50A	1.0812	EN 10106	313	P235TR2	1.0255	EN 10216-1	137
M470-65A	1.0823	EN 10106	313	P235TR2	1.0255	EN 10217-1	137
M520-65E	1.0848	EN 10165	315	P235TR2	1.0255	EN 10217-1	139
M520-65K	1.0848	EN 10341	315	P265GH	1.0425	EN 10028-2	126
M530-50A	1.0813	EN 10106	313	P265GH	1.0425	EN 10216-2	138
M530-65A	1.0824	EN 10106	313	P265S	1.0130	EN 10207	128
M560-50E	1.0844	EN 10165	315	P265TR1	1.0258	EN 10216-1	137
M560-50K	1.0844	EN 10341	315	P265TR1	1.0258	EN 10217-1	137
M600-50A	1.0814	EN 10106	313	P265TR1	1.0258	EN 10217-1	139
M600-65A	1.0825	EN 10106	313	P265TR2	1.0259	EN 10216-1	137
M600-100A	1.0893	EN 10106	313	P275NH	1.0487	EN 10028-3	127
M630-65E	1.0849	EN 10165	315	P275NL1	1.0488	EN 10028-3	127
M630-65K	1.0849	EN 10341	315	P275NL2	1.1104	EN 10028-3	127
M660-50D	1.0361	EN 10126	315	P275SL	1.1100	EN 10207	128

Werkstoff	Werkstoffnr.	DIN	Seite	Werkstoff	Werkstoffnr.	DIN	Seite
P295GH	1.0481	EN 10028-2	126	S275J2H	1.0138	EN 10210-1	124
P355GH	1.0473	EN 10028-2	126	S275JR	1.0044	EN 10025-2	117
P355M	1.8821	EN 10028-5	128	S275M	1.8818	EN 10025-4	121
P355ML1	1.8832	EN 10028-5	128	S275ML	1.8819	EN 10025-4	121
P355ML2	1.8833	EN 10028-5	128	S275N	1.0490	EN 10025-3	120
P355N	1.0562	EN 10028-3	127	S275NH	1.0493	EN 10210-1	124
P355NH	1.0565	EN 10028-3	127	S275NL	1.0491	EN 10025-3	120
P355NL1	1.0566	EN 10028-3	127	S275NLH	1.0497	EN 10210-1	124
P355NL2	1.1106	EN 10028-3	127	S315MC	1.0972	EN 10149-2	124
P355Q	1.8866	EN 10028-6	128	S315NC	1.0973	EN 10149-3	124
P355QH	1.8867	EN 10028-6	128	S335J2G3	1.0570	EN 10250-2	150
P355QL1	1.8868	EN 10028-6	128	S355J0	1.0553	EN 10025-2	117
P355QL2	1.8860	EN 10028-6	128	S355J0H	1.0547	EN 10210-1	124
P420M	1.8824	EN 10028-5	128	S355J0W	1.8959	EN 10025-5	122
P420ML1	1.8835	EN 10028-5	128	S355J0WP	1.8945	EN 10025-5	122
P420ML2	1.8828	EN 10028-5	128	S355J2	1.0577	EN 10025-2	117
P460M	1.8826	EN 10028-5	128	S355J2G3	1.0577	EN 10025	117
P460ML1	1.8837	EN 10028-5	128	S355J2G3C	1.0569	EN 10277-2	162
P460ML2	1.8831	EN 10028-5	128	S355J2H	1.0575	EN 10210-1	124
P460NH	1.8935	EN 10028-3	128	S355J2W	1.8965	EN 10025-5	122
P460NL1	1.8915	EN 10028-3	128	S355J2WP	1.8946	EN 10025-5	122
P460NL2	1.8918	EN 10028-3	128	S355JR	1.0045	EN 10025-2	117
P460Q	1.8870	EN 10028-6	128	S355JR	1.0045	EN 10025	117
P460QH	1.8871	EN 10028-6	128	S355K2	1.0596	EN 10025-2	117
P460QL1	1.8872	EN 10028-6	128	S355K2G4	1.0596	EN 10025	117
P460QL2	1.8864	EN 10028-6	128	S355K2W	1.8967	EN 10025-5	122
P500Q	1.8873	EN 10028-6	128	S355M	1.8823	EN 10025-4	121
P500QH	1.8874	EN 10028-6	128	S355MC	1.0976	EN 10149-2	124
P500QL1	1.8875	EN 10028-6	128	S355ML	1.8834	EN 10025-4	121
P500QL2	1.8865	EN 10028-6	128	S355N	1.0545	EN 10025-3	120
P690Q	1.8879	EN 10028-6	128	S355NC	1.0977	EN 10149-3	124
P690QH	1.8880	EN 10028-6	128	S355NH	1.0539	EN 10210-1	124
P690QL1	1.8881	EN 10028-6	128	S355NL	1.0546	EN 10025-3	120
P690QL2	1.8888	EN 10028-6	128	S355NLH	1.0549	EN 10210-1	124
RRSt 13	1.0347	1623-1	143	S420M	1.8825	EN 10025-4	121
RRSt 14	1.0338	1623-1	143	S420MC	1.0980	EN 10149-2	124
RRSt 13 ZE	1.0347	17163	145	S420ML	1.8836	EN 10025-4	121
RRStW 23	1.0398	1614-2	142	S420N	1.8902	EN 10025-3	120
RSt 34-2	1.0034	2393-2	140	S420NC	1.0981	EN 10149-3	124
RSt 34-2	1.0034	2394-2	141	S420NL	1.8912	EN 10025-3	120
RSt 37-2	1.0038	2393-2	140	S450J0	1.0590	EN 10025-2	117
RSt 37-2	1.0038	2394-2	141	S460M	1.8827	EN 10025-4	121
RSt 37-2	1.0038	17100	117	S460MC	1.0982	EN 10149-2	124
S2-9-2	1.3348	17350	158	S460ML	1.8838	EN 10025-4	121
S2-10-1-8	1.3247	17350	158	S460N	1.8901	EN 10025-3	120
S3-3-2	1.3333	17350	158	S460NH	1.8953	EN 10210-1	124
S6-5-2	1.3343	17350	158	S460NL	1.8903	EN 10025-3	120
S6-5-2-5	1.3243	17350	158	S460NLH	1.8956	EN 10210-1	124
S6-5-3	1.3344	17350	158	S460Q	1.8906	EN 10025-6	123
S10-4-3-10	1.3207	17350	158	S460QL	1.8906	EN 10025-6	123
S185	1.0035	EN 10025-2	119	S460QL1	1.8916	EN 10025-6	123
S195T	1.0026	EN 10255	133	S500MC	1.0984	EN 10149-2	124
S235J0	1.0114	EN 10025-2	117	S500Q	1.8924	EN 10025-6	123
S235J0W	1.8958	EN 10025-5	122	S500QL	1.8909	EN 10025-6	123
S235J2	1.0117	EN 10025-2	117	S500QL1	1.8984	EN 10025-6	123
S235J2G3	1.0116	EN 10250-2	150	S550MC	1.0986	EN 10149-2	124
S235J2G4	1.0117	EN 10025	117	S550Q	1.8904	EN 10025-6	123
S235J2W	1.8961	EN 10025-5	122	S550QL	1.8926	EN 10025-6	123
S235JR	1.0038	EN 10025-2	117	S550QL1	1.8986	EN 10025-6	123
S235JRG2	1.0038	EN 10025	117	S600MC	1.8969	EN 10149-2	124
S235JRG2	1.0038	EN 10250-2	150	S620Q	1.8914	EN 10025-6	123
S235JRG2C	1.0122	EN 10277-2	162	S620QL	1.8927	EN 10025-6	123
S235JRH	1.0039	EN 10210-1	124	S620QL1	1.8987	EN 10025-6	123
S260NC	1.0971	EN 10149-3	124	S650MC	1.8976	EN 10149-2	124
S275J0	1.0143	EN 10025-2	117	S690Q	1.8931	EN 10025-6	123
S275J0H	1.0149	EN 10210-1	124	S690QL	1.8928	EN 10025-6	123
S275J2	1.0145	EN 10025-2	117	S690QL1	1.8988	EN 10025-6	123
S275J2G4	1.0145	EN 10025	117	S700MC	1.8974	EN 10149-2	124

Werkstoff	Werkstoffnr.	DIN	Seite	Werkstoff	Werkstoffnr.	DIN	Seite
<b>S890Q</b>	1.8940	EN 10025-6	123	<b>X12Cr13</b>	1.4006	EN 10088-1	171
<b>S890QL</b>	1.8983	EN 10025-6	123	<b>X12CrCoNi21-20</b>	1.4941	EN 10302	176
<b>S890QL1</b>	1.8925	EN 10025-6	123	<b>X12CrMnNiN17-7-5</b>	1.4372	EN 10088-1	171
<b>S960Q</b>	1.8941	EN 10025-6	123	<b>X12CrMnNiN17-7-5</b>	1.4372	EN 10151	169
<b>S960QL</b>	1.8933	EN 10025-6	123	X12CrNi17-7	1.4310	17224	169
<b>SH</b>	—	EN 10270-1	165	<b>X12CrNiMoV12-3</b>	1.4938	EN 10302	176
<b>SL</b>	—	EN 10270-1	165	<b>X12CrNiW16-13</b>	1.4919	EN 10302	176
<b>SM</b>	—	EN 10270-1	165	<b>X12CrS13</b>	1.4005	EN 10088-1	171
St 12	1.0330	1623-1	143	<b>X12Ni5</b>	1.5680	EN 10028-4	128
St 12 ZE	1.0330	17163	145	<b>X12NiCrSi35-16</b>	1.4864	EN 10095	176
St 14 ZE	1.0338	17163	145	<b>X14CrMoS17</b>	1.4104	EN 10088-1	171
St 30 AI	1.0212	2391-2	140	<b>X14CrMoS17</b>	1.4104	58298	170
St 33	1.0035	1615	129	<b>X153CrMoV12</b>	1.2379	EN ISO 4957	157
St 33	1.0035	17100	119	X155CrVMo121	1.2601	17350	157
St 35	1.0308	2391-2	140	<b>X15CrNiSi25-4</b>	1.4821	EN 10095	176
St 35.8	1.0305	17175	138	<b>X18CrN28</b>	1.4749	EN 10095	176
St 37-3 U	1.0116	17100	117	<b>X19CrMoNiNbVN11-1</b>	1.4913	EN 10302	176
St 44-2	1.0044	2393-2	140	<b>X1CrNiMoN25-22-2</b>	1.4466	EN 10088-1	171
St 44-2	1.0044	2394-2	141	<b>X20Cr13</b>	1.4021	EN 10088-1	171
St 45.6	1.0405	17175	138	<b>X20Cr13</b>	1.4021	EN 10151	169
St 50-2	1.0532	17100	119	<b>X20Cr13</b>	1.4021	58298	170
St 52	1.0580	2391-2	140	<b>X20CrMoV11-1</b>	1.4922	EN 10216-2	138
St 52.0	1.0421	1629	137	<b>X20CrMoV12-1<sup>1)</sup></b>	1.4922	EN 10302	176
St 52.4	1.0581	1630	137	<b>X20CrMoWV12-1</b>	1.4935	EN 10302	176
St 52-3	1.0570	2393-2	140	<b>X210Cr12</b>	1.2080	EN ISO 4957	157
St 52-3	1.0570	2394-2	141	X210Cr12	1.2080	17350	157
St 60-2	1.0542	17100	119	<b>X210CrW12</b>	1.2436	EN ISO 4957	157
St 70-2	1.0632	17100	119	X210CrW12	1.2436	17350	157
StW 22	1.0332	1614-2	142	<b>X21CrMoNiV12-1</b>	1.4923	EN 10302	176
StW 24	1.0335	1614-2	142	<b>X25CrMnNiN25-9-7</b>	1.4872	EN 10095	176
T50BA	1.0371	EN 10203	150	<b>X2CrNi18-9</b>	1.4307	EN 10088-1	171
T52BA	1.0372	EN 10203	150	<b>X2CrNi19-11</b>	1.4306	EN 10088-1	171
T57BA	1.0375	EN 10203	150	<b>X2CrNi19-11</b>	1.4306	EN 14585-1	124
T61CA	1.0377	EN 10203	150	<b>X2CrNiMo17-12-2</b>	1.4404	EN 10088-1	171
T65CA	1.0378	EN 10203	150	<b>X2CrNiMo18-14-3</b>	1.4435	EN 10088-1	171
<b>TDC</b>	—	EN 10270-2	167	<b>X2CrNiMo18-14-3</b>	1.4435	EN 14585	124
<b>TDCrV</b>	—	EN 10270-2	167	<b>X2CrNiMoCuN25-6-3</b>	1.4507	EN 10088-1	171
<b>TDSiCr</b>	—	EN 10270-2	167	<b>X2CrNiMoCuWN25-7-4</b>	1.4501	EN 10088-1	171
<b>TH415</b>	1.0377	EN 10202	150	<b>X2CrNiMoN17-11-2</b>	1.4406	EN 10088-1	171
<b>TH435</b>	1.0378	EN 10202	150	<b>X2CrNiMoN17-13-3</b>	1.4429	EN 10088-1	171
<b>TH520</b>	1.0384	EN 10202	150	<b>X2CrNiMoN17-13-5</b>	1.4439	EN 10088-1	171
<b>TH550</b>	1.0373	EN 10202	150	<b>X2CrNiMoN22-5-3</b>	1.4462	EN 10088-1	171
<b>TH580</b>	1.0382	EN 10202	150	<b>X2CrNiMoN25-7-4</b>	1.4410	EN 10088-1	171
<b>TH620</b>	1.0374	EN 10202	150	<b>X2CrNiN18-10</b>	1.4311	EN 10088-1	171
<b>TS230</b>	1.0371	EN 10202	150	<b>X2CrNiN18-7</b>	1.4318	EN 10088-1	171
<b>TS245</b>	1.0372	EN 10202	150	<b>X2CrNiN23-4</b>	1.4362	EN 10250-4	150
<b>TS260</b>	1.0379	EN 10202	150	<b>X30Cr13</b>	1.4028	EN 10088-1	171
<b>TS275</b>	1.0375	EN 10202	150	<b>X30Cr13</b>	1.4028	EN 10151	169
<b>TS290</b>	1.0381	EN 10202	150	<b>X30WCrV9-3</b>	1.2581	EN ISO 4957	157
<b>TS550</b>	1.0385	EN 10202	150	X32CrMoV33	1.2365	17350	157
UStW 23	1.0334	1614	142	<b>X35CrWMoV5</b>	1.2605	EN ISO 4957	157
<b>VDC</b>	—	EN 10270-2	167	X36CrMo17	1.2316	17350	157
<b>VDCrV</b>	—	EN 10270-2	167	<b>X37CrMoV5-1</b>	1.2343	EN ISO 4957	157
<b>VDSiC</b>	—	EN 10270-2	167	<b>X38CrMo16</b>	1.2316	EN ISO 4957	157
<b>X100CrMoV5</b>	1.2363	EN ISO 4957	157	X38CrMoV51	1.2343	17350	157
<b>X105CrMo17</b>	1.4125	EN 10088-1	171	<b>X38CrMoV5-3</b>	1.2367	EN ISO 4957	157
<b>X10CrAlSi13</b>	1.4724	EN 10095	176	<b>X39Cr13</b>	1.4031	EN 10088-1	171
<b>X10CrAlSi18</b>	1.4742	EN 10095	176	<b>X39Cr13</b>	1.4031	EN 10151	169
<b>X10CrAlSi25</b>	1.4762	EN 10095	176	<b>X3CrAlTi18-2</b>	1.4736	EN 10095	176
<b>X10CrAlSi7</b>	1.4713	EN 10095	176	<b>X3CrNiCu19-9-2</b>	1.4360	EN 10088-1	171
<b>X10CrMoV9-1</b>	1.4903	EN 10302	176	<b>X3CrNiMo17-13-3</b>	1.4436	EN 10088-1	171
<b>X10CrNi18-8</b>	1.4310	EN 10088-1	171	<b>X3CrNiMoN27-5-2</b>	1.4460	EN 10088-1	171
<b>X10CrNi18-8</b>	1.4310	EN 10151	169	<b>X3CrTi17</b>	1.4510	EN 10088-1	171
<b>X10CrNi18-8</b>	1.4310	EN 10270-3	168	<b>X40Cr14</b>	1.2083	EN ISO 4957	157
<b>X11CrMoWVNb9-1-1</b>	1.4905	EN 10302	176	X40CrMoV51	1.2344	17350	157
<b>X11CrNiMnN19-8-6</b>	1.4369	EN 10151	169	<b>X40CrMoV5-1</b>	1.2344	EN ISO 4957	157

1) Werkstoffkurzname, alt



Werkstoff	Werkstoffnr.	DIN	Seite	Werkstoff	Werkstoffnr.	DIN	Seite
X45CrSi9-3	1.4718	EN 10090	176	EN-GJMB-300-6	EN-JM1110	EN 1562	181
X45NiCrMo4	1.2767	17350	157	EN-GJMB-350-10	EN-JM1130	EN 1562	181
X4CrNi18-12	1.4303	EN 10088-1	171	EN-GJMB-450-6	EN-JM1140	EN 1562	181
X4CrNiMo16-5-1	1.4418	EN 10088-1	171	EN-GJMB-500-5	EN-JM1150	EN 1562	181
X50CrMnNiN21-9	1.4882	EN 10090	176	EN-GJMB-550-4	EN-JM1160	EN 1562	181
X50CrMoV15	1.4116	EN 10088-1	171	EN-GJMB-600-3	EN-JM1170	EN 1562	181
X50CrMoV15	1.4116	58298	170	EN-GJMB-650-2	EN-JM1180	EN 1562	181
X53CrMnNiN21-9	1.4871	EN 10090	176	EN-GJMB-700-2	EN-JM1190	EN 1562	181
X55CrMnNiN20-8	1.4875	EN 10090	176	EN-GJMB-800-1	EN-JM1200	EN 1562	181
X5CrNi18-10	1.4301	EN 10088-1	171	EN-GJMW-350-4	EN-JM1010	EN 1562	181
X5CrNi18-10	1.4301	EN 10151	169	EN-GJMW-360-12	EN-JM1020	EN 1562	181
X5CrNi18-10	1.4301	EN 14585	124	EN-GJMW-400-5	EN-JM1030	EN 1562	181
X5CrNi18-10	1.4301	58298	170	EN-GJMW-450-7	EN-JM1040	EN 1562	181
X5CrNiCuNb16-4	1.4542	EN 10088-1	171	EN-GJMW-550-4	EN-JM1050	EN 1562	181
X5CrNiMo17-12-2	1.4401	EN 10088-1	171	EN-GJN-HV350	EN-JN2019	EN 12513	186
X5CrNiMo17-12-2	1.4401	EN 10151	169	EN-GJN-HV520	EN-JN2029	EN 12513	186
X5CrNiMo17-12-2	1.4401	EN 10270-3	168	EN-GJN-HV550	EN-JN2039	EN 12513	186
X5CrNiMo17-12-2	1.4401	58298	170	EN-GJN-HV600	EN-JN2049	EN 12513	186
X5CrNiMo18-10	1.4401	17224	169	EN-GJN-	EN-JN3019	EN 12513	186
X5CrNiMoCuNb14-5	1.4594	EN 10088-1	171	HV600(XCr11)			
X6Cr13	1.4000	EN 10088-1	171	EN-GJN-	EN-JN3029	EN 12513	186
X6Cr17	1.4016	EN 10088-1	171	HV600(XCr14)			
X6Cr17	1.4016	EN 10151	169	EN-GJN-	EN-JN3039	EN 12513	186
X6CrAl13	1.4002	EN 10088-1	171	HV600(XCr18)			
X6CrAl13	1.4002	EN 10250-4	150	EN-GJN-	EN-JN3049	EN 12513	186
X6CrMoS17	1.4105	EN 10088-1	171	HV600(XCr23)			
X6CrNiMoNb17-12-2	1.4580	EN 10088-1	171	EN-GJS-1000-5	EN-JS1110	EN 1564	183
X6CrNiMoTi17-12-2	1.4571	EN 10088-1	171	EN-GJS-1200-2	EN-JS1120	EN 1564	183
X6CrNiMoTi17-12-2	1.4571	EN 14585	124	EN-GJS-1400-1	EN-JS1130	EN 1564	183
X6CrNiMoTiB17-13	1.4958	EN 10302	176	EN-GJS-350-22	EN-JS1010	EN 1563	182
X6CrNiNb18-10	1.4550	EN 10088-1	171	EN-GJS-350-22U	EN-JS1032	EN 1563	182
X6CrNiTi18-10	1.4541	EN 10088-1	171	EN-GJS-400-18	EN-JS1020	EN 1563	182
X6CrNiTi18-10	1.4541	EN 10250-4	150	EN-GJS-400-18U	EN-JS1062	EN 1563	182
X6CrNiTi18-10	1.4541	EN 14585	124	EN-GJS-500-7	EN-JS1050	EN 1563	182
X6CrNiWNbN16-16	1.4910	EN 10302	176	EN-GJS-500-7U	EN-JS1082	EN 1563	182
X6NiCrTiMoVB25-15-2	1.4945	EN 10302	176	EN-GJS-600-3	EN-JS1060	EN 1563	182
X7CrNiAl17-7	1.4568	EN 10088-1	171	EN-GJS-600-3U	EN-JS1092	EN 1563	182
X7CrNiAl17-7	1.4568	EN 10151	169	EN-GJS-700-2	EN-JS1070	EN 1563	182
X7CrNiAl17-7	1.4568	EN 10270-3	168	EN-GJS-700-2U	EN-JS1102	EN 1563	182
X7Ni9	1.5663	EN 10028-4	128	EN-GJS-800-2	EN-JS1080	EN 1563	182
X7NiMo6	1.6349	EN 10028-4	128	EN-GJS-800-2U	EN-JS1122	EN 1563	182
X85CrMoV18-2	1.4748	EN 10090	176	EN-GJS-800-8	EN-JS1100	EN 1564	183
X8CrCoNiMo10-6	1.4911	EN 10302	176	EN-GJS-HB130	EN-JS2010	EN 1563	182
X8CrNiS18-9	1.4305	EN 10088-1	171	EN-GJS-HB150	EN-JS2020	EN 1563	182
X8CrNiS18-9	1.4305	58298	170	EN-GJS-HB155	EN-JS2030	EN 1563	182
X8CrNiTi18-10	1.4878	EN 10095	176	EN-GJS-HB185	EN-JS2040	EN 1563	182
X8Ni9+NT640	1.5662 +	EN 10028-4	128	EN-GJS-HB200	EN-JS2050	EN 1563	182
X8Ni9+QT680	1.5662 +	EN 10028-4	128	EN-GJS-HB230	EN-JS2060	EN 1563	182
X8Ni9+QZ640	1.5662 +	EN 10028-4	128	EN-GJS-HB265	EN-JS2070	EN 1563	182
X90CrMoV18	1.4112	EN 10088-1	171	EN-GJS-HB300	EN-JS2080	EN 1563	182
ZSt 50-2	1.0533	1652-2	161	EN-GJS-HB330	EN-JS2090	EN 1563	182
ZSt 60-2	1.0543	1652-2	161	G17CrMo5-5	1.7357	EN 10213-2	187
<b>Eisen-Kohlenstoff-Gusswerkstoffe</b>				G17CrMo9-10	1.7379	EN 10213-2	187
EN-GJL-100	EN-JL1010	EN 1561	179	G17CrMoV5-10	1.7706	EN 10213-2	187
EN-GJL-150	EN-JL1020	EN 1561	179	G17Mn5	1.1131	EN 10213-3	188
EN-GJL-200	EN-JL1030	EN 1561	179	G17NiCrMo13-6	1.6781	EN 10213-3	188
EN-GJL-250	EN-JL1040	EN 1561	179	G18Mo5	1.5422	EN 10213-3	188
EN-GJL-300	EN-JL1050	EN 1561	179	G20Mn5	1.6220	EN 10213-3	188
EN-GJL-350	EN-JL1060	EN 1561	179	G20Mo5	1.5419	EN 10213-2	187
EN-GJL-HB155	EN-JL2010	EN 1561	180	G9Ni10	1.5636	EN 10213-3	188
EN-GJL-HB175	EN-JL2020	EN 1561	180	G9Ni14	1.5638	EN 10213-3	188
EN-GJL-HB195	EN-JL2030	EN 1561	180	GE200	1.0420	EN 10293	186
EN-GJL-HB215	EN-JL2040	EN 1561	180	GE240	1.0446	EN 10293	186
EN-GJL-HB235	EN-JL2050	EN 1561	180	GE300	1.0558	EN 10293	186
EN-GJL-HB255	EN-JL2060	EN 1561	180	GG 15	0.6015	1691	179
				GG 20	0.6020	1691	179
				GG 25	0.6025	1691	179

Werkstoff	Werkstoffnr.	DIN	Seite	Werkstoff	Werkstoffnr.	DIN	Seite
GG 30	0.6030	1691	179	GS-45	1.0446	1681	186
GG 35	0.6035	1691	179	GS-60	1.0558	1681	186
GG-10	0.6010	1691	179	GTS-35-04	0.8135	1692	181
GG-150HB	0.6012	1691	180	GTS-45-06	0.8145	1692	181
GG-170HB	0.6017	1691	180	GTS-55-04	0.8155	1692	181
GG-190HB	0.6022	1691	180	GTS-65-02	0.8165	1692	181
GG-220HB	0.6027	1691	180	GTS-70-02	0.8170	1692	181
GG-240HB	0.6032	1691	180	GTW-35-04	0.8035	1692	181
GG-260HB	0.6037	1691	180	GTW-40-05	0.8040	1692	181
GGG 35.3	0.7033	1693	182	GTW-45-07	0.8045	1692	181
GGG 40.3	0.7043	1693	182	GTW-S 38-12	0.8038	1692	181
GGG 50	0.7060	1693	182	G-X 260 NiCr 42	0.9620	1695	186
GGG 60	0.7060	1693	182	<b>GX12Cr12</b>	1.4011	EN 10283	189
GGG 70	0.7070	1693	182	<b>GX23CrMoV12-1</b>	1.4931	EN 10213-2	187
GGG 80	0.7080	1693	182	G-X260 CrMoNi 15 2 1	0.9640	1695	186
GGG-Ni 22	0.7670	1694	184	G-X260 CrMoNi 20 2 1	0.9645	1695	186
GGG-Ni 35	0.7683	1694	184	<b>GX2CrNi19-11</b>	1.4309	EN 10213-4	188
GGG-NiCr 20 2	0.7660	1694	184	<b>GX2CrNiMo19-11-2</b>	1.4409	EN 10213-4	188
GGG-NiCr 30 3	0.7676	1694	184	<b>GX2CrNiMo19-11-2</b>	1.4409	EN 10283	189
GGG-NiCr 35 3	0.7685	1694	184	<b>GX2CrNiMoCuN25-6-3-3</b>	1.4517	EN 10213-4	188
GGG-NiCrNb 20 2	0.7659	1694	184	<b>GX2CrNiMoN22-5-3</b>	1.4470	EN 10213-4	188
GGG-NiMn 23 4	0.7673	1694	184	<b>GX2CrNiMoN26-7-4</b>	1.4469	EN 10213-4	188
GGG-NiMn13 7	0.7652	1694	184	<b>GX2NiCrMo28-20-2</b>	1.4458	EN 10213-4	188
GGL-NiCuCr 15 6 2	0.6655	1694	184	GX3CrNiMoN17-13-5	1.4439	17445	188
<b>GJLA-XNiCuCr15-6-2</b>	EN-JL3011	EN 13835	184	G-X300 CrMo 15 3	0.9635	1695	186
<b>GJSA-XNi22</b>	EN-JS3041	EN 13835	184	G-X300 CrMo 27 1	0.9655	1695	186
<b>GJSA-XNi35</b>	EN-JS3051	EN 13835	184	G-X300 CrNiSi 9 5 2	0.9630	1695	186
<b>GJSA-XNiCr20-2</b>	EN-JS3011	EN 13835	184	G-X330 NiCr 42	0.9625	1695	186
<b>GJSA-XNiCr30-3</b>	EN-JS3081	EN 13835	184	<b>GX3CrNi13-4</b>	1.6982	EN 10213-3	188
<b>GJSA-XNiCr35-3</b>	EN-JS3101	EN 13835	184	<b>GX5CrNi19-10</b>	1.4308	EN 10213-4	188
<b>GJSA-XNiCr35-5</b>	EN-JS3101	EN 13835	185	<b>GX5CrNi19-10</b>	1.4308	EN 10283	189
<b>GJSA-XNiCrNb20-2</b>	EN-JS3031	EN 13835	184	<b>GX5CrNiMo19-11-2</b>	1.4408	EN 10213-4	188
<b>GJSA-XNiMn13-7</b>	EN-JS3071	EN 13835	184	<b>GX5CrNiMo19-11-2</b>	1.4408	EN 10283	189
<b>GJSA-XNiMn23-4</b>	EN-JS3021	EN 13835	184	<b>GX5CrNiMoNb19-11-2</b>	1.4581	EN 10213-4	188
<b>GJSA-XNiSiCr35-5-2</b>	EN-JS3061	EN 13835	185	<b>GX5CrNiMoNb19-11-2</b>	1.4581	EN 10283	189
<b>GP240GH</b>	1.0619	EN 10213-2	187	<b>GX5CrNiNb19-11</b>	1.4552	EN 10213-4	188
<b>GP280GH</b>	1.0625	EN 10213-2	187	<b>GX5CrNiNb19-11</b>	1.4552	EN 10283	189
<b>GS200</b>	1.0449	EN 10293	186	<b>GX7CrNiMo12-1</b>	1.4008	EN 10283	189
<b>GS240</b>	1.0455	EN 10293	186	<b>GX8CrNi12</b>	1.4107	EN 10213-2	187
<b>GS-38</b>	1.0420	1681	186				

## Nichteisenmetalle

Werkstoff	Werkstoffnr.	DIN	Seite	Werkstoff	Werkstoffnr.	DIN	Seite
–	PB990R	EN 12659	211	<b>CrAl25 5</b>	1.4765	17470	317
–	PB985R	EN 12659	211	<b>CrNi25 20</b>	1.4843	17470	317
–	PB970R	EN 12659	211	<b>CuAg0,04</b>	CW011A	EN 1977	210
–	PB940R	EN 12659	211	<b>CuAg0,04</b>	CW011A	EN 13601	304
001K	PB001K	EN 12548	211	<b>CuAg0,04</b>	CW011A	EN 13605	305
002K	PB002K	EN 12548	211	<b>CuAg0,04(OF)</b>	CW017A	EN 1977	210
011K	PB011K	EN 12548	211	<b>CuAg0,04(OF)</b>	CW017A	EN 13601	304
021K	PB021K	EN 12548	211	<b>CuAg0,04(OF)</b>	CW017A	EN 13605	305
022K	PB022K	EN 12548	211	<b>CuAg0,04P</b>	CW014A	EN 13601	304
023K	PB023K	EN 12548	211	<b>CuAg0,04P</b>	CW014A	EN 13605	305
031K	PB031K	EN 12548	211	<b>CuAg0,07</b>	CW012A	EN 1977	210
032K	PB032K	EN 12548	211	<b>CuAg0,07</b>	CW012A	EN 13601	304
041K	PB041K	EN 12548	211	<b>CuAg0,07</b>	CW012A	EN 13605	305
042K	PB042K	EN 12548	211	<b>CuAg0,07(OF)</b>	CW018A	EN 1977	210
043K	PB043K	EN 12548	211	<b>CuAg0,07(OF)</b>	CW018A	EN 13601	304
051K	PB051K	EN 12548	211	<b>CuAg0,07(OF)</b>	CW018A	EN 13605	305
061K	PB061K	EN 12548	211	<b>CuAg0,07P</b>	CW015A	EN 1977	210
071K	PB071K	EN 12548	211	<b>CuAg0,07P</b>	CW015A	EN 13601	304
081K	PB081K	EN 12548	211	<b>CuAg0,07P</b>	CW015A	EN 13605	305
<b>CaSi</b>	0.3650	17580	216	CuAg0,1	2.1203	1708	210
<b>CaSiC50</b>	0.3655	17580	216	CuAg0,1	2.1203	40500	306
<b>CrAl14 4</b>	1.4725	17470	317	<b>CuAg0,10</b>	CR013A	EN 1976	209
<b>CrAl20 5</b>	1.4767	17470	317	<b>CuAg0,10</b>	CW013A	EN 1977	210

Werkstoff	Werkstoffnr.	DIN	Seite	Werkstoff	Werkstoffnr.	DIN	Seite
<b>CuAg0,10</b>	CW013A	EN 13599	304	<b>CuBe2</b>	CW101C	EN 12163	225
<b>CuAg0,10</b>	CW013A	EN 13600	304	<b>CuBe2</b>	CW101C	EN 12163	238
<b>CuAg0,10</b>	CW013A	EN 13601	304	<b>CuBe2</b>	CW101C	EN 12165	225
<b>CuAg0,10</b>	CW013A	EN 13605	305	<b>CuBe2</b>	CW101C	EN 12165	243
<b>CuAg0,10(OF)</b>	CW019A	EN 1977	210	<b>CuBe2</b>	CW101C	EN 12166	225
<b>CuAg0,10(OF)</b>	CW019A	EN 13599	304	<b>CuBe2</b>	CW101C	EN 12166	245
<b>CuAg0,10(OF)</b>	CW019A	EN 13600	304	<b>CuBe2</b>	CW101C	EN 12167	225
<b>CuAg0,10(OF)</b>	CW019A	EN 13601	304	<b>CuBe2</b>	CW101C	EN 12167	248
<b>CuAg0,10(OF)</b>	CW019A	EN 13605	305	<b>CuBe2</b>	CW101C	EN 13148	236
<b>CuAg0,10P</b>	CR016A	EN 1976	210	<b>CuBe2</b>	2.1247	17672	243
<b>CuAg0,10P</b>	CW016A	EN 13599	304	<b>CuBe2</b>	2.1247	17677	245
<b>CuAg0,10P</b>	CW016A	EN 13600	304	<b>CuBe2</b>	2.1247	17682	245
<b>CuAg0,10P</b>	CW016A	EN 13601	304	<b>CuBe2</b>	2.1248	1782	241
<b>CuAg0,10P</b>	CW016A	EN 13605	305	<b>CuBe2Pb</b>	2.1248	1782	241
<b>CuAg0,1P</b>	2.1191	1708	210	<b>CuBe2Pb</b>	CW102C	EN 12164	225
<b>CuAg0,1P</b>	2.1191	40500	306	<b>CuBe2Pb</b>	CW102C	EN 12164	241
<b>CuAl10Fe1</b>	CW305G	EN 12163	240	<b>CuBe2Pb</b>	CW102C	EN 12166	225
<b>CuAl10Fe1</b>	CW305G	EN 12167	248	<b>CuBe2Pb</b>	CW102C	EN 12166	245
<b>CuAl10Fe3Mn2</b>	2.0936	1782	240	<b>Cu-CATH-1</b>	CR001A	EN 1978	210
<b>CuAl10Fe3Mn2</b>	CW306G	EN 12163	225	<b>Cu-CATH-2</b>	CR002A	EN 1978	210
<b>CuAl10Fe3Mn2</b>	CW306G	EN 12163	240	<b>CuCo1Ni1Be</b>	CW103C	EN 1652	232
<b>CuAl10Fe3Mn2</b>	CW306G	EN 12165	225	<b>CuCo1Ni1Be</b>	CW103C	EN 12163	238
<b>CuAl10Fe3Mn2</b>	CW306G	EN 12165	244	<b>CuCo1Ni1Be</b>	CW103C	EN 12165	243
<b>CuAl10Fe3Mn2</b>	CW306G	EN 12167	225	<b>CuCo1Ni1Be</b>	CW103C	EN 12166	247
<b>CuAl10Fe3Mn2</b>	CW306G	EN 12167	248	<b>CuCo1Ni1Be</b>	CW103C	EN 12167	249
<b>CuAl10Fe3Mn2</b>	2.0936	17672	244	<b>CuCo2Be</b>	CW104C	EN 1652	229
<b>CuAl10Ni5Fe4</b>	CW307G	EN 1653	225	<b>CuCo2Be</b>	CW104C	EN 1652	225
<b>CuAl10Ni5Fe4</b>	CW307G	EN 1653	232	<b>CuCo2Be</b>	CW104C	EN 1654	225
<b>CuAl10Ni5Fe4</b>	2.0966	1782	240	<b>CuCo2Be</b>	CW104C	EN 1654	234
<b>CuAl10Ni5Fe4</b>	CW307G	EN 12163	225	<b>CuCo2Be</b>	CW104C	EN 12163	225
<b>CuAl10Ni5Fe4</b>	CW307G	EN 12163	240	<b>CuCo2Be</b>	CW104C	EN 12163	238
<b>CuAl10Ni5Fe4</b>	CW307G	EN 12165	225	<b>CuCo2Be</b>	CW104C	EN 12165	225
<b>CuAl10Ni5Fe4</b>	CW307G	EN 12165	244	<b>CuCo2Be</b>	CW104C	EN 12165	243
<b>CuAl10Ni5Fe4</b>	CW307G	EN 12167	225	<b>CuCo2Be</b>	CW104C	EN 12166	225
<b>CuAl10Ni5Fe4</b>	CW307G	EN 12167	248	<b>CuCo2Be</b>	CW104C	EN 12166	245
<b>CuAl10Ni5Fe4</b>	2.0966	17672	244	<b>CuCo2Be</b>	CW104C	EN 12167	225
<b>CuAl11Fe6Ni6</b>	CW308G	EN 12163	225	<b>CuCo2Be</b>	CW104C	EN 12167	249
<b>CuAl11Fe6Ni6</b>	CW308G	EN 12163	240	<b>CuCo2Be</b>	CW104C	EN 13148	236
<b>CuAl11Fe6Ni6</b>	CW308G	EN 12165	225	<b>CuCo2Be</b>	2.1285	1777	234
<b>CuAl11Fe6Ni6</b>	CW308G	EN 12165	244	<b>CuCo2Be</b>	2.1285	1782	238
<b>CuAl11Fe6Ni6</b>	CW308G	EN 12165	248	<b>CuCo2Be</b>	2.1285	17672	243
<b>CuAl11Fe6Ni6</b>	CW308G	EN 12167	225	<b>CuCo2Be</b>	2.1285	17672	249
<b>CuAl11Fe6Ni6</b>	CW308G	EN 12167	248	<b>CuCo2Be</b>	2.1285	17674	249
<b>CuAl11Ni6Fe5</b>	2.0978	1782	240	<b>CuCo2Be</b>	2.1285	17677	245
<b>CuAl11Ni6Fe5</b>	2.0978	17672	244	<b>CuCo2Be</b>	2.1285	17682	245
<b>CuAl5As</b>	2.0918	1785	257	<b>CuCr1</b>	CW105C	EN 12163	238
<b>CuAl5As</b>	CW300G	EN 12451	225	<b>CuCr1</b>	CW105C	EN 12165	243
<b>CuAl5As</b>	CW300G	EN 12451	257	<b>CuCr1</b>	CW105C	EN 12167	249
<b>CuAl6Si2Fe</b>	CW301G	EN 12163	240	<b>CuCr1Zr</b>	CW106C	EN 12163	225
<b>CuAl6Si2Fe</b>	CW301G	EN 12167	248	<b>CuCr1Zr</b>	CW106C	EN 12163	238
<b>CuAl7Si2</b>	CW302G	EN 12163	240	<b>CuCr1Zr</b>	CW106C	EN 12165	225
<b>CuAl7Si2</b>	CW302G	EN 12167	248	<b>CuCr1Zr</b>	CW106C	EN 12165	243
<b>CuAl8Fe3</b>	CW303G	EN 1652	225	<b>CuCr1Zr</b>	CW106C	EN 12166	225
<b>CuAl8Fe3</b>	CW303G	EN 1652	232	<b>CuCr1Zr</b>	CW106C	EN 12167	225
<b>CuAl8Fe3</b>	CW303G	EN 1653	225	<b>CuCr1Zr</b>	CW106C	EN 12167	249
<b>CuAl8Fe3</b>	CW303G	EN 1653	232	<b>CuCrZr</b>	2.1293	1782	238
<b>CuAl8Fe3</b>	CW303G	EN 12165	225	<b>CuCrZr</b>	2.1293	17672	243
<b>CuAl9Ni3Fe2</b>	CW304G	EN 1653	232	<b>Cu-DHP</b>	CR024A	EN 1976	210
<b>CuBe1,7</b>	CW100C	EN 1654	225	<b>Cu-DHP</b>	CW024A	EN 1652	225
<b>CuBe1,7</b>	CW100C	EN 1654	233	<b>Cu-DHP</b>	CW024A	EN 1652	231
<b>CuBe1,7</b>	CW100C	EN 13148	236	<b>Cu-DHP</b>	CW024A	EN 1653	225
<b>CuBe1,7</b>	2.1245	1777	233	<b>Cu-DHP</b>	CW024A	EN 1653	232
<b>CuBe2</b>	CW101C	EN 1652	228	<b>Cu-DHP</b>	CW024A	EN 1653	232
<b>CuBe2</b>	CW101C	EN 1652	225	<b>Cu-DHP</b>	CW024A	EN 12163	225
<b>CuBe2</b>	2.1247	1652	228	<b>Cu-DHP</b>	CW024A	EN 12163	237
<b>CuBe2</b>	CW101C	EN 1654	225	<b>Cu-DHP</b>	CW024A	EN 12165	225
<b>CuBe2</b>	CW101C	EN 1654	234	<b>Cu-DHP</b>	CW024A	EN 12165	243
<b>CuBe2</b>	2.1247	1777	234	<b>Cu-DHP</b>	CW024A	EN 12166	225
<b>CuBe2</b>	2.1247	1782	238	<b>Cu-DHP</b>	CW024A	EN 12166	244
				<b>Cu-DHP</b>	CW024A	EN 12167	225

Werkstoff	Werkstoffnr.	DIN	Seite	Werkstoff	Werkstoffnr.	DIN	Seite
<b>Cu-DHP</b>	CW024A	EN 12167	249	<b>CuNi10Fe1Mn</b>	CW352H	EN 12451	225
<b>Cu-DHP</b>	CW024A	EN 12168	225	<b>CuNi10Fe1Mn</b>	CW352H	EN 12451	257
<b>Cu-DHP</b>	CW024A	EN 12449	225	<b>CuNi10Fe1Mn</b>	2.0872	17670	229
<b>Cu-DHP</b>	CW024A	EN 12449	253	<b>CuNi10Fe1Mn</b>	CW352H	EN 1653	225
<b>Cu-DHP</b>	CW024A	EN 12451	225	<b>CuNi10Fe1Mn</b>	CW352H	EN 1653	232
<b>Cu-DHP</b>	CW024A	EN 12451	257	<b>CuNi10Fe1Mn</b>	2.0872	1785	257
<b>Cu-DHP</b>	CW024A	EN 13148	236	<b>CuNi10Fe1Mn</b>	2.0872	17672	243
<b>Cu-DLP</b>	CR023A	EN 1976	210	<b>CuNi10Zn27</b>	CW401J	EN 1652	232
<b>Cu-DLP</b>	CW023A	EN 1652	225	<b>CuNi10Zn27</b>	CW401J	EN 12166	246
<b>Cu-DLP</b>	CW023A	EN 1652	231	<b>CuNi10Zn42Pb2</b>	CW402J	EN 12164	240
<b>Cu-DLP</b>	CW023A	EN 1653	225	<b>CuNi10Zn42Pb2</b>	CW402J	EN 12166	247
<b>Cu-DLP</b>	CW023A	EN 1653	232	<b>CuNi10Zn42Pb2</b>	CW402J	EN 12167	248
<b>Cu-DLP</b>	CW023A	EN 1758	225	<b>CuNi12Zn24</b>	CW403J	EN 1652	226
<b>Cu-DLP</b>	CW023A	EN 1758	236	<b>CuNi12Zn24</b>	CW403J	EN 1652	232
<b>Cu-DLP</b>	CW023A	EN 12163	225	<b>CuNi12Zn24</b>	CW403J	EN 1654	226
<b>Cu-DLP</b>	CW023A	EN 12163	237	<b>CuNi12Zn24</b>	CW403J	EN 1654	234
<b>Cu-DLP</b>	CW023A	EN 12167	225	<b>CuNi12Zn24</b>	CW403J	EN 12167	226
<b>Cu-DLP</b>	CW023A	EN 12167	249	<b>CuNi12Zn24</b>	CW403J	EN 12167	248
<b>Cu-DLP</b>	CW023A	EN 13148	236	<b>CuNi12Zn24</b>	CW403J	EN 12449	226
<b>Cu-ETP</b>	CW004A	EN 1652	225	<b>CuNi12Zn24</b>	2.0730	1777	234
<b>Cu-ETP</b>	CW004A	EN 1652	231	<b>CuNi12Zn24</b>	CW403J	EN 12163	226
<b>Cu-ETP</b>	CR004A	EN 1976	209	<b>CuNi12Zn24</b>	CW403J	EN 12163	239
<b>Cu-ETP</b>	CW004A	EN 1977	210	<b>CuNi12Zn24</b>	CW403J	EN 12166	226
<b>Cu-ETP</b>	CW004A	EN 12165	225	<b>CuNi12Zn24</b>	CW403J	EN 12166	246
<b>Cu-ETP</b>	CW004A	EN 12165	243	<b>CuNi12Zn24</b>	2.0730	17677	246
<b>Cu-ETP</b>	CW004A	EN 13148	236	<b>CuNi12Zn24</b>	2.0730	17682	246
<b>Cu-ETP</b>	CW004A	EN 13599	304	<b>CuNi12Zn25Pb1</b>	CW404J	EN 1652	232
<b>Cu-ETP</b>	CW004A	EN 13600	304	<b>CuNi12Zn29</b>	CW405J	EN 1654	232
<b>Cu-ETP</b>	CW004A	EN 13601	304	<b>CuNi12Zn30Pb1</b>	CW406J	EN 12164	226
<b>Cu-ETP</b>	CW004A	EN 13602	304	<b>CuNi12Zn30Pb1</b>	CW406J	EN 12166	226
<b>Cu-ETP</b>	CW004A	EN 13605	305	<b>CuNi12Zn30Pb1</b>	CW406J	EN 12166	247
<b>Cu-ETP1</b>	CW003A	EN 13602	304	<b>CuNi12Zn30Pb1</b>	CW406J	EN 12167	226
<b>Cu-ETP1</b>	CW003A	EN 1977	210	<b>CuNi12Zn30Pb1</b>	CW406J	EN 12167	248
<b>CuFe2P</b>	CW107C	EN 1654	232	<b>CuNi12Zn38Mn5Pb2</b>	CW407J	EN 12167	248
<b>CuFe2P</b>	CW107C	EN 1758	236	<b>CuNi18Zn19Pb1</b>	CW408J	EN 12164	226
<b>Cu-FRHC</b>	CR005A	EN 1976	209	<b>CuNi18Zn19Pb1</b>	CW408J	EN 12166	226
<b>Cu-FRHC</b>	CR005A	EN 1977	210	<b>CuNi18Zn19Pb1</b>	CW408J	EN 12166	247
<b>Cu-FRHC</b>	CR005A	EN 13599	304	<b>CuNi18Zn19Pb1</b>	CW408J	EN 12167	226
<b>Cu-FRHC</b>	CR005A	EN 13600	304	<b>CuNi18Zn19Pb1</b>	CW408J	EN 12167	248
<b>Cu-FRHC</b>	CR005A	EN 13601	304	<b>CuNi18Zn20</b>	CW409J	EN 1652	226
<b>Cu-FRHC</b>	CR005A	EN 13602	304	<b>CuNi18Zn20</b>	CW409J	EN 1652	229
<b>Cu-FRHC</b>	CR005A	EN 13605	305	<b>CuNi18Zn20</b>	CW409J	EN 1654	226
<b>Cu-FRTP</b>	CR006A	EN 1976	209	<b>CuNi18Zn20</b>	CW409J	EN 1654	233
<b>Cu-FRTP</b>	CW006A	EN 1652	225	<b>CuNi18Zn20</b>	CW409J	EN 12163	226
<b>Cu-FRTP</b>	CW006A	EN 1652	231	<b>CuNi18Zn20</b>	CW409J	EN 12166	226
<b>Cu-FRTP</b>	CW006A	EN 12163	225	<b>CuNi18Zn20</b>	CW409J	EN 12166	246
<b>Cu-FRTP</b>	CW006A	EN 12163	237	<b>CuNi18Zn20</b>	CW409J	EN 12167	226
<b>Cu-HCP</b>	CW021A	EN 1977	210	<b>CuNi18Zn20</b>	CW409J	EN 12167	248
<b>Cu-HCP</b>	CW021A	EN 12165	225	<b>CuNi18Zn20</b>	CW409J	EN 12449	226
<b>Cu-HCP</b>	CW021A	EN 12165	243	<b>CuNi18Zn20</b>	2.0740	17670	229
<b>Cu-HCP</b>	CW021A	EN 13148	236	<b>CuNi18Zn20</b>	2.0740	1777	233
<b>Cu-HCP</b>	CW021A	EN 13599	304	<b>CuNi18Zn20</b>	2.0740	17677	246
<b>Cu-HCP</b>	CW021A	EN 13600	304	<b>CuNi18Zn20</b>	2.0740	17682	246
<b>Cu-HCP</b>	CW021A	EN 13601	304	<b>CuNi18Zn27</b>	CW410J	EN 1652	226
<b>Cu-HCP</b>	CW021A	EN 13605	305	<b>CuNi18Zn27</b>	CW410J	EN 1652	232
<b>CuMn12Ni</b>	2.1362	17471	318	<b>CuNi18Zn27</b>	CW410J	EN 1654	226
<b>CuMn12NiAl</b>	2.1365	17471	318	<b>CuNi18Zn27</b>	CW410J	EN 1654	233
<b>CuMn3</b>	2.1356	17471	318	<b>CuNi18Zn27</b>	2.0742	1777	233
<b>CuNi1,5Si</b>	2.0853	1782	238	<b>CuNi1P</b>	CW108C	EN 12163	238
<b>CuNi1,5Si</b>	2.0853	17672	243	<b>CuNi1Si</b>	CW109C	EN 12163	225
<b>CuNi10</b>	2.0811	17471	318	<b>CuNi1Si</b>	CW109C	EN 12163	238
<b>CuNi10Fe1Mn</b>	CW352H	EN 1652	229	<b>CuNi1Si</b>	CW109C	EN 12165	225
<b>CuNi10Fe1Mn</b>	CW352H	EN 1652	225	<b>CuNi1Si</b>	CW109C	EN 12165	243
<b>CuNi10Fe1Mn</b>	CW352H	EN 12163	225	<b>CuNi1Si</b>	CW109C	EN 12166	225
<b>CuNi10Fe1Mn</b>	CW352H	EN 12163	239	<b>CuNi1Si</b>	CW109C	EN 12166	247
<b>CuNi10Fe1Mn</b>	CW352H	EN 12165	225	<b>CuNi1Si</b>	CW109C	EN 12167	225
<b>CuNi10Fe1Mn</b>	CW352H	EN 12165	243	<b>CuNi2</b>	2.0802	17471	318
<b>CuNi10Fe1Mn</b>	CW352H	EN 12449	225	<b>CuNi23Mn</b>	2.0881	17471	318

Werkstoff	Werkstoffnr.	DIN	Seite	Werkstoff	Werkstoffnr.	DIN	Seite
<b>CuNi25</b>	CW350H	EN 1652	225	<b>Cu-OF</b>	CW008A	EN 13599	304
<b>CuNi25</b>	CW350H	EN 1652	232	<b>Cu-OF</b>	CW008A	EN 13600	304
<b>CuNi2Be</b>	CW110C	EN 1652	229	<b>Cu-OF</b>	CW008A	EN 13601	304
<b>CuNi2Be</b>	CW110C	EN 1652	225	<b>Cu-OF</b>	CW008A	EN 13602	304
<b>CuNi2Be</b>	CW110C	EN 1654	225	<b>Cu-OF</b>	CW008A	EN 13605	305
<b>CuNi2Be</b>	CW110C	EN 1654	234	<b>Cu-OF1</b>	CW007A	EN 1977	210
<b>CuNi2Be</b>	CW110C	EN 12163	225	<b>Cu-OF1</b>	CW007A	EN 13602	304
<b>CuNi2Be</b>	CW110C	EN 12163	238	<b>Cu-OFE</b>	CW009A	EN 1977	210
<b>CuNi2Be</b>	CW110C	EN 12165	225	<b>Cu-OFE</b>	CW009A	EN 13604	306
<b>CuNi2Be</b>	CW110C	EN 12165	243	CuPb1P	2.1160	1782	241
<b>CuNi2Be</b>	CW110C	EN 12166	225	<b>CuPb1P</b>	CW113C	EN 12164	225
<b>CuNi2Be</b>	CW110C	EN 12166	245	<b>CuPb1P</b>	CW113C	EN 12164	241
<b>CuNi2Be</b>	CW110C	EN 12167	225	<b>Cu-PHC</b>	CR020A	EN 1976	210
<b>CuNi2Be</b>	CW110C	EN 12167	249	<b>Cu-PHC</b>	CW020A	EN 1977	210
<b>CuNi2Be</b>	CW110C	EN 13148	236	<b>Cu-PHC</b>	CW020A	EN 13599	304
CuNi2Be	2.0805	17670	229	<b>Cu-PHC</b>	CW020A	EN 13600	304
CuNi2Be	2.0805	1777	234	<b>Cu-PHC</b>	CW020A	EN 13601	304
CuNi2Be	2.0805	1782	238	<b>Cu-PHC</b>	CW020A	EN 13605	305
CuNi2Be	2.0805	17672	243	<b>Cu-PHCE</b>	CW022A	EN 1977	210
CuNi2Be	2.0805	17677	245	<b>Cu-PHCE</b>	CW022A	EN 13604	306
CuNi2Be	2.0805	17682	245	<b>CuSi1</b>	CW115C	EN 12166	247
<b>CuNi2Si</b>	CW111C	EN 1652	232	<b>CuSi3Mn1</b>	CW116C	EN 12163	240
<b>CuNi2Si</b>	CW111C	EN 1654	232	<b>CuSi3Mn1</b>	CW116C	EN 12166	247
CuNi2Si	2.0855	1782	238	<b>CuSn0,15</b>	CW117C	EN 1758	236
<b>CuNi2Si</b>	CW111C	EN 12163	238	<b>CuSn3Zn9</b>	CW454K	EN 1652	232
<b>CuNi2Si</b>	CW111C	EN 12165	243	<b>CuSn3Zn9</b>	CW454K	EN 1654	232
<b>CuNi2Si</b>	CW111C	EN 12166	247	<b>CuSn4</b>	CW450K	EN 1652	226
<b>CuNi2Si</b>	CW111C	EN 12167	249	<b>CuSn4</b>	CW450K	EN 1652	232
CuNi2Si	2.0855	17672	243	<b>CuSn4</b>	CW450K	EN 1654	226
CuNi30Fe2Mn2	2.0883	1785	257	<b>CuSn4</b>	CW450K	EN 1654	233
<b>CuNi30Fe2Mn2</b>	CW353H	EN 12451	225	<b>CuSn4</b>	CW450K	EN 12166	226
<b>CuNi30Fe2Mn2</b>	CW353H	EN 12451	257	<b>CuSn4</b>	CW450K	EN 12166	247
CuNi30Mn	2.0890	17471	318	<b>CuSn4</b>	CW450K	EN 13148	236
<b>CuNi30Mn1Fe</b>	CW354H	EN 1652	226	CuSn4	2.1016	1777	233
<b>CuNi30Mn1Fe</b>	CW354H	EN 1652	232	<b>CuSn4Pb2P</b>	CW455K	EN 12164	240
<b>CuNi30Mn1Fe</b>	CW354H	EN 1653	226	<b>CuSn4Pb4Zn4</b>	CW456K	EN 12164	240
<b>CuNi30Mn1Fe</b>	CW354H	EN 1653	232	<b>CuSn4Te1P</b>	CW457K	EN 12164	240
<b>CuNi30Mn1Fe</b>	CW354H	EN 12163	226	<b>CuSn5</b>	CW451K	EN 1654	232
<b>CuNi30Mn1Fe</b>	CW354H	EN 12163	239	<b>CuSn5</b>	CW451K	EN 12163	240
<b>CuNi30Mn1Fe</b>	CW354H	EN 12165	226	<b>CuSn5</b>	CW451K	EN 12166	247
<b>CuNi30Mn1Fe</b>	CW354H	EN 12165	243	<b>CuSn5Pb1</b>	CW458K	EN 12164	240
<b>CuNi30Mn1Fe</b>	CW354H	EN 12449	225	<b>CuSn6</b>	CW452K	EN 1652	226
<b>CuNi30Mn1Fe</b>	CW354H	EN 12451	225	<b>CuSn6</b>	CW452K	EN 1652	229
<b>CuNi30Mn1Fe</b>	CW354H	EN 12451	226	<b>CuSn6</b>	CW452K	EN 1654	233
CuNi30Mn1Fe	2.0882	17672	243	<b>CuSn6</b>	CW452K	EN 12163	226
CuNi3Si	2.0857	1782	238	<b>CuSn6</b>	CW452K	EN 12163	239
CuNi3Si	2.0857	17672	243	<b>CuSn6</b>	CW452K	EN 12166	226
<b>CuNi3Si1</b>	CW112C	EN 12163	238	<b>CuSn6</b>	CW452K	EN 12166	246
<b>CuNi3Si1</b>	CW112C	EN 12165	243	<b>CuSn6</b>	CW452K	EN 12167	226
<b>CuNi44</b>	2.0842	17471	318	<b>CuSn6</b>	CW452K	EN 12167	248
<b>CuNi6</b>	2.0807	17471	318	<b>CuSn6</b>	CW452K	EN 12449	226
<b>CuNi7Zn39Pb3Mn2</b>	CW400J	EN 12164	240	<b>CuSn6</b>	CW452K	EN 12449	253
<b>CuNi7Zn39Pb3Mn2</b>	CW400J	EN 12166	247	<b>CuSn6</b>	CW452K	EN 13148	236
<b>CuNi7Zn39Pb3Mn2</b>	CW400J	EN 12167	248	CuSn6	2.1020	17670	229
<b>CuNi9Sn2</b>	CW351H	EN 1652	225	CuSn6	2.1020	1777	233
<b>CuNi9Sn2</b>	CW351H	EN 1652	232	CuSn6	2.1020	17671	253
<b>CuNi9Sn2</b>	CW351H	EN 1654	234	CuSn6	2.1020	17677	246
<b>CuNi9Sn2</b>	CW351H	EN 13148	236	CuSn6	2.1020	17682	246
CuNi9Sn2	2.0875	1777	234	<b>CuSn8</b>	CW453K	EN 1652	226
<b>Cu-OF</b>	CR008A	EN 1976	209	<b>CuSn8</b>	CW453K	EN 1652	229
<b>Cu-OF</b>	CW008A	EN 1652	225	<b>CuSn8</b>	CW453K	EN 1654	226
<b>Cu-OF</b>	CW008A	EN 1652	231	<b>CuSn8</b>	CW453K	EN 1654	233
<b>Cu-OF</b>	CW008A	EN 1977	210	<b>CuSn8</b>	CW453K	EN 12163	226
<b>Cu-OF</b>	CW008A	EN 12165	225	<b>CuSn8</b>	CW453K	EN 12163	239
<b>Cu-OF</b>	CW008A	EN 12165	243	<b>CuSn8</b>	CW453K	EN 12166	226
<b>Cu-OF</b>	CW008A	EN 13148	236	<b>CuSn8</b>	CW453K	EN 12166	247

Werkstoff	Werkstoffnr.	DIN	Seite	Werkstoff	Werkstoffnr.	DIN	Seite
<b>CuSn8</b>	CW453K	EN 12167	226	<b>CuZn25Al5Fe2Mn2Pb</b>	CW705R	EN 12163	240
<b>CuSn8</b>	CW453K	EN 12167	248	<b>CuZn25Al5Fe2Mn2Pb</b>	CW705R	EN 12165	243
<b>CuSn8</b>	CW453K	EN 12449	226	<b>CuZn28</b>	CW504L	EN 12163	240
<b>CuSn8</b>	CW453K	EN 13148	236	CuZn28Sn1	2.0470	1785	257
CuSn8	2.1030	17670	229	<b>CuZn28Sn1As</b>	CW706R	EN 12451	227
CuSn8	2.1030	1777	233	<b>CuZn28Sn1As</b>	CW706R	EN 12451	257
CuSn8	2.1030	17677	247	<b>CuZn30</b>	CW505L	EN 1652	226
CuSn8	2.1030	17682	247	<b>CuZn30</b>	CW505L	EN 1652	232
<b>CuSn8P</b>	CW459K	EN 12163	239	<b>CuZn30</b>	CW505L	EN 1654	226
<b>CuSP</b>	CW114C	EN 12164	225	<b>CuZn30</b>	CW505L	EN 1654	233
<b>CuSP</b>	CW114C	EN 12164	241	<b>CuZn30</b>	CW505L	EN 12163	226
<b>CuSP</b>	CW114C	EN 12166	225	<b>CuZn30</b>	CW505L	EN 12163	240
<b>CuSP</b>	CW114C	EN 12168	225	<b>CuZn30</b>	CW505L	EN 12166	226
<b>CuSP</b>	CW114C	EN 12168	252	<b>CuZn30</b>	CW505L	EN 12166	247
CuSP	2.1498	1782	241	<b>CuZn30</b>	CW505L	EN 12449	226
CuSP	2.1498	17671	252	<b>CuZn30</b>	CW505L	EN 13148	236
<b>CuTeP</b>	CW118C	EN 12164	241	CuZn30	2.0265	1777	233
<b>CuTeP</b>	CW118C	EN 12166	247	CuZn30	2.0265	17671	264
<b>CuTeP</b>	CW118C	EN 12168	252	CuZn30	2.0265	17672	247
CuTeP	2.1546	1782	241	CuZn30	2.0265	17674	247
CuTeP	2.1546	17671	252	CuZn30	2.0265	17677	248
<b>CuZn0,5</b>	CW119C	EN 1652	225	CuZn30	2.0265	17682	248
<b>CuZn0,5</b>	CW119C	EN 1652	232	<b>CuZn31Si1</b>	CW708R	EN 12163	227
<b>CuZn10</b>	CW501L	EN 1652	226	<b>CuZn31Si1</b>	CW708R	EN 12163	239
<b>CuZn10</b>	CW501L	EN 1652	232	<b>CuZn32Pb2AsFeSe</b>	CW709R	EN 12163	240
<b>CuZn10</b>	CW501L	EN 12163	226	<b>CuZn33</b>	CW506L	EN 1652	230
<b>CuZn10</b>	CW501L	EN 12163	240	<b>CuZn33</b>	CW506L	EN 1652	226
<b>CuZn10</b>	CW501L	EN 12166	226	<b>CuZn33</b>	CW506L	EN 12163	226
<b>CuZn10</b>	CW501L	EN 12166	247	<b>CuZn33</b>	CW506L	EN 12163	240
<b>CuZn10</b>	CW501L	EN 12449	226	<b>CuZn33</b>	CW506L	EN 13148	236
<b>CuZn10</b>	CW501L	EN 13148	236	CuZn33	2.0280	17670	230
<b>CuZn15</b>	CW502L	EN 1652	226	CuZn35Ni2	2.0540	17672	243
<b>CuZn15</b>	CW502L	EN 1652	232	<b>CuZn35Ni3Mn2AlPb</b>	CW710R	EN 12163	227
<b>CuZn15</b>	CW502L	EN 1654	226	<b>CuZn35Ni3Mn2AlPb</b>	CW710R	EN 12163	239
<b>CuZn15</b>	CW502L	EN 1654	232	<b>CuZn35Ni3Mn2AlPb</b>	CW710R	EN 12165	227
<b>CuZn15</b>	CW502L	EN 12163	226	<b>CuZn35Ni3Mn2AlPb</b>	CW710R	EN 12165	243
<b>CuZn15</b>	CW502L	EN 12163	240	<b>CuZn35Ni3Mn2AlPb</b>	CW710R	EN 12167	227
<b>CuZn15</b>	CW502L	EN 12166	226	<b>CuZn35Pb1</b>	CW600N	EN 1652	226
<b>CuZn15</b>	CW502L	EN 12166	247	<b>CuZn35Pb1</b>	CW600N	EN 1652	230
<b>CuZn15</b>	CW502L	EN 12449	226	<b>CuZn35Pb1</b>	CW600N	EN 12164	226
<b>CuZn15</b>	CW502L	EN 13148	236	<b>CuZn35Pb1</b>	CW600N	EN 12164	241
<b>CuZn19Sn</b>	CW701R	EN 12166	247	<b>CuZn35Pb1</b>	CW600N	EN 12165	226
<b>CuZn20</b>	CW503L	EN 1652	226	<b>CuZn35Pb1</b>	CW600N	EN 12166	226
<b>CuZn20</b>	CW503L	EN 1652	232	<b>CuZn35Pb1</b>	CW600N	EN 12166	247
<b>CuZn20</b>	CW503L	EN 12163	226	<b>CuZn35Pb1</b>	CW600N	EN 12167	226
<b>CuZn20</b>	CW503L	EN 12163	240	<b>CuZn35Pb1</b>	CW600N	EN 12167	248
<b>CuZn20</b>	CW503L	EN 12166	226	<b>CuZn35Pb1</b>	CW600N	EN 12449	226
<b>CuZn20</b>	CW503L	EN 12166	247	<b>CuZn35Pb1</b>	CW600N	EN 12449	255
<b>CuZn20</b>	CW503L	EN 12449	226	CuZn35Pb1	2.0331	1652	230
<b>CuZn20</b>	CW503L	EN 13148	236	<b>CuZn35Pb2</b>	CW601N	EN 12164	226
CuZn20Al2	2.0460	1785	257	<b>CuZn35Pb2</b>	CW601N	EN 12164	241
<b>CuZn20Al2As</b>	CW702R	EN 1652	227	<b>CuZn35Pb2</b>	CW601N	EN 12166	226
<b>CuZn20Al2As</b>	CW702R	EN 1652	232	<b>CuZn35Pb2</b>	CW601N	EN 12166	247
<b>CuZn20Al2As</b>	CW702R	EN 1653	227	<b>CuZn35Pb2</b>	CW601N	EN 12167	226
<b>CuZn20Al2As</b>	CW702R	EN 1653	232	<b>CuZn35Pb2</b>	CW601N	EN 12167	248
<b>CuZn20Al2As</b>	CW702R	EN 12167	227	<b>CuZn35Pb2</b>	CW601N	EN 12168	226
<b>CuZn20Al2As</b>	CW702R	EN 12449	227	<b>CuZn35Pb2</b>	CW601N	EN 12168	251
<b>CuZn20Al2As</b>	CW702R	EN 12451	227	<b>CuZn35Pb2</b>	CW601N	EN 12168	252
<b>CuZn20Al2As</b>	CW702R	EN 12451	257	<b>CuZn36</b>	CW507L	EN 1652	230
<b>CuZn23Al3Co</b>	CW703R	EN 1654	232	<b>CuZn36</b>	CW507L	EN 1654	226
CuZn23Al6Mn4Fe3	2.0500	17672	243	<b>CuZn36</b>	CW507L	EN 1654	232
<b>CuZn23Al6Mn4Fe3Pb</b>	CW704R	EN 12163	227	<b>CuZn36</b>	CW507L	EN 12163	226
<b>CuZn23Al6Mn4Fe3Pb</b>	CW704R	EN 12163	239	<b>CuZn36</b>	CW507L	EN 12163	240
<b>CuZn23Al6Mn4Fe3Pb</b>	CW704R	EN 12165	227	<b>CuZn36</b>	CW507L	EN 12166	226
<b>CuZn23Al6Mn4Fe3Pb</b>	CW704R	EN 12165	243	<b>CuZn36</b>	CW507L	EN 12166	248
<b>CuZn23Al6Mn4Fe3Pb</b>	CW704R	EN 12167	227	<b>CuZn36</b>	CW507L	EN 12167	226

Werkstoff	Werkstoffnr.	DIN	Seite	Werkstoff	Werkstoffnr.	DIN	Seite
<b>CuZn36</b>	CW507L	EN 12167	249	<b>CuZn37Pb1</b>	CW605N	EN 12168	251
<b>CuZn36</b>	CW507L	EN 12449	226	<b>CuZn37Pb1</b>	CW605N	EN 12168	252
<b>CuZn36</b>	CW507L	EN 12449	264	<b>CuZn37Pb1Sn1</b>	CW714R	EN 12164	240
<b>CuZn36</b>	CW507L	EN 13148	236	<b>CuZn37Pb1Sn1</b>	CW714R	EN 12166	247
CuZn36	2.0335	1652	230	<b>CuZn37Pb1Sn1</b>	CW714R	EN 12167	248
CuZn36	2.0335	17671	264	<b>CuZn37Pb1Sn1</b>	CW714R	EN 12168	252
CuZn36	2.0335	17672	249	<b>CuZn37Pb2</b>	CW606N	EN 1652	232
CuZn36	2.0335	17674	249	<b>CuZn37Pb2</b>	CW606N	EN 12164	240
CuZn36	2.0335	17677	248	<b>CuZn37Pb2</b>	CW606N	EN 12166	247
CuZn36	2.0335	17682	248	<b>CuZn37Pb2</b>	CW606N	EN 12167	248
CuZn36Pb1,5	2.0331	1782	241	<b>CuZn37Pb2</b>	CW606N	EN 12168	251
CuZn36Pb1,5	2.0331	17671	252	<b>CuZn37Pb2</b>	CW606N	EN 12168	252
CuZn36Pb1,5	2.0331	17671	255	<b>CuZn38AlFeNiPbS</b>	CW715R	EN 1653	227
<b>CuZn36Pb2As</b>	CW602N	EN 12164	240	<b>CuZn38AlFeNiPbS</b>	CW715R	EN 1653	232
<b>CuZn36Pb2As</b>	CW602N	EN 12165	243	<b>CuZn38Mn1Al</b>	CW716R	EN 12163	227
<b>CuZn36Pb2As</b>	CW602N	EN 12167	250	<b>CuZn38Mn1Al</b>	CW716R	EN 12163	239
<b>CuZn36Pb2As</b>	CW602N	EN 12168	251	<b>CuZn38Pb1</b>	CW607N	EN 12164	240
<b>CuZn36Pb2As</b>	CW602N	EN 12168	252	<b>CuZn38Pb1</b>	CW607N	EN 12167	248
<b>CuZn36Pb2Sn1</b>	CW711R	EN 12164	240	<b>CuZn38Pb1</b>	CW607N	EN 12168	251
<b>CuZn36Pb2Sn1</b>	CW711R	EN 12168	252	<b>CuZn38Pb1</b>	CW607N	EN 12168	252
<b>CuZn36Pb3</b>	CW603N	EN 12164	226	<b>CuZn38Pb2</b>	CW608N	EN 1652	232
<b>CuZn36Pb3</b>	CW603N	EN 12164	242	<b>CuZn38Pb2</b>	CW608N	EN 12164	240
<b>CuZn36Pb3</b>	CW603N	EN 12166	226	<b>CuZn38Pb2</b>	CW608N	EN 12166	247
<b>CuZn36Pb3</b>	CW603N	EN 12166	247	<b>CuZn38Pb2</b>	CW608N	EN 12167	248
<b>CuZn36Pb3</b>	CW603N	EN 12167	226	<b>CuZn38Pb2</b>	CW608N	EN 12168	251
<b>CuZn36Pb3</b>	CW603N	EN 12167	248	<b>CuZn38Pb2</b>	CW608N	EN 12168	252
<b>CuZn36Pb3</b>	CW603N	EN 12168	226	<b>CuZn38Pb2</b>	CW608N	EN 12167	248
<b>CuZn36Pb3</b>	CW603N	EN 12168	251	<b>CuZn38Pb2</b>	CW608N	EN 12168	251
<b>CuZn36Pb3</b>	CW603N	EN 12168	252	<b>CuZn38Pb2</b>	CW608N	EN 12168	252
<b>CuZn36Pb3</b>	CW603N	EN 12449	226	<b>CuZn38Pb2</b>	CW608N	EN 12167	248
CuZn36Pb3	2.0375	1782	242	<b>CuZn38Pb2</b>	CW608N	EN 12164	240
CuZn36Pb3	2.0375	17671	252	<b>CuZn38Pb2</b>	CW609N	EN 12166	247
<b>CuZn36Sn1Pb</b>	CW712R	EN 12163	240	<b>CuZn38Pb2</b>	CW609N	EN 12166	247
<b>CuZn36Sn1Pb</b>	CW712R	EN 12166	247	<b>CuZn38Pb2</b>	CW609N	EN 12167	250
<b>CuZn36Sn1Pb</b>	CW712R	EN 12167	248	<b>CuZn38Pb2</b>	CW609N	EN 12168	251
<b>CuZn37</b>	CW508L	EN 1652	226	<b>CuZn38Pb2</b>	CW609N	EN 12168	252
<b>CuZn37</b>	CW508L	EN 1652	230	<b>CuZn38Sn1As</b>	CW717R	EN 1653	227
<b>CuZn37</b>	CW508L	EN 12163	226	<b>CuZn38Sn1As</b>	CW717R	EN 1653	232
<b>CuZn37</b>	CW508L	EN 12163	239	<b>CuZn38Sn1As</b>	CW717R	EN 12164	227
<b>CuZn37</b>	CW508L	EN 12165	226	<b>CuZn38Sn1As</b>	CW717R	EN 12168	227
<b>CuZn37</b>	CW508L	EN 12165	243	<b>CuZn38Sn1As</b>	CW717R	EN 12168	227
<b>CuZn37</b>	CW508L	EN 12166	226	<b>CuZn39Mn1AlPbSi</b>	CW718R	EN 12163	227
<b>CuZn37</b>	CW508L	EN 12166	248	<b>CuZn39Mn1AlPbSi</b>	CW718R	EN 12163	239
<b>CuZn37</b>	CW508L	EN 12167	226	<b>CuZn39Mn1AlPbSi</b>	CW718R	EN 12165	227
<b>CuZn37</b>	CW508L	EN 12167	249	<b>CuZn39Mn1AlPbSi</b>	CW718R	EN 12167	227
<b>CuZn37</b>	CW508L	EN 12449	226	<b>CuZn39Mn1AlPbSi</b>	CW718R	EN 12167	248
<b>CuZn37</b>	CW508L	EN 12449	264	<b>CuZn39Pb0,5</b>	CW610N	EN 1652	226
<b>CuZn37</b>	CW508L	EN 13148	236	<b>CuZn39Pb0,5</b>	CW610N	EN 1652	230
CuZn37	2.0321	17670	230	<b>CuZn39Pb0,5</b>	CW610N	EN 1653	226
CuZn37	2.0321	17671	264	<b>CuZn39Pb0,5</b>	CW610N	EN 1653	232
CuZn37	2.0321	17672	243	<b>CuZn39Pb0,5</b>	CW610N	EN 12164	226
CuZn37	2.0321	17677	248	<b>CuZn39Pb0,5</b>	CW610N	EN 12164	242
CuZn37	2.0321	17682	248	<b>CuZn39Pb0,5</b>	CW610N	EN 12165	226
<b>CuZn37Mn3Al2PbSi</b>	CW713R	EN 12164	227	<b>CuZn39Pb0,5</b>	CW610N	EN 12166	226
<b>CuZn37Mn3Al2PbSi</b>	CW713R	EN 12164	242	<b>CuZn39Pb0,5</b>	CW610N	EN 12166	226
<b>CuZn37Mn3Al2PbSi</b>	CW713R	EN 12165	227	<b>CuZn39Pb0,5</b>	CW610N	EN 12166	247
<b>CuZn37Mn3Al2PbSi</b>	CW713R	EN 12167	227	<b>CuZn39Pb0,5</b>	CW610N	EN 12167	226
<b>CuZn37Mn3Al2PbSi</b>	CW713R	EN 12167	248	<b>CuZn39Pb0,5</b>	CW610N	EN 12167	248
<b>CuZn37Mn3Al2PbSi</b>	CW713R	EN 12168	227	<b>CuZn39Pb0,5</b>	CW610N	17670	230
<b>CuZn37Mn3Al2PbSi</b>	CW713R	EN 12168	252	<b>CuZn39Pb0,5</b>	CW610N	2.0372	242
<b>CuZn37Mn3Al2PbSi</b>	CW713R	EN 12449	227	<b>CuZn39Pb0,5</b>	CW611N	EN 12167	248
<b>CuZn37Mn3Al2PbSi</b>	CW713R	EN 12449	255	<b>CuZn39Pb1</b>	CW611N	EN 12168	251
<b>CuZn37Pb0,5</b>	CW604N	EN 1652	227	<b>CuZn39Pb1</b>	CW611N	EN 12168	252
<b>CuZn37Pb0,5</b>	CW604N	EN 1652	230	<b>CuZn39Pb1</b>	CW612N	EN 1652	226
<b>CuZn37Pb0,5</b>	CW604N	EN 12449	227	<b>CuZn39Pb2</b>	CW612N	EN 1652	230
CuZn37Pb0,5	2.0332	17670	230	<b>CuZn39Pb2</b>	CW612N	EN 1652	232
				<b>CuZn39Pb2</b>	CW612N	EN 12164	226
				<b>CuZn39Pb2</b>	CW612N	EN 12164	242
				<b>CuZn39Pb2</b>	CW612N	EN 12165	226
				<b>CuZn39Pb2</b>	CW612N	EN 12166	226
				<b>CuZn39Pb2</b>	CW612N	EN 12166	247
				<b>CuZn39Pb2</b>	CW612N	EN 12167	226
				<b>CuZn39Pb2</b>	CW612N	EN 12167	248

Werkstoff	Werkstoffnr.	DIN	Seite	Werkstoff	Werkstoffnr.	DIN	Seite
<b>CuZn39Pb2</b>	CW612N	EN 12168	226	<b>CuZn43Pb1Al</b>	CW622N	EN 12167	248
<b>CuZn39Pb2</b>	CW612N	EN 12168	252	<b>CuZn43Pb2</b>	CW623N	EN 12164	226
CuZn39Pb2	2.0380	17670	230	<b>CuZn43Pb2</b>	CW623N	EN 12167	226
CuZn39Pb2	2.0380	1782	242	<b>CuZn43Pb2Al</b>	CW624N	EN 12167	248
<b>CuZn39Pb2Sn</b>	CW613N	EN 12167	248	<b>CuZn5</b>	CW500L	EN 1652	226
<b>CuZn39Pb3</b>	CW614N	EN 12164	226	<b>CuZn5</b>	CW500L	EN 1652	232
<b>CuZn39Pb3</b>	CW614N	EN 12164	242	<b>CuZn5</b>	CW500L	EN 12163	226
<b>CuZn39Pb3</b>	CW614N	EN 12165	226	<b>CuZn5</b>	CW500L	EN 12163	240
<b>CuZn39Pb3</b>	CW614N	EN 12166	226	<b>CuZn5</b>	CW500L	EN 12449	226
<b>CuZn39Pb3</b>	CW614N	EN 12167	226	<b>CuZn5</b>	CW500L	EN 13148	236
<b>CuZn39Pb3</b>	CW614N	EN 12167	250	<b>CuZr</b>	CW120C	EN 12163	225
<b>CuZn39Pb3</b>	CW614N	EN 12168	226	<b>CuZr</b>	CW120C	EN 12163	238
<b>CuZn39Pb3</b>	CW614N	EN 12168	251	<b>CuZr</b>	CW120C	EN 12165	225
<b>CuZn39Pb3</b>	CW614N	EN 12168	252	<b>CuZr</b>	CW120C	EN 12165	243
CuZn39Pb3	2.0410	1782	242	<b>CuZr</b>	CW120C	EN 12166	225
CuZn39Pb3	2.0410	17672	250	<b>CuZr</b>	CW120C	EN 12166	247
CuZn39Pb3	2.0410	17674	250	<b>CuZr</b>	CW120C	EN 12167	225
<b>CuZn39Sn1</b>	CW719R	EN 1653	232	<b>CuZr</b>	CW120C	EN 12167	248
<b>CuZn39Sn1</b>	CW719R	EN 12163	240	E1-Cu58	2.0061	1708	209
<b>CuZn39Sn1</b>	CW719R	EN 12167	248	E2-Cu58	2.0062	1708	209
<b>CuZn40</b>	CW509L	EN 1652	226	E-Cu 58	2.0065	40500	306
<b>CuZn40</b>	CW509L	EN 1652	232	<b>EN AW-Al 99,0</b>	EN AW-1200	EN 485-4	267
<b>CuZn40</b>	CW509L	EN 12163	226	<b>EN AW-Al 99,0</b>	EN AW-1200	EN 485-2	258
<b>CuZn40</b>	CW509L	EN 12163	239	<b>EN AW-Al 99,0</b>	EN AW-1200	EN 546-2	260
<b>CuZn40</b>	CW509L	EN 12165	226	<b>EN AW-Al 99,0</b>	EN AW-1200	EN 573-3	212
<b>CuZn40</b>	CW509L	EN 12165	243	<b>EN AW-Al 99,0</b>	EN AW-1200	EN 755-9	265
<b>CuZn40</b>	CW509L	EN 12167	226	<b>EN AW-Al 99,0</b>	EN AW-1200	EN 754-8	269
<b>CuZn40</b>	CW509L	EN 12167	249	<b>EN AW-Al 99,0</b>	EN AW-1200	EN 755-8	269
<b>CuZn40</b>	CW509L	EN 12449	226	<b>EN AW-Al 99,0</b>	EN AW-1200	EN 755-7	269
CuZn40	2.0360	17672	243	<b>EN AW-Al 99,0</b>	EN AW-1200	EN 755-5	265
CuZn40Al1	2.0561	17672	243	<b>EN AW-Al 99,0</b>	EN AW-1200	EN 754-2	260
CuZn40Al2	2.0550	1782	242	<b>EN AW-Al 99,5</b>	EN AW-1050A	EN 485-2	258
CuZn40Al2	2.0550	17671	253	<b>EN AW-Al 99,5</b>	EN AW-1050A	EN 546-2	260
CuZn40Al2	2.0550	17671	255	<b>EN AW-Al 99,5</b>	EN AW-1050A	EN 573-3	212
CuZn40Al2	2.0550	17672	243	<b>EN AW-Al 99,5</b>	EN AW-1050A	EN 755-9	265
CuZn40Mn1Pb	2.0508	17671	252	<b>EN AW-Al 99,5</b>	EN AW-1050A	EN 754-8	269
CuZn40Mn1Pb1	2.0580	1782	242	<b>EN AW-Al 99,5</b>	EN AW-1050A	EN 755-8	269
<b>CuZn40Mn1Pb1</b>	CW720R	EN 12164	227	<b>EN AW-Al 99,5</b>	EN AW-1050A	EN 755-7	269
<b>CuZn40Mn1Pb1</b>	CW720R	EN 12164	242	<b>EN AW-Al 99,5</b>	EN AW-1050A	EN 755-5	264
<b>CuZn40Mn1Pb1</b>	CW720R	EN 12165	227	<b>EN AW-Al 99,5</b>	EN AW-1050A	EN 754-2	260
<b>CuZn40Mn1Pb1</b>	CW720R	EN 12166	227	<b>EN AW-Al 99,5</b>	EN AW-1050A	EN 1301-2	261
<b>CuZn40Mn1Pb1</b>	CW720R	EN 12166	247	<b>EN AW-Al 99,5</b>	EN AW-1050A	EN 1386	267
<b>CuZn40Mn1Pb1</b>	CW720R	EN 12167	227	<b>EN AW-Al 99,5</b>	EN AW-1050A	EN 485-4	267
<b>CuZn40Mn1Pb1</b>	CW720R	EN 12167	248	<b>EN AW-Al 99,7</b>	EN AW-1070A	EN 485-4	267
<b>CuZn40Mn1Pb1</b>	CW720R	EN 12168	227	<b>EN AW-Al 99,7</b>	EN AW-1070A	EN 485-2	258
<b>CuZn40Mn1Pb1</b>	CW720R	EN 12168	252	<b>EN AW-Al 99,7</b>	EN AW-1070A	EN 573-3	212
<b>CuZn40Mn1Pb1AlFeSn</b>	CW721R	EN 12164	240	<b>EN AW-Al 99,7</b>	EN AW-1070A	EN 755-9	265
<b>CuZn40Mn1Pb1AlFeSn</b>	CW721R	EN 12165	243	<b>EN AW-Al 99,7</b>	EN AW-1070A	EN 755-7	269
<b>CuZn40Mn1Pb1AlFeSn</b>	CW721R	EN 12168	252	<b>EN AW-Al 99,7</b>	EN AW-1070A	EN 755-5	264
<b>CuZn40Mn1Pb1FeSn</b>	CW722R	EN 12164	240	<b>EN AW-Al 99,7</b>	EN AW-1070A	EN 755-2	260
<b>CuZn40Mn1Pb1FeSn</b>	CW722R	EN 12165	243	<b>EN AW-Al 99,7</b>	EN AW-1070A	EN 1301-2	261
<b>CuZn40Mn1Pb1FeSn</b>	CW722R	EN 12168	252	<b>EN AW-Al 99,8(A)</b>	EN AW-1080A	EN 485-4	267
<b>CuZn40Mn2Fe1</b>	CW723R	EN 12167	248	<b>EN AW-Al 99,8(A)</b>	EN AW-1080A	EN 485-2	258
<b>CuZn40Pb2</b>	CW617N	EN 12164	226	<b>EN AW-Al 99,8A</b>	EN AW-1080A	EN 1301-2	261
<b>CuZn40Pb2</b>	CW617N	EN 12165	226	<b>EN AW-Al Cu2,5Mg</b>	EN AW-2117	EN 1301-2	261
<b>CuZn40Pb2</b>	CW617N	EN 12166	226	<b>EN AW-Al Cu4Mg1</b>	EN AW-2024	EN 485-2	258
<b>CuZn40Pb2</b>	CW617N	EN 12166	247	<b>EN AW-Al Cu4Mg1</b>	EN AW-2024	EN 573-3	212
<b>CuZn40Pb2</b>	CW617N	EN 12167	226	<b>EN AW-Al Cu4Mg1</b>	EN AW-2024	EN 586-3	267
<b>CuZn40Pb2</b>	CW617N	EN 12167	250	<b>EN AW-Al Cu4Mg1</b>	EN AW-2024	EN 586-2	260
<b>CuZn40Pb2</b>	CW617N	EN 12168	226	<b>EN AW-Al Cu4Mg1</b>	EN AW-2024	EN 755-7	269
<b>CuZn40Pb2</b>	CW617N	EN 12168	251	<b>EN AW-Al Cu4Mg1</b>	EN AW-2024	EN 755-5	264
<b>CuZn40Pb2</b>	CW617N	EN 12168	252	<b>EN AW-Al Cu4Mg1</b>	EN AW-2024	EN 754-2	260
<b>CuZn40Pb2Al</b>	CW618N	EN 12167	248	<b>EN AW-Al Cu4Mg1</b>	EN AW-2024	EN 1301-2	261
<b>CuZn40Pb2Sn</b>	CW619N	EN 12164	240	<b>EN AW-Al Cu4MgSi(A)</b>	EN AW-2017A	EN 485-2	258
<b>CuZn41Pb1Al</b>	CW620N	EN 12167	248	<b>EN AW-Al Cu4MgSi(A)</b>	EN AW-2017A	EN 573-3	212
<b>CuZn42PbAl</b>	CW621N	EN 12167	248	<b>EN AW-Al Cu4MgSi(A)</b>	EN AW-2017A	EN 755-7	269



Werkstoff	Werkstoffnr.	DIN	Seite	Werkstoff	Werkstoffnr.	DIN	Seite
EN AW-AI Cu4MgSi(A)	EN AW-2017A	EN 755-5	264	EN AW-AI Mg1SiCu	EN AW-6061	EN 485-2	258
EN AW-AI Cu4MgSi(A)	EN AW-2017A	EN 754-2	260	EN AW-AI Mg1SiCu	EN AW-6061	EN 573-3	213
EN AW-AI Cu4MgSi(A)	EN AW-2017A	EN 1301-2	261	EN AW-AI Mg1SiCu	EN AW-6061	EN 754-8	269
EN AW-AI Cu4PbMg	EN AW-2030	EN 755-7	269	EN AW-AI Mg1SiCu	EN AW-6061	EN 754-2	260
EN AW-AI Cu4PbMg	EN AW-2030	EN 755-5	264	EN AW-AI Mg1SiCuMn	EN AW-6261	EN 755-8	269
EN AW-AI Cu4PbMg	EN AW-2030	EN 754-2	260	EN AW-AI Mg1SiCuMn	EN AW-6261	EN 755-7	269
EN AW-AI Cu4PbMgMn	EN AW-2007	EN 755-7	269	EN AW-AI Mg1SiCuMn	EN AW-6261	EN 755-5	264
EN AW-AI Cu4PbMgMn	EN AW-2007	EN 755-5	264	EN AW-AI Mg1SiCuMn	EN AW-6261	EN 755-2	260
EN AW-AI	EN AW-2007	EN 754-2	260	EN AW-AI Mg1SiCuMn	EN AW-6262	EN 754-8	269
Cu4PbMgMn				EN AW-AI Mg1SiPb	EN AW-6262	EN 755-8	269
EN AW-AI Cu4SiMg	EN AW-2014	EN 485-2	258	EN AW-AI Mg1SiPb	EN AW-6262	EN 755-7	269
EN AW-AI Cu4SiMg	EN AW-2014	EN 573-3	212	EN AW-AI Mg1SiPb	EN AW-6262	EN 755-5	264
EN AW-AI Cu4SiMg	EN AW-2014	EN 586-3	267	EN AW-AI Mg1SiPb	EN AW-6262	EN 754-2	260
EN AW-AI Cu4SiMg	EN AW-2014	EN 586-2	260	EN AW-AI Mg1SiPbMn	EN AW-6018	EN 754-8	269
EN AW-AI Cu4SiMg	EN AW-2014	EN 755-7	269	EN AW-AI Mg1SiPbMn	EN AW-6018	EN 755-8	269
EN AW-AI Cu4SiMg	EN AW-2014	EN 755-5	264	EN AW-AI Mg1SiPbMn	EN AW-6018	EN 755-7	269
EN AW-AI Cu4SiMg(A)	EN AW-2014	EN 754-2	260	EN AW-AI Mg1SiPbMn	EN AW-6018	EN 755-5	264
EN AW-AI Cu4SiMg(A)	EN AW-2014A	EN 754-2	260	EN AW-AI Mg1SiPbMn	EN AW-6018	EN 755-2	260
EN AW-AI Cu4SiMg(A)	EN AW-2014A	EN 1301-2	261	EN AW-AI Mg2	EN AW-5251	EN 485-2	258
EN AW-AI Cu4SiMg(A)	EN AW-2014A	EN 755-7	269	EN AW-AI Mg2	EN AW-5251	EN 573-3	213
EN AW-AI Cu4SiMg(A)	EN AW-2014A	EN 755-5	264	EN AW-AI Mg2	EN AW-5251	EN 754-8	269
EN AW-AI Cu6BiPb	EN AW-2011	EN 573-3	212	EN AW-AI Mg2	EN AW-5251	EN 755-8	269
EN AW-AI Cu6BiPb	EN AW-2011	EN 755-7	269	EN AW-AI Mg2	EN AW-5251	EN 755-2	260
EN AW-AI Cu6BiPb	EN AW-2011	EN 755-5	264	EN AW-AI Mg2	EN AW-5251	EN 754-2	260
EN AW-AI Cu6BiPb	EN AW-2011	EN 754-2	260	EN AW-AI Mg2(B)	EN AW-5051A	EN 754-8	269
EN AW-AI Cu6BiPb	EN AW-2011	EN 1301-2	261	EN AW-AI Mg2(B)	EN AW-5051A	EN 755-8	269
EN AW-AI Cu6BiPb(A)	EN AW-2011A	EN 755-7	269	EN AW-AI Mg2(B)	EN AW-5051A	EN 755-7	269
EN AW-AI Cu6BiPb(A)	EN AW-2011A	EN 755-5	264	EN AW-AI Mg2(B)	EN AW-5051A	EN 755-5	264
EN AW-AI Cu6BiPb(A)	EN AW-2011A	EN 754-2	260	EN AW-AI Mg2(B)	EN AW-5051A	EN 755-2	260
EN AW-AI Cu6BiPb(A)	EN AW-2011A	EN 754-2	260	EN AW-AI Mg2,5	EN AW-5052	EN 485-2	258
EN AW-AI Fe1,4Mn	EN AW-8006	EN 546-2	260	EN AW-AI Mg2,5	EN AW-5052	EN 573-3	213
EN AW-AI Fe1,5	EN AW-8021B	EN 546-2	260	EN AW-AI Mg2,5	EN AW-5052	EN 754-8	269
EN AW-AI Fe1,5Mn0,4	EN AW-8014	EN 546-2	260	EN AW-AI Mg2,5	EN AW-5052	EN 755-8	269
EN AW-AI Fe1Si	EN AW-8079	EN 546-2	260	EN AW-AI Mg2,5	EN AW-5052	EN 755-7	269
EN AW-AI FeSi(A)	EN AW-8011A	EN 485-4	267	EN AW-AI Mg2,5	EN AW-5052	EN 755-5	264
EN AW-AI FeSi(A)	EN AW-8011A	EN 485-2	260	EN AW-AI Mg2,5	EN AW-5052	EN 754-2	260
EN AW-AI FeSi(A)	EN AW-8011A	EN 573-3	213	EN AW-AI Mg2,5	EN AW-5052	EN 1386	267
EN AW-AI FeSi(A)	EN AW-8011A	EN 485-2	258	EN AW-AI Mg2,5	EN AW-5052	EN 485-2	258
EN AW-AI FeSi(B)	EN AW-8111	EN 546-2	260	EN AW-AI Mg2,5	EN AW-5052	EN 754-2	260
EN AW-AI Mg0,7Si	EN AW-6063	EN 573-3	213	EN AW-AI Mg2,5	EN AW-5052	EN 755-2	260
EN AW-AI Mg0,7Si	EN AW-6063	EN 755-9	265	EN AW-AI Mg2Mn0,8	EN AW-5049	EN 485-2	258
EN AW-AI Mg0,7Si	EN AW-6063	EN 755-9	265	EN AW-AI Mg2Mn0,8(B)	EN AW-5449	EN 485-2	258
EN AW-AI Mg0,7Si	EN AW-6063	EN 754-8	269	EN AW-AI Mg3	EN AW-5754	EN 485-2	258
EN AW-AI Mg0,7Si	EN AW-6063	EN 755-8	269	EN AW-AI Mg3	EN AW-5754	EN 573-3	213
EN AW-AI Mg0,7Si	EN AW-6063	EN 755-5	264	EN AW-AI Mg3	EN AW-5754	EN 586-3	267
EN AW-AI Mg0,7Si	EN AW-6063	EN 754-2	260	EN AW-AI Mg3	EN AW-5754	EN 755-7	269
EN AW-AI Mg0,7Si(A)	EN AW-6063A	EN 755-9	265	EN AW-AI Mg3	EN AW-5754	EN 755-5	264
EN AW-AI Mg0,7Si(A)	EN AW-6063A	EN 754-8	269	EN AW-AI Mg3	EN AW-5754	EN 754-2	260
EN AW-AI Mg0,7Si(A)	EN AW-6063A	EN 755-8	269	EN AW-AI Mg3	EN AW-5754	EN 755-2	260
EN AW-AI Mg0,7Si(A)	EN AW-6063A	EN 755-7	269	EN AW-AI Mg3	EN AW-5754	EN 1301-2	261
EN AW-AI Mg0,7Si(A)	EN AW-6063A	EN 755-5	264	EN AW-AI Mg3	EN AW-5754	EN 1386	267
EN AW-AI Mg0,7Si(A)	EN AW-6063A	EN 754-2	260	EN AW-AI Mg3	EN AW-5754	EN 485-2	258
EN AW-AI Mg0,7Si(B)	EN AW-6463	EN 755-9	265	EN AW-AI Mg3,5(A)	EN AW-5154A	EN 485-2	258
EN AW-AI Mg0,7Si(B)	EN AW-6463	EN 754-8	269	EN AW-AI Mg3,5(A)	EN AW-5154A	EN 755-7	269
EN AW-AI Mg0,7Si(B)	EN AW-6463	EN 755-8	269	EN AW-AI Mg3,5(A)	EN AW-5154A	EN 755-5	264
EN AW-AI Mg0,7Si(B)	EN AW-6463	EN 755-5	264	EN AW-AI Mg3,5(A)	EN AW-5154A	EN 754-2	260
EN AW-AI Mg0,7Si(B)	EN AW-6463	EN 755-2	260	EN AW-AI Mg3Mn	EN AW-5454	EN 573-3	213
EN AW-AI Mg0,7Si(B)	EN AW-6463	EN 755-2	260	EN AW-AI Mg3Mn	EN AW-5454	EN 755-7	269
EN AW-AI Mg1(B)	EN AW-5005	EN 485-4	267	EN AW-AI Mg3Mn	EN AW-5454	EN 755-5	264
EN AW-AI Mg1(B)	EN AW-5005	EN 573-3	213	EN AW-AI Mg4	EN AW-5086	EN 485-2	258
EN AW-AI Mg1(B)	EN AW-5005	EN 755-9	265	EN AW-AI Mg4	EN AW-5086	EN 573-3	213
EN AW-AI Mg1(B)	EN AW-5005	EN 754-8	269	EN AW-AI Mg4	EN AW-5086	EN 755-7	269
EN AW-AI Mg1(B)	EN AW-5005	EN 755-8	269	EN AW-AI Mg4	EN AW-5086	EN 755-5	264
EN AW-AI Mg1(B)	EN AW-5005	EN 755-7	269	EN AW-AI Mg4	EN AW-5086	EN 754-2	260
EN AW-AI Mg1(B)	EN AW-5005	EN 755-5	264	EN AW-AI Mg4	EN AW-5086	EN 1386	267
EN AW-AI Mg1(B)	EN AW-5005	EN 754-2	260	EN AW-AI Mg4,5Mn0,4	EN AW-5182	EN 485-2	258
EN AW-AI Mg1,5(C)	EN AW-5050	EN 485-4	267	EN AW-AI Mg4,5Mn0,7	EN AW-5083	EN 485-2	258
EN AW-AI Mg1,5(C)	EN AW-5050	EN 485-2	258	EN AW-AI Mg4,5Mn0,7	EN AW-5083	EN 586-3	267
EN AW-AI Mg1,5Mn	EN AW-5040	EN 485-2	258	EN AW-AI Mg4,5Mn0,7	EN AW-5083	EN 586-2	260

Werkstoff	Werkstoffnr.	DIN	Seite	Werkstoff	Werkstoffnr.	DIN	Seite
EN AW-Al Mg4,5Mn0,7	EN AW-5083	EN 755-7	269	EN AW-Al Si0,9MgMn	EN AW-6081	EN 754-8	269
EN AW-Al Mg4,5Mn0,7	EN AW-5083	EN 755-5	264	EN AW-Al Si0,9MgMn	EN AW-6081	EN 755-8	269
EN AW-Al Mg4,5Mn0,7	EN AW-5083	EN 754-2	260	EN AW-Al Si0,9MgMn	EN AW-6081	EN 755-7	269
EN AW-Al Mg4,5Mn0,7	EN AW-5083	EN 1386	267	EN AW-Al Si0,9MgMn	EN AW-6081	EN 755-5	264
EN AW-Al Mg4,5Mn0,7(A)	EN AW-5183	EN 573-3	213	EN AW-Al Si0,9MgMn	EN AW-6081	EN 755-2	260
EN AW-Al Mg4,5Mn0,7(A)	EN AW-5183	EN 573-3	213	EN AW-Al Si1,2Mg0,4	EN AW-6016	EN 485-2	258
EN AW-Al Mg4,5Mn0,9	EN AW-5383	EN 485-2	258	EN AW-Al Si1,5Mn	EN AW-4007	EN 485-4	267
EN AW-Al Mg5	EN AW-5019	EN 573-3	213	EN AW-Al Si1,5Mn	EN AW-4007	EN 485-2	258
EN AW-Al Mg5	EN AW-5019	EN 755-7	269	EN AW-Al Si1,5Mn	EN AW-4007	EN 573-3	212
EN AW-Al Mg5	EN AW-5019	EN 755-5	264	EN AW-Al Si1Fe	EN AW-4006	EN 485-4	267
EN AW-Al Mg5	EN AW-5019	EN 754-2	260	EN AW-Al Si1Fe	EN AW-4006	EN 485-2	258
EN AW-Al Mg5	EN AW-5019	EN 1301-2	261	EN AW-Al Si1Fe	EN AW-4006	EN 573-3	212
EN AW-Al MgSi	EN AW-6060	EN 573-3	213	EN AW-Al Si1MgMn	EN AW-6082	EN 485-2	258
EN AW-Al MgSi	EN AW-6060	EN 755-9	265	EN AW-Al Si1MgMn	EN AW-6082	EN 573-3	213
EN AW-Al MgSi	EN AW-6060	EN 755-8	269	EN AW-Al Si1MgMn	EN AW-6082	EN 586-3	267
EN AW-Al MgSi	EN AW-6060	EN 755-5	264	EN AW-Al Si1MgMn	EN AW-6082	EN 586-2	260
EN AW-Al MgSi	EN AW-6060	EN 754-2	260	EN AW-Al Si1MgMn	EN AW-6082	EN 1386	267
EN AW-Al MgSi(A)	EN AW-6101A	EN 755-9	265	EN AW-Al Si2Mn	EN AW-4015	EN 485-2	258
EN AW-Al MgSi(A)	EN AW-6101A	EN 754-8	269	EN AW-Al SiMg	EN AW-6005	EN 755-9	265
EN AW-Al MgSi(A)	EN AW-6101A	EN 755-8	269	EN AW-Al SiMg	EN AW-6005	EN 754-8	269
EN AW-Al MgSi(A)	EN AW-6101A	EN 755-7	269	EN AW-Al SiMg	EN AW-6005	EN 755-8	269
EN AW-Al MgSi(A)	EN AW-6101A	EN 755-5	264	EN AW-Al SiMg	EN AW-6005	EN 755-7	269
EN AW-Al MgSi(A)	EN AW-6101A	EN 755-2	260	EN AW-Al SiMg	EN AW-6005	EN 755-5	264
EN AW-Al MgSi(B)	EN AW-6101B	EN 755-9	265	EN AW-Al SiMg	EN AW-6005	EN 755-2	260
EN AW-Al MgSi(B)	EN AW-6101B	EN 754-8	269	EN AW-Al SiMg(A)	EN AW-6005A	EN 755-9	265
EN AW-Al MgSi(B)	EN AW-6101B	EN 755-8	269	EN AW-Al SiMg(A)	EN AW-6005A	EN 754-8	269
EN AW-Al MgSi(B)	EN AW-6101B	EN 755-7	269	EN AW-Al SiMg(A)	EN AW-6005A	EN 755-8	269
EN AW-Al MgSi(B)	EN AW-6101B	EN 755-5	264	EN AW-Al SiMg(A)	EN AW-6005A	EN 755-7	269
EN AW-Al MgSi(B)	EN AW-6101B	EN 755-2	260	EN AW-Al SiMg(A)	EN AW-6005A	EN 755-5	264
EN AW-Al MgSiMn	EN AW-6106	EN 755-9	265	EN AW-Al SiMg(A)	EN AW-6005A	EN 755-2	260
EN AW-Al MgSiMn	EN AW-6106	EN 755-7	269	EN AW-Al SiMg0,5Mn	EN AW-6351	EN 754-8	269
EN AW-Al MgSiMn	EN AW-6106	EN 755-5	264	EN AW-Al SiMg0,5Mn	EN AW-6351	EN 755-8	269
EN AW-Al MgSiMn	EN AW-6106	EN 755-2	260	EN AW-Al SiMg0,5Mn	EN AW-6351	EN 755-7	269
EN AW-Al MgSiPb	EN AW-6012	EN 754-8	269	EN AW-Al SiMg0,5Mn	EN AW-6351	EN 755-5	264
EN AW-Al MgSiPb	EN AW-6012	EN 755-8	269	EN AW-Al SiMg0,5Mn	EN AW-6351	EN 755-2	260
EN AW-Al MgSiPb	EN AW-6012	EN 755-7	269	EN AW-Al SiMgMn	EN AW-6082	EN 754-8	269
EN AW-Al MgSiPb	EN AW-6012	EN 755-5	264	EN AW-Al SiMgMn	EN AW-6082	EN 755-8	269
EN AW-Al MgSiPb	EN AW-6012	EN 754-2	260	EN AW-Al SiMgMn	EN AW-6082	EN 755-7	269
EN AW-Al Mn0,5Mg0,5	EN AW-3105	EN 485-4	267	EN AW-Al SiMgMn	EN AW-6082	EN 755-5	264
EN AW-Al Mn0,5Mg0,5	EN AW-3105	EN 485-2	258	EN AW-Al SiMgMn	EN AW-6082	EN 754-2	260
EN AW-Al Mn1	EN AW-3103	EN 485-4	267	EN AW-Al SiMgMn	EN AW-6082	EN 755-9	265
EN AW-Al Mn1	EN AW-3103	EN 485-2	258	EN AW-Al SiMgV	EN AW-6008	EN 755-9	265
EN AW-Al Mn1	EN AW-3103	EN 573-3	212	EN AW-Al Zn4,5Mg1	EN AW-7020	EN 485-2	258
EN AW-Al Mn1	EN AW-3103	EN 755-9	265	EN AW-Al Zn4,5Mg1	EN AW-7020	EN 573-3	213
EN AW-Al Mn1	EN AW-3103	EN 754-8	269	EN AW-Al Zn4,5Mg1	EN AW-7020	EN 754-8	269
EN AW-Al Mn1	EN AW-3103	EN 755-8	269	EN AW-Al Zn4,5Mg1	EN AW-7020	EN 755-8	269
EN AW-Al Mn1	EN AW-3103	EN 755-7	269	EN AW-Al Zn4,5Mg1	EN AW-7020	EN 755-7	269
EN AW-Al Mn1	EN AW-3103	EN 755-5	264	EN AW-Al Zn4,5Mg1	EN AW-7020	EN 755-5	264
EN AW-Al Mn1	EN AW-3103	EN 754-2	260	EN AW-Al Zn4,5Mg1	EN AW-7020	EN 754-2	260
EN AW-Al Mn1	EN AW-3103	EN 1301-2	261	EN AW-Al Zn4,5Mg1	EN AW-7020	EN 1386	267
EN AW-Al Mn1	EN AW-3103	EN 1386	267	EN AW-Al Zn4,5Mg1	EN AW-7005	EN 754-8	269
EN AW-Al Mn1(B)	EN AW-5005	EN 485-2	258	Zn4,5Mg1,5Mn	EN AW-7005	EN 755-8	269
EN AW-Al Mn1Cu	EN AW-3003	EN 485-4	267	EN AW-Al Zn4,5Mg1,5Mn	EN AW-7005	EN 755-7	269
EN AW-Al Mn1Cu	EN AW-3003	EN 485-2	258	EN AW-Al Zn4,5Mg1,5Mn	EN AW-7005	EN 755-5	264
EN AW-Al Mn1Cu	EN AW-3003	EN 573-3	212	EN AW-Al Zn4,5Mg1,5Mn	EN AW-7005	EN 755-2	260
EN AW-Al Mn1Cu	EN AW-3003	EN 755-9	265	EN AW-Al Zn4,5Mg1,5Mn	EN AW-7005	EN 755-5	264
EN AW-Al Mn1Cu	EN AW-3003	EN 754-8	269	EN AW-Al Zn4,5Mg1,5Mn	EN AW-7005	EN 755-2	260
EN AW-Al Mn1Cu	EN AW-3003	EN 755-8	269	EN AW-Al Zn4,5Mg1,5Mn	EN AW-7005	EN 755-2	260
EN AW-Al Mn1Cu	EN AW-3003	EN 755-7	269	EN AW-Al Zn4,5Mg1,5Mn	EN AW-7005	EN 755-2	260
EN AW-Al Mn1Cu	EN AW-3003	EN 755-5	264	EN AW-Al Zn5Mg3Cu	EN AW-7022	EN 485-2	258
EN AW-Al Mn1Cu	EN AW-3003	EN 754-2	260	EN AW-Al Zn5Mg3Cu	EN AW-7022	EN 755-7	269
EN AW-Al Mn1Cu	EN AW-3003	EN 1301-2	261	EN AW-Al Zn5Mg3Cu	EN AW-7022	EN 755-5	264
EN AW-Al Mn1Cu	EN AW-3003	EN 1386	267	EN AW-Al Zn5Mg3Cu	EN AW-7022	EN 754-2	260
EN AW-Al Mn1Mg0,5	EN AW-3005	EN 485-4	267	EN AW-Al Zn5Mg3Cu	EN AW-7021	EN 485-2	258
EN AW-Al Mn1Mg0,5	EN AW-3005	EN 485-2	258	EN AW-Al Zn5,5Mg1,5	EN AW-7075	EN 485-2	258
EN AW-Al Mn1Mg0,5	EN AW-3005	EN 573-3	212	EN AW-Al Zn5,5MgCu	EN AW-7075	EN 573-3	213
EN AW-Al Mn1Mg1	EN AW-3004	EN 485-2	258	EN AW-Al Zn5,5MgCu	EN AW-7075	EN 573-3	213

Werkstoff	Werkstoffnr.	DIN	Seite	Werkstoff	Werkstoffnr.	DIN	Seite
EN AW-Al Zn5,5MgCu	EN AW-7075	EN 586-3	267	EN-MB99,95-B	EN-MB10031	EN 12421	209
EN AW-Al Zn5,5MgCu	EN AW-7075	EN 586-2	260	F-Cu	2.0080	1708	209
EN AW-Al Zn5,5MgCu	EN AW-7075	EN 755-7	269	FeB12C	0.4812	17567	216
EN AW-Al Zn5,5MgCu	EN AW-7075	EN 755-5	264	FeB17C	0.4817	17567	216
EN AW-Al Zn5,5MgCu	EN AW-7075	EN 754-2	260	FeB18	0.4818	17567	216
EN AW-Al Zn5,5MgCu	EN AW-7075	EN 1301-2	261	FeMo60S0,10	0.4261	17561	216
EN AW-Al Zn6Mg0,8Zr	EN AW-7003	EN 754-8	269	FeMo60S0,15	0.4262	17561	216
EN AW-Al Zn6Mg0,8Zr	EN AW-7003	EN 755-8	269	FeMo70S0,10	0.4269	17561	216
EN AW-Al Zn6Mg0,8Zr	EN AW-7003	EN 755-7	269	FeMo70S0,15	0.4270	17561	216
EN AW-Al Zn6Mg0,8Zr	EN AW-7003	EN 755-5	264	FeNb63	0.4740	17569	216
EN AW-Al Zn6Mg0,8Zr	EN AW-7003	EN 755-2	260	FeNb66	0.4745	17569	216
EN AW-Al Zn8MgCu	EN AW-7049A	EN 755-7	269	FeSi75Al1	0.3373	17560-1	216
EN AW-Al Zn8MgCu	EN AW-7049A	EN 755-5	264	FeSi75Al1,5	0.3374	17560-1	216
EN AW-Al Zn8MgCu	EN AW-7049A	EN 754-2	260	FeSi75Al2	0.3378	17560-1	216
EN AW-EAI 99,5	EN AW-1350	EN 573-3	212	FeSi90Al1	0.3391	17560-1	216
EN AW-EAI 99,5	EN AW-1350	EN 755-9	265	FeSi90Al2,5	0.3390	17560-1	216
EN AW-EAI 99,5	EN AW-1350	EN 754-8	269	FeV40	0.4704	17563	216
EN AW-EAI 99,5	EN AW-1350	EN 755-8	269	FeV60	0.4706	17563	216
EN AW-EAI 99,5	EN AW-1350	EN 755-7	269	FeV80	0.4708	17563	216
EN AW-EAI 99,5	EN AW-1350	EN 755-5	264	FeW80	0.4380	17562	216
EN AW-EAI 99,5	EN AW-1350	EN 755-2	260	H-Ni99	2.4025	1701	208
EN AW-EAI 99,5	EN AW-1350-F	EN 14121	308	H-Ni99,5	2.4022	1701	208
EN AW-EAI 99,5	EN AW-1350-O	EN 14121	308	H-Ni99,90	2.4021	1701	208
EN AW-EAI 99,5	EN AW-1350-H111	EN 14121	308	H-Ni99,92	2.4019	1701	208
EN AW-EAI 99,5	EN AW-1350-H19	EN 14121	308	H-Ni99,95	2.4017	1701	208
EN AW-EAI 99,5	EN AW-1350-H24	EN 14121	308	H-Ni99,96	2.4011	1701	208
EN AW-EAI 99,5	EN AW-1350-H26	EN 14121	308	KE-Cu	2.0050	1708	210
EN AW-EAI 99,5	EN AW-1350-H28	EN 14121	308	LC-Ni99	2.4068	17740	214
EN AW-EAI 99,5	EN AW-1350-H111	40501-2	309	LC-Ni99,6	2.4061	17740	214
EN AW-EAI 99,5	EN AW-1350-H112	40501-2	309	LC-NiCr15Fe	2.4817	17742	214
EN AW-EAI 99,5	EN AW-1350-H14	40501-2	309	LC-NiCu30Fe	2.4361	17743	214
EN AW-EAI 99,5(A)	EN AW-1350A-F	EN 14121	308	MgAl3Zn	3.5312	1729	214
EN AW-EAI 99,5(A)	EN AW-1350A-O	EN 14121	308	MgAl3Zn F24	3.5312.08	9715	261
EN AW-EAI 99,5(A)	EN AW-1350A-H111	EN 14121	308	MgAl3Zn F24	3.5312.08	9715	262
EN AW-EAI 99,5(A)	EN AW-1350A-H19	EN 14121	308	MgAl6Zn	3.5612	1729	214
EN AW-EAI 99,5(A)	EN AW-1350A-H24	EN 14121	308	MgAl6Zn F27	3.5612.08	9715	261
EN AW-EAI 99,5(A)	EN AW-1350A-H26	EN 14121	308	MgAl6Zn F27	3.5612.08	9715	262
EN AW-EAI 99,5(A)	EN AW-1350A-H28	EN 14121	308	MgAl8Zn	3.5812	1729	214
EN AW-EAI 99,5(A)	EN AW-1350A-O	40501-2	309	MgAl8Zn F25	3.5612.08	9715	262
EN AW-EAI 99,5(A)	EN AW-6201	EN 573-3	213	MgAl8Zn F27	3.5812.08	9715	262
EN AW-EAI MgSi	EN AW-6101	EN 573-3	213	MgAl8Zn F29	3.5812.08	9715	262
EN AW-EAI MgSi(B)	EN	40501-2	309	MgAl8Zn F31	3.5812.66	9715	262
EN AW-EAI MgSi(B)	AW-6101B-T6	40501-2	309	MgMn2	3.5200	1729	214
EN-MB99,5	EN-MB10010	EN 12421	209	MgMn2 F20	3.5200.08	9715	261
EN-MB99,80-A	EN-MB10020	EN 12421	209	MgMn2 F22	3.5200.08	9715	261
EN-MB99,80-B	EN-MB10021	EN 12421	209	Ni 30	1.3903	17745	215
EN-MB99,95-A	EN-MB10030	EN 12421	209	Ni 36 <sup>1)</sup>	1.3910	17745	215
				Ni 36 <sup>1)</sup>	1.3912	17745	215
				Ni 38	1.3913	17745	215
				Ni 40	1.3909	17745	215
				Ni 42	1.3917	17745	215
				Ni 46	1.3920	17745	215
				Ni 48	1.3922	17745	215
				Ni99,2	2.4066	17740	214
				Ni99,6	2.4060	17740	214
				NiCo 28 23	1.3982	17745	215
				NiCo 29 18	1.3981	17745	215
				NiCu30FeS	2.4363	17743	214
				NiCr 42 6	1.3946	17745	215
				NiCr15Fe	2.4816	17742	214
				NiCr20AlSi	2.4872	17471	318
				NiCr20AlSi	2.4872	17742	214
				NiCr20Ti	2.4951	17742	214
				NiCr20TiAl	2.4952	17742	214

<sup>1)</sup> Der Werkstoff wird mit zwei Werkstoffnummern geführt, s. Einführung in das Kapitel

Werkstoff	Werkstoffnr.	DIN	Seite	Werkstoff	Werkstoffnr.	DIN	Seite
NiCr23Fe	2.4851	17742	214	Ti1Pd	3.7225	17860	262
NiCr25FeAlY	2.4633	17742	214	Ti1Pd	3.7225	17862	262
NiCr25FeAlYC	2.4647	17742	214	Ti1Pd	3.7225	17864	262
NiCr28FeSiCe	2.4889	17742	214	Ti2	3.7035	17850	211
NiCr29Fe	2.4642	17742	214	Ti2	3.7035	17860	262
NiCr30 20	1.4860	17470	317	Ti2	3.7035	17862	262
NiCr6015	2.4867	17470	317	Ti2	3.7035	17864	262
NiCr6015	2.4867	17742	214	Ti2Pd	3.7235	17851	215
NiCr7030	2.4658	17470	317	Ti2Pd	3.7235	17860	262
NiCr7030	2.4658	17742	214	Ti2Pd	3.7235	17862	262
NiCr8020	2.4869	17470	317	Ti2Pd	3.7235	17864	262
NiCr8020	2.4869	17471	318	Ti3	3.7055	17850	211
NiCr8020	2.4869	17742	214	Ti3	3.7055	17860	262
NiCu30Al	2.4375	17743	214	Ti3	3.7055	17862	262
NiCu30Fe	2.4360	17743	214	Ti3	3.7055	17864	262
NiFe15Mo	2.4545	17745	215	Ti3Pd	3.7255	17851	215
NiFe16CuCr	2.4501	17745	215	Ti3Pd	3.7255	17860	262
NiFe16CuMo	2.4530	17745	215	Ti3Pd	3.7255	17860	262
NiFe44	2.4420	17745	215	Ti3Pd	3.7255	17862	262
NiFe45	2.4472	17745	215	Ti3Pd	3.7255	17864	262
NiFe46	2.4475	17745	215	Ti3Pd	3.7255	17864	262
NiFe47	2.4478	17745	215	Ti4	3.7065	17850	211
NiFe47Cr6	2.4486	17745	215	Ti4	3.7065	17862	262
NiFe48Cr	2.4480	17745	215	TiAl5Fe2,5	3.7110	17851	215
OF-Cu	2.0040	1708	209	TiAl5Fe2,5	3.7110	17860	262
OF-Cu	2.0040	40500	306	TiAl5Fe2,5	3.7110	17862	262
Pb99,94Cu	2.3035	59610	268	TiAl5Fe2,5	3.7110	17864	262
Pb99,97	2.3025	1719	211	TiAl3V2,5	3.7195	17851	215
Pb99,985	2.3020	1719	211	TiAl3V2,5	3.7195	17862	262
Pb99,94Cu	2.3035	17640-1	212	TiAl4Mo4Sn2	3.7185	17851	215
Pb99,985Cu	2.3021	17640-1	212	TiAl4Mo4Sn2	3.7185	17860	262
Pb99,9	2.3010	1719	211	TiAl4Mo4Sn2	3.7185.7	17862	262
Pb99,94	2.3030	1719	211	TiAl4Mo4Sn2	3.7185.7	17864	262
Pb99,985Cu	2.3021	59610	268	TiAl5Sn2,5	3.7115	17851	215
PbCu	2.3131	17640-2	211	TiAl5Sn2,5	3.7115	17860	262
PbSb0,5	2.3136	17640-1	212	TiAl5Sn2,5	3.7115	17862	262
PbSb0,5	2.3136	59610	268	TiAl5Sn2,5	3.7115	17864	262
PbSb0,5Cu	2.3133	17640-2	211	TiAl6Sn2Zr4Mo2Si	3.7145	17851	215
PbTe	2.3140	17640-2	211	TiAl6Sn2Zr4Mo2Si	3.7145.7	17862	262
PbTeCu	2.3139	17640-2	211	TiAl6Sn2Zr4Mo2Si	3.7145.7	17864	262
RNi 8	1.3927	17745	215	TiAl6V4	3.7165	17860	262
RNi 12	1.3926	17745	215	TiAl6V4	3.7165	17862	262
RNi 24	1.3911	17745	215	TiAl6V4	3.7165	17864	262
SE-Cu	2.0070	1708	210	TiAl6V4	3.7165.1	17862	263
SE-Cu	2.0070	40500	306	TiAl6V4	3.7165.7	17862	263
SF Cu	2.0090	1652	231	TiAl6V4	3.7165.1	17864	263
SF Cu	2.0090	1708	210	TiAl6V4	3.7165.7	17864	263
SF Cu	2.0090	1782	237	TiAl6V4	3.7165	17851	215
SF Cu	2.0090	1785	257	TiAl6V6Sn2	3.7175	17851	215
SF Cu	2.0090	17671	253	TiAl6V6Sn2	3.7175	17860	262
SF Cu	2.0090	17677	244	TiAl6V6Sn2	3.7175	17862	262
SF Cu	2.0090	17682	244	TiAl6V6Sn2	3.7175	17864	262
Si97	0.3396	17560-2	216	TiAl6Zr5Mo0,5Si	3.7155	17851	215
Si98	0.3397	17560-2	216	TiAl6Zr5Mo0,5Si	3.7155.7	17864	262
Si99	0.3399	17560-2	216	TiNi0,8Mo0,3	3.7105	17851	215
Sn99,85	–	EN 610	208	TiNi0,8Mo0,3	3.7105	17860	262
Sn99,90	–	EN 610	208	TiNi0,8Mo0,3	3.7105	17862	262
Sn99,93	–	EN 610	208	TiNi0,8Mo0,3	3.7105	17864	262
Sn99,95	–	EN 610	208	Z1	–	EN 1179	209
Sn99,99	–	EN 610	208	Z2	–	EN 1179	209
SW-Cu	2.0076	1652	231	Z3	–	EN 1179	209
SW-Cu	2.0076	1708	210	Z4	–	EN 1179	209
SW-Cu	2.0076	40500	306	Z5	–	EN 1179	209
Ti1	3.7025	17850	211	<b>Nichteisenmetalle, Gusslegierungen</b>			
Ti1	3.7025	17860	262	Cu-C	CC040 Sorte C	EN 1982	217
Ti1	3.7025	17862	262	Cu-C	CC040 Sorte B	EN 1982	217
Ti1	3.7025	17864	262				
Ti1Pd	3.7225	17851	215				

Werkstoff	Werkstoffnr.	DIN	Seite	Werkstoff	Werkstoffnr.	DIN	Seite
Cu-C	CC040 Sorte A	EN 1982	217	G-AlMg5	3.3561	1725-2	221
Cu-C	CC040A	EN 1982	217	G-AlMg5Si	3.3261	1725-2	221
CuAl10Fe2-C	CC331G	EN 1982	218	G-AlSi6Cu4	3.2151	1725-2	221
CuAl11Fe6Ni6-C	CC334G	EN 1982	218	G-AlSi7Mg	3.2371	1725-2	220
CuCr1-C	CC140C	EN 1982	217	G-AlSi9Cu3	3.2163	1725-2	221
CuMn11Al8Fe3Ni3-C	CC212E	EN 1982	218	G-AlSi9Mg	3.2373	1725-2	220
CuNi10Fe1Mn1-C	CC380H	EN 1982	218	G-AlSi10Mg	3.2381	1725-2	220
CuNi30Fe1Mn1NbSi-C	CC383H	EN 1982	218	G-AlSi10Mg(Cu)	3.2383	1725-2	220
CuSn3Zn8Pb5-C	CC490K	EN 1982	218	G-AlSi11	3.2211	1725-2	221
CuSn5Pb20-C	CC497K	EN 1982	218	G-AlSi12	3.2581	1725-2	221
CuSn10Pb10-C	CC496K	EN 1982	218	G-AlSi12(Cu)	3.2583	1725-2	221
CuSn11Pb2-C	CC482K	EN 1982	217	<b>GB-Pb80SbSn</b>	2.3353	17640-1	211
CuSn12-C	CC483K	EN 1982	217	<b>GB-Pb85SbSn</b>	2.3352	17640-1	211
CuZn15As-C	CC760S	EN 1982	217	<b>GB-PbSb12</b>	2.3212	17640-1	211
CuZn25Al5Mn4Fe3-C	CC762S	EN 1982	217	<b>GB-PbSb2</b>	2.3219	17640-1	211
CuZn33Pb2-C	CC750S	EN 1982	217	<b>GB-PbSb4</b>	2.3207	17640-1	211
CuZn39Pb1Al-C	CC754S	EN 1982	217	<b>GB-PbSb8</b>	2.3208	17640-1	211
EN AC-Al Cu4MgTi	EN AC-21000	EN 1706	219	<b>GB-PbSb10</b>	2.3221	17640-1	211
EN AC-Al Cu4Ti	EN AC-21100	EN 1706	219	<b>GB-PbSn2</b>	2.3220	17640-1	211
EN AC-Al Mg3(a)	EN AC-51100	EN 1706	219	GC-CuAl10Ni	2.0975.04	1714	218
EN AC-Al Si5Cu3Mg	EN AC-45100	EN 1706	219	GC-CuPb10Sn	2.1176.04	1716	218
EN AC-Al Mg3(b)	EN AC-51000	EN 1706	219	GC-CuPb15Sn	2.1182.04	1716	218
EN AC-Al Mg5	EN AC-51300	EN 1706	219	GC-CuSn12	2.1052.04	1705	217
EN AC-Al Mg5(Si)	EN AC-51400	EN 1706	219	GC-CuSn12Pb	2.1061.04	1705	217
EN AC-Al Mg9	EN AC-51200	EN 1706	219	G-Cu L35	2.0109.01	17655	217
EN AC-Al Si2MgTi	EN AC-41000	EN 1706	219	G-Cu L45	2.0082.01	17655	217
EN AC-Al Si5Cu1Mg	EN AC-45300	EN 1706	219	G-Cu L50	2.0085.01	17655	217
EN AC-Al Si5Cu3	EN AC-45400	EN 1706	219	G-CuAl10Fe	2.0940.01	1714	218
EN AC-Al Si5Cu3Mn	EN AC-45200	EN 1706	219	G-CuAl11Ni	2.0980.01	1714	218
EN AC-Al Si6Cu4	EN AC-45000	EN 1706	219	G-CuCr F35	2.1292.91	17655	217
EN AC-Al Si7Cu2	EN AC-46600	EN 1706	219	G-CuNi10	2.0815.01	17658	218
EN AC-Al Si7Cu3Mg	EN AC-46300	EN 1706	219	G-CuNi30	2.0835.01	17658	218
EN AC-Al Si7Mg	EN AC-42000	EN 1706	219	G-CuPb10Sn	2.1176.01	1716	218
EN AC-Al Si7Mg0,3	EN AC-42100	EN 1706	219	G-CuPb15Sn	2.1182.01	1716	218
EN AC-Al Si7Mg0,6	EN AC-42200	EN 1706	219	G-CuPb20Sn	2.1188.01	1716	218
EN AC-Al Si8Cu3	EN AC-46200	EN 1706	219	G-CuSn2ZnPb	2.1098.01	1716	218
EN AC-Al Si9	EN AC-44400	EN 1706	219	G-CuSn12	2.1052.01	1705	217
EN AC-Al Si9Cu1Mg	EN AC-46400	EN 1706	219	G-CuSn12Pb	2.1061.01	1705	217
EN AC-Al Si9Cu3(Fe)	EN AC-46000	EN 1706	219	G-CuZn15	2.0241.01	1709	217
EN AC-Al Si9Cu3(Fe)(Zn)	EN AC-46500	EN 1706	219	G-CuZn25Al5	2.0598.01	1709	217
EN AC-Al Si9Mg	EN AC-43300	EN 1706	219	G-CuZn33Pb	2.0290.01	1709	217
EN AC-Al Si10Mg(a)	EN AC-43000	EN 1706	219	GD-AlMg9	3.3292	1725-2	221
EN AC-Al Si10Mg(b)	EN AC-43100	EN 1706	219	GD-AlSi10Mg	3.2382	1725-2	220
EN AC-Al Si10Mg(Fe)	EN AC-43400	EN 1706	219	GD-AlSi12	3.2582	1725-2	221
EN AC-Al Si10Mg(Cu)	EN AC-43200	EN 1706	219	GD-AlSi12(Cu)	3.2982	1725-2	221
EN AC-Al Si12(a)	EN AC-44200	EN 1706	219	GD-AlSi9Cu3	3.2163	1725-2	221
EN AC-Al Si12(Fe)	EN AC-44300	EN 1706	219	GD-CuZn37Pb	2.0340.05	1709	217
EN AC-Al Si11	EN AC-44000	EN 1706	219	GD-Pb80SbSn	2.3353	1741	211
EN AC-Al Si11Cu2(Fe)	EN AC-46100	EN 1706	219	GD-Pb85SbSn	2.3352	1741	211
EN AC-Al Si12(b)	EN AC-44100	EN 1706	219	GD-Pb87Sb	2.3351	1741	211
EN AC-Al Si12(Cu)	EN AC-47000	EN 1706	219	GD-Pb95Sb	2.3350	1741	211
EN AC-Al Si12Cu1(Fe)	EN AC-47100	EN 1706	219	GD-PbSb10	2.3221	1741	211
EN AC-Al Si12CuNiMg	EN AC-48000	EN 1706	219	GD-PbSb12	2.3212	1741	211
EN-MCMgAl2Si	EN-MC21310	EN 1753	222	GD-PbSb2	2.3219	1741	211
EN-MCMgAl4Si	EN-MC21320	EN 1753	222	GD-PbSb4	2.3207	1741	211
EN-MCMgAl6Mn	EN-MC21230	EN 1753	222	GD-PbSb8	2.3208	1741	211
EN-MCMgAl8Zn1	EN-MC21110	EN 1753	222	GD-PbSn2	2.3220	1741	211
EN-MCMgAl9Zn1(A)	EN-MC21120	EN 1753	222	<b>GD-Sn50SbPb</b>	2.3732	1742	223
EN-MCMgRE2Ag2Zr	EN-MC65210	EN 1753	222	<b>GD-Sn60SbPb</b>	2.3722	1742	223
EN-MCMgRE3Zn2Zr	EN-MC65120	EN 1753	222	<b>GD-Sn80Pb</b>	2.3752	1742	223
EN-MCMgZn4RE1Zr	EN-MC35110	EN 1753	222	GD-ZnAl4	2.2140.05	1743-2	223
G-AlCuTi	3.1841	1725-2	220	GD-ZnAl4Cu1	2.2141.05	1743-2	223
G-AlCuTiMg	3.1371	1725-2	220	GK-Cu F35	2.1292.92	17655	217
G-AlMg3	3.3541	1725-2	221	GK-Cu L50	2.0085.02	17655	217
				GK-CuAl10Fe	2.0940.02	1714	218

Werkstoff	Werkstoffnr.	DIN	Seite	Werkstoff	Werkstoffnr.	DIN	Seite
GK-CuAl11Ni	2.0980.02	1714	218	MgSE3Zn2Zr1	3.5103.91	1729-2	222
GK-CuZn25Al5	2.0598.02	1709	217	MgZn4SE1Zr1	3.5101.91	1729-2	222
GK-CuZn37Pb	2.0340.02	1709	217	ZnAl11Cu1	ZL1110	EN 1774	224
GK-ZnAl4Cu3	2.2143.02	1743-2	223	ZnAl27Cu2	ZL2720	EN 1774	224
GK-ZnAl6Cu1	2.2161.02	1743-2	223	ZnAl4	ZL0400	EN 1774	224
GZ-CuAl10Fe	2.0940.03	1714	218	ZnAl4Cu1	ZL0410	EN 1774	224
GZ-CuAl11Ni	2.0980.03	1714	218	ZnAl4Cu3	ZL0430	EN 1774	224
GZ-CuPb10Sn	2.1176.03	1716	218	ZnAl6Cu1	ZL0610	EN 1774	224
GZ-CuPb15Sn	2.1182.03	1716	218	ZnAl8Cu1	ZL0810	EN 1774	224
GZ-CuSn12	2.1052.03	1705	217	ZnCu1CrTi	ZL0010	EN 1774	224
GZ-CuSn12Pb	2.1061.03	1705	217	ZP2	ZP0430	EN 12844	223
GZ-CuZn25Al5	2.0598.03	1709	217	ZP3	ZP0400	EN 12844	223
G-ZnAl4Cu3	2.2143.01	1743-2	223	ZP5	ZP0410	EN 12844	223
G-ZnAl6Cu1	2.2161.01	1743-2	223	ZP6	ZP0610	EN 12844	223
MgAg3SE2Zr1	3.5106.61	1729-2	222	ZP8	ZP0810	EN 12844	223
MgAl4Si1	3.5479.05	1729-2	222	ZP12	ZP1110	EN 12844	223
MgAl8Zn1	3.5812	1729-2	222	ZP16	ZP0010	EN 12844	223
MgAl9Zn1	3.5912	1729-2	222	ZP27	ZP2720	EN 12844	223

### Metallische Werkstoffe der Elektrotechnik

Werkstoff	Werkstoffnr.	DIN	Seite	Werkstoff	Werkstoffnr.	DIN	Seite
<b>Leiterwerkstoffe</b>				<b>Cu-OF</b>	CW008A	EN 13599	304
<b>Cu-ETP1</b>	CW003A	EN 13602	304	<b>Cu-OF</b>	CW008A	EN 13600	304
<b>CuAg0,04</b>	CW011A	EN 13601	304	<b>Cu-OF</b>	CW008A	EN 13601	304
<b>CuAg0,04</b>	CW011A	EN 13605	305	<b>Cu-OF</b>	CW008A	EN 13602	304
<b>CuAg0,04(OF)</b>	CW017A	EN 13601	304	<b>Cu-OF</b>	CW008A	EN 13605	305
<b>CuAg0,04(OF)</b>	CW017A	EN 13605	305	<b>Cu-OF1</b>	CW007A	EN 13602	304
<b>CuAg0,04P</b>	CW014A	EN 13601	304	<b>Cu-OFE</b>	CW009A	EN 13604	306
<b>CuAg0,07</b>	CW012A	EN 13605	305	<b>Cu-PHC</b>	CW020A	EN 13599	304
<b>CuAg0,07</b>	CW012A	EN 13605	305	<b>Cu-PHC</b>	CW020A	EN 13600	304
<b>CuAg0,07(OF)</b>	CW018A	EN 13601	304	<b>Cu-PHC</b>	CW020A	EN 13605	305
<b>CuAg0,07(OF)</b>	CW018A	EN 13605	305	<b>Cu-PHCE</b>	CW022A	EN 13604	306
<b>CuAg0,07P</b>	CW015A	EN 13601	304	E-Cu 58	2.0065	40500	306
<b>CuAg0,07P</b>	CW015A	EN 13605	305	<b>EN AW-EAI 99,5</b>	EN AW-1350-F	EN 14121	308
<b>CuAg0,10</b>	CW013A	EN 13599	304	<b>EN AW-EAI 99,5</b>	EN AW-1350-O	EN 14121	308
<b>CuAg0,10</b>	CW013A	EN 13600	304	<b>EN AW-EAI 99,5</b>	EN AW-1350-H111	EN 14121	308
<b>CuAg0,10</b>	CW013A	EN 13601	304	<b>EN AW-EAI 99,5</b>	EN AW-1350-H19	EN 14121	308
<b>CuAg0,10</b>	CW013A	EN 13605	305	<b>EN AW-EAI 99,5</b>	EN AW-1350-H24	EN 14121	308
<b>CuAg0,1</b>	2.1203	40500	306	<b>EN AW-EAI 99,5</b>	EN AW-1350-H26	EN 14121	308
<b>CuAg0,10(OF)</b>	CW019A	EN 13599	304	<b>EN AW-EAI 99,5</b>	EN AW-1350-H28	EN 14121	308
<b>CuAg0,10(OF)</b>	CW019A	EN 13600	304	<b>EN AW-EAI 99,5</b>	EN AW-1350-H11	40501-2	309
<b>CuAg0,10(OF)</b>	CW019A	EN 13601	304	<b>EN AW-EAI 99,5</b>	EN AW-1350-H112	40501-2	309
<b>CuAg0,10(OF)</b>	CW019A	EN 13605	305	<b>EN AW-EAI 99,5</b>	EN AW-1350-H14	40501-2	309
<b>CuAg0,10P</b>	CW016A	EN 13599	304	<b>EN AW-EAI 99,5(A)</b>	EN AW-1350A-F	EN 14121	308
<b>CuAg0,10P</b>	CW016A	EN 13600	304	<b>EN AW-EAI 99,5(A)</b>	EN AW-1350A-O	EN 14121	308
<b>CuAg0,10P</b>	CW016A	EN 13601	304	<b>EN AW-EAI 99,5(A)</b>	EN AW-1350A-H111	EN 14121	308
<b>CuAg0,10P</b>	CW016A	EN 13605	305	<b>EN AW-EAI 99,5(A)</b>	EN AW-1350A-H19	EN 14121	308
<b>CuAg0,1P</b>	2.1191	40500	306	<b>EN AW-EAI 99,5(A)</b>	EN AW-1350A-H24	EN 14121	308
<b>Cu-ETP</b>	CW004A	EN 13599	304	<b>EN AW-EAI 99,5(A)</b>	EN AW-1350A-H26	EN 14121	308
<b>Cu-ETP</b>	CW004A	EN 13600	304				
<b>Cu-ETP</b>	CW004A	EN 13601	304				
<b>Cu-ETP</b>	CW004A	EN 13602	304				
<b>Cu-ETP</b>	CW004A	EN 13605	305				
<b>Cu-FRHC</b>	CW005A	EN 13599	304				
<b>Cu-FRHC</b>	CW005A	EN 13600	304				
<b>Cu-FRHC</b>	CW005A	EN 13601	304				
<b>Cu-FRHC</b>	CW005A	EN 13602	304				
<b>Cu-FRHC</b>	CW005A	EN 13605	305				
<b>Cu-HCP</b>	CW021A	EN 13599	304				
<b>Cu-HCP</b>	CW021A	EN 13600	304				
<b>Cu-HCP</b>	CW021A	EN 13601	304				
<b>Cu-HCP</b>	CW021A	EN 13605	305				

Werkstoff	Werkstoffnr.	DIN	Seite	Werkstoff	Code-/Werkstoff-Nr.	DIN	Seite
EN AW-EAl 99,5(A)	EN AW-1350A-H28	EN 14121	308	M140-27S	1.0865	EN 10107	314
EN AW-EAl 99,5(A)	EN AW-1350A-O	40501-2	309	M140-30S	1.0862	EN 10107	314
EN AW-EAl MgSi(B)	EN AW-6101B-T6	40501-2	309	M150-30S	1.0861	EN 10107	314
EN AW-EAl MgSi(B)	EN AW-6101B-T7	40501-2	309	M150-35S	1.0857	EN 10107	314
OF-Cu	2.0040	40500	306	M165-35S	1.0856	EN 10107	314
SE-Cu	2.0070	40500	306	M235-35A	1.0800	EN 10106	313
				M250-35A	1.0890	EN 10106	313
				M250-50A	1.0891	EN 10106	313
				M270-35A	1.0801	EN 10106	313
				M270-50A	1.0806	EN 10106	313
				M290-50A	1.0807	EN 10106	313
				M300-35A	1.0803	EN 10106	313
				M310-50A	1.0808	EN 10106	313
				M310-65A	1.0892	EN 10106	313
				M330-35A	1.0804	EN 10106	313
				M330-50A	1.0809	EN 10106	313
				M330-65A	1.0819	EN 10106	313
				M340-50E	1.0841	EN 10165	315
				M340-50K	1.0841	EN 10341	315
				M350-50A	1.0810	EN 10106	313
				M350-65A	1.0820	EN 10106	313
				M390-50E	1.0842	EN 10165	315
				M390-50K	1.0842	EN 10341	315
				M390-65E	1.0846	EN 10165	315
				M390-65K	1.0846	EN 10341	315
				M400-50A	1.0811	EN 10106	313
				M400-65A	1.0821	EN 10106	313
				M450-50E	1.0843	EN 10165	315
				M450-50K	1.0843	EN 10341	315
				M450-65E	1.0847	EN 10165	315
				M450-65K	1.0847	EN 10341	315
				M470-50A	1.0812	EN 10106	313
				M470-65A	1.0823	EN 10106	313
				M520-65E	1.0848	EN 10165	315
				M520-65K	1.0848	EN 10341	315
				M530-50A	1.0813	EN 10106	313
				M530-65A	1.0824	EN 10106	313
				M560-50E	1.0844	EN 10165	315
				M560-50K	1.0844	EN 10341	315
				M600-50A	1.0814	EN 10106	313
				M600-65A	1.0825	EN 10106	313
				M600-100A	1.0893	EN 10106	313
				M630-65E	1.0849	EN 10165	315
				M630-65K	1.0849	EN 10341	315
				M660-50D	1.0361	EN 10126	315
				M660-50K	1.0361	EN 10341	315
				M700-65A	1.0826	EN 10106	313
				M700-100A	1.0894	EN 10106	313
				M700-50A	1.0815	EN 10106	313
				M800-100A	1.0895	EN 10106	313
				M800-50A	1.0816	EN 10106	313
				M800-65A	1.0827	EN 10106	313
				M800-65D	1.0364	EN 10126	315
				M800-65K	1.0364	EN 10341	315
				M890-50D	1.0362	EN 10126	315
				M890-50K	1.0362	EN 10341	315
				M940-50A	1.0817	EN 10106	313
				M1000-65A	1.0829	EN 10106	313
				M1000-65D	1.0365	EN 10126	315
				M1000-65K	1.0365	EN 10341	315
				M1000-100A	1.0896	EN 10106	313
				M1050-50D	1.0363	EN 10126	315
				M1050-50K	1.0363	EN 10341	315
				M1200-65D	1.0366	EN 10126	315
				M1200-65K	1.0366	EN 10341	315

Werkstoff	Code-/Werkstoff-Nr.	DIN	Seite
<b>Magnetische Werkstoffe</b>			
AlNiCo 3/5p	U1-0-1	IEC 60404-8-1	312
AlNiCo 5/6p	U1-0-2	IEC 60404-8-1	312
AlNiCo 7/8p	U1-0-3	IEC 60404-8-1	312
AlNiCo 9/5	R1-0-1	IEC 60404-8-1	312
AlNiCo 12/6	R1-0-2	IEC 60404-8-1	312
AlNiCo 17/9	R1-0-3	IEC 60404-8-1	312
AlNiCo 26/6	R1-1-11	IEC 60404-8-1	312
AlNiCo 31/11	R1-1-12	IEC 60404-8-1	312
AlNiCo 33/15	R1-1-13	IEC 60404-8-1	312
AlNiCo 34/5	R1-1-10	IEC 60404-8-1	312
AlNiCo 36/15	R1-1-5	IEC 60404-8-1	312
AlNiCo 37/5	R1-1-1	IEC 60404-8-1	312
AlNiCo 38/11	R1-1-2	IEC 60404-8-1	312
AlNiCo 44/5	R1-1-3	IEC 60404-8-1	312
AlNiCo 58/5	R1-1-6	IEC 60404-8-1	312
AlNiCo 58/5	R1-1-6	IEC 60404-8-1	312
AlNiCo 60/11	R1-1-4	IEC 60404-8-1	312
AlNiCo 72/12	R1-1-7	IEC 60404-8-1	312
AlNiCo26/6	1.3760	17410	312
AlNiCo3/5p	1.3711	17410	312
AlNiCo44/5	1.3757	17410	312
AlNiCo5/6p	1.3713	17410	312
AlNiCo60/11	1.3763	17410	312
AlNiCo7/8p	1.3715	17410	312
AlNiCo9/5	1.3728	17410	312
CrFeCo	—	IEC 60404-8-1	312
FeCoVCr	—	IEC 60404-8-1	312
Hartferrit 1/18p	1.3612	17410	312
Hartferrit 1/18p	U4-0-20	IEC 60404-8-1	312
Hartferrit 20/19	1.3643	17410	312
Hartferrit 20/19	S1-1-1	IEC 60404-8-1	312
Hartferrit 24/23	1.3647	17410	312
Hartferrit 24/23	S1-1-2	IEC 60404-8-1	312
Hartferrit 25/14	1.3649	17410	312
Hartferrit 25/14	S1-1-3	IEC 60404-8-1	312
Hartferrit 26/26	S1-1-6	IEC 60404-8-1	312
Hartferrit 3/18p	1.3614	17410	312
Hartferrit 3/18p	U4-0-21)	IEC 60404-8-1	312
Hartferrit 7/21	1.3641	17410	312
Hartferrit 7/21	S1-0-1	IEC 60404-8-1	312
Hartferrit 9/17p	U4-1-11	IEC 60404-8-1	312
M080-23N	1.0860	EN 10107	314
M089-27N	1.0865	EN 10107	314
M097-30N	1.0861	EN 10107	314
M100-23P	1.0879	EN 10107	314
M103-30P	1.0880	EN 10107	314
M105-30P	1.0886	EN 10107	314
M111-30P	1.0881	EN 10107	314
M111-35N	1.0856	EN 10107	314
M120-23S	1.0864	EN 10107	314
M127-23S	1.0860	EN 10107	314

Werkstoff	Code-/Werkstoff-Nr.	DIN	Seite	Werkstoff	Code-/Werkstoff-Nr.	DIN	Seite
<b>M1300-100A</b>	1.0897	EN 10106	313	<b>Thermopaare, Thermobimetalle</b>			
<b>Ni 30</b>	1.3903	17745	215	<b>Cu/ Cu-Ni</b>	–	EN 60584-1	318
<b>Ni 36<sup>1)</sup></b>	1.3910	17745	215	<b>Ni-Cr/Cu-Ni</b>	–	EN 60584-1	318
<b>Ni 36<sup>1)</sup></b>	1.3912	17745	215	<b>Ni-Cr/Ni-Al</b>	–	EN 60584-1	318
<b>Ni 40</b>	1.3909	17745	215	<b>Ni-Cr-Si/Ni-Si</b>	–	EN 60584-1	318
<b>Ni 48</b>	1.3922	17745	215	<b>Fe/Cu-Ni</b>	–	EN 60584-1	318
<b>NiFe15Mo</b>	2.4545	17745	215	<b>CoNiCr26 20</b>	1.3991	1715-1	320
<b>NiFe16CuCr</b>	2.4501	17745	215	<b>MnCuNi</b>	2.6305	1715-1	320
<b>NiFe16CuMo</b>	2.4530	17745	215	<b>Pt-13%Rh/Pt</b>	–	EN 60584-1	318
<b>NiFe44</b>	2.4420	17745	215	<b>Pt-10%Rh/Pt</b>	–	EN 60584-1	318
<b>NO 5</b>	–	EN 10303	311	<b>Pt-Pt30%Rh/Pt-6%Rh</b>	–	EN 60584-1	318
<b>NO 10</b>	–	EN 10303	311	<b>Ni36</b>	1.3912	1715-1	320
<b>NO 15</b>	–	EN 10303	311	<b>Ni42</b>	1.3917	1715-1	320
<b>NO 20</b>	–	EN 10303	311	<b>Ni46</b>	1.3920	1715-1	320
<b>RECo</b>	–	IEC 60404-8-1	312	<b>NiCr16 11</b>	1.3993	1715-1	320
<b>REFeB</b>	–	IEC 60404-8-1	312	<b>NiMn20 6</b>	1.3932	1715-1	320
<b>RFe 12</b>	1.1018	17405	310	<b>TB 0965</b>	–	1715-1	319
<b>RFe 20</b>	1.1017	17405	310	<b>TB 1075</b>	–	1715-1	319
<b>RFe 60</b>	1.1015	17405	310	<b>TB 1109</b>	–	1715-1	319
<b>RFe 80</b>	1.1014	17405	310	<b>TB 1170B</b>	–	1715-1	319
<b>RFe 100</b>	1.1013	17405	310	<b>TB 1425</b>	–	1715-1	319
<b>RFe 120</b>	1.1012	17405	310	<b>TB 1435</b>	–	1715-1	319
<b>RFe 160</b>	1.1011	17405	310	<b>TB 1511</b>	–	1715-1	319
<b>RNi 2</b>	2.4595	17405	311	<b>TB 1555</b>	–	1715-1	319
<b>RNi 5</b>	2.4596	17405	311	<b>TB 1577 A</b>	–	1715-1	319
<b>RNi 8</b>	1.3927	17745	215	<b>TB 1577 B</b>	–	1715-1	319
<b>RNi 8</b>	1.3927	17405	311	<b>TB 20110</b>	–	1715-1	319
<b>RNi 12</b>	1.3926	17745	215	<b>TB1170A</b>	–	1715-1	319
<b>RNi 12</b>	1.3926	17405	311	<b>X60NiMn14 7</b>	1.3930	1715-1	320
<b>RNi 24</b>	1.3911	17745	215				
<b>RNi 24</b>	1.3911	17405	311				
<b>RSi 12</b>	1.3845	17405	311				
<b>RSi 24</b>	1.3843	17405	311				
<b>RSi 48</b>	1.3840	17405	311				
<b>S-Fe-175</b>	–	EN 10331	330				

<sup>1)</sup> Der Werkstoff wird mit zwei Werkstoffnummern geführt, s. Einführung in das Kapitel.

#### Zusatzwerkstoffe zum Schweißen, Löten und thermischen Beschichten

Kurzzeichen	Legierungsnummer/ Kurzform/ Nummer	DIN	Seite	Kurzzeichen	Legierungsnummer/ Kurzform/ Nummer	DIN	Seite
1.1.1	–	EN 29454-1	627	<b>10 Mn</b>	5.1	EN ISO 14919	639
1.1.2	–	EN 29454-1	627	<b>10 MnSi4</b>	5.2	EN ISO 14919	639
1.1.3	–	EN 29454-1	627	<b>80 MnSi</b>	5.3	EN ISO 14919	639
1.1.3	–	EN 29454-1	627	<b>110 Cr3</b>	5.5	EN ISO 14919	639
1.2.2	–	EN 29454-1	627	<b>110 MnCrTi5 5</b>	5.6	EN ISO 14919	639
1.2.3	–	EN 29454-1	627	<b>150 Cr4</b>	5.4	EN ISO 14919	639
2.1.1	–	EN 29454-1	627	<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	8.4	EN ISO 14919	639
2.1.2	–	EN 29454-1	627	<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/MgO70/30</b>	8.9	EN ISO 14919	639
2.1.2	–	EN 29454-1	627	<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/SiO<sub>2</sub>70/30</b>	8.8	EN ISO 14919	639
2.1.3	–	EN 29454-1	627	<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/TiO<sub>2</sub>60/40</b>	8.7	EN ISO 14919	639
2.1.3	–	EN 29454-1	627	<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/TiO<sub>2</sub>87/13</b>	8.6	EN ISO 14919	639
2.1.3	–	EN 29454-1	627	<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/TiO<sub>2</sub>97/3</b>	8.5	EN ISO 14919	639
2.2.1	–	EN 29454-1	627	<b>Al99,5</b>	3.2	EN ISO 14919	639
2.2.2	–	EN 29454-1	627	<b>Al99,98</b>	3.1	EN ISO 14919	639
2.2.3	–	EN 29454-1	627	<b>AlMg5</b>	3.3	EN ISO 14919	639
2.2.3	–	EN 29454-1	627	<b>AlSi5</b>	3.5	EN ISO 14919	639
3.1.1	–	EN 29454-1	627	<b>AlZn5</b>	3.4	EN ISO 14919	639
3.1.1	–	EN 29454-1	627	<b>B-Ag30CuCdZn-600/690</b>	AG 306	EN 1044	624
3.1.1	–	EN 29454-1	627	<b>B-Ag35CuZnCd-610/700</b>	AG 305	EN 1044	624
3.1.2	–	EN 29454-1	627	<b>B-Ag40CuZnSn-650/710</b>	AG105	EN 1044	624
3.2.1	–	EN 29454-1	627				
3.2.2	–	EN 29454-1	627				



Kurzzeichen	Legierungsnummer/ Kurzform/ Nummer	DIN	Seite	Kurzzeichen	Legierungsnummer/ Kurzform/ Nummer	DIN	Seite
B-Ag40ZnCdCu-595/630	AG 304	EN 1044	624	B-Cu38AgZnMnNi-680/830	AG 503	EN 1044	624
B-Ag42CdCuZn-610/620	AG 303	EN 1044	624	B-Cu38ZnAg-680/765	AG 204	EN 1044	624
B-Ag44CuZn-675/735	AG 203	EN 1044	624	B-Cu40ZnAg-700/790	AG 205	EN 1044	624
B-Ag45CdZnCu-605/620	AG 302	EN 1044	624	B-Cu40ZnAgCd-605/765	AG 309	EN 1044	624
B-Ag45CuZnSn-640/680	AG104	EN 1044	624	B-Cu40ZnAgSn-680/760	AG 108	EN 1044	624
B-Ag49ZnCuMnNi-680/705	AG 502	EN 1044	624	B-Cu44ZnAg(Si)-690/810	AG 206	EN 1044	624
B-Ag50CdZnCu-620/640	AG 301	EN 1044	624	B-Cu48ZnAg(Si)-800/830	AG 207	EN 1044	624
B-Ag50CdZnCuNi-635/655	AG 351	EN 1044	624	B-Cu48ZnNi(Si)-890/920	CU 305	EN 1044	624
B-Ag52CuPd-875/900	PD 102	EN 1044	625	B-Cu55ZnAg(Si)-820/870	AG 208	EN 1044	624
B-Ag54PdCu-900/950	PD 101	EN 1044	625	B-Cu59ZnSn(Ni)(Mn)-(Si)-870/890	CU 306	EN 1044	624
B-Ag55ZnCuSn-630/660	AG 103	EN 1044	624	B-Cu60Zn(Si)(Mn)-870/900	CU 303	EN 1044	624
B-Ag56CuNi-600/710	AG 403	EN 1044	624	B-Cu60Zn(Si)-875/895	CU 301	EN 1044	624
B-Ag56CuZnSn-620/655	AG 102	EN 1044	624	B-Cu60Zn(Sn)(Si)(Mn)-870/900	CU 304	EN 1044	624
B-Ag58CuPd-825/850	PD 105	EN 1044	625	B-Cu60Zn(Sn)(Si)-875/895	CU 302	EN 1044	624
B-Ag60CuSn-600/730	AG 402	EN 1044	624	B-Cu62Au-980/1000	AU 103	EN 1044	625
B-Ag60CuZn-695/730	AG 202	EN 1044	624	B-Cu70Au-995/1020	AU 104	EN 1044	625
B-Ag60CuZnSn-620/685	AG 101	EN 1044	624	B-Cu75AgP-645	CP 101	EN 1044	624
B-Ag63CuZn-690/730	AG 201	EN 1044	624	B-Cu80AgP-645/800	CP 102	EN 1044	624
B-Ag65CuPd-850/900	PD 103	EN 1044	625	B-Cu82Pd-1080/1090	PD 203	EN 1044	625
B-Ag68CuPd-805/810	PD 106	EN 1044	625	B-Cu86SnP-650/700	CP 302	EN 1044	624
B-Ag68CuPd-830/860	PD 104	EN 1044	625	B-Cu87PAg(Ni)-645/725	CP 103	EN 1044	624
B-Ag72Cu-780	AG 401	EN 1044	624	B-Cu88Sn(P)-825/990	CU 202	EN 1044	624
B-Ag75PdMn-1000/1120	PD 202	EN 1044	625	B-Cu89PAg-645/815	CP 104	EN 1044	624
B-Ag85Mn-960/970	AG 501	EN 1044	624	B-Cu92P-710/770	CP 201	EN 1044	624
B-Ag95Pd-970/1010	PD 204	EN 1044	625	B-Cu92PAg-645/825	CP 105	EN 1044	624
B-Al86SiCu-520/585	AL 201	EN 1044	624	B-Cu92PSb-690/825	CP 301	EN 1044	624
B-Al88Si-575/585	AL 104	EN 1044	624	B-Cu93P-710/82	CP 202	EN 1044	624
B-Al89SiMg(Bi)-555/590	AL 302	EN 1044	624	B-Cu94P-710/890	CP 203	EN 1044	624
B-Al89SiMg-555/590	AL 301	EN 1044	624	B-Cu94Sn(P)-910/1040	CU 201	EN 1044	624
B-Al90Si-575/590	AL 103	EN 1044	624	B-Cu97Ni(B)-1085/1100	CU 105	EN 1044	624
B-Al92Si-575/615	AL 102	EN 1044	624	B-Cu99(Ag)-1070/1080	CU 106	EN 1044	624
B-Al95Si-575/630	AL 101	EN 1044	624	B-Cu99-1085	CU 103	EN 1044	624
B-Au62Cu-930/940	AU 102	EN 1044	625	B-Ni63WCrFeSiB-970/1105	NI 110	EN 1044	624
B-Au75Ni-950/990	AU 106	EN 1044	625	B-Ni65CrP-880/950	NI 112	EN 1044	624
B-Au80Cu(Fe)-905/910	AU 101	EN 1044	625	B-Ni66MnSiCu-980/1010	NI 108	EN 1044	624
B-Au82Ni-950	AU 105	EN 1044	625	B-Ni67WCrSiFeB-970/1095	NI 111	EN 1044	624
B-Co51CrNiSiW(B)-1120/1150	CO 101	EN 1044	624	B-Ni71CrSi-1080/1135	NI 105	EN 1044	624
B-Cu100(P)-1085	CU 104	EN 1044	624	B-Ni73CrFeSiB(C)-980/1060	NI 101	EN 1044	624
B-Cu100-1085 <sup>2)</sup>	CU 101	EN 1044	624	B-Ni74CrFeSiB-980/1070	NI 1A1	EN 1044	624
B-Cu100-1085 <sup>2)</sup>	CU 102	EN 1044	624	B-Ni76CrP-890	NI 107	EN 1044	624
B-Cu30ZnAgCd-605/720	AG 307	EN 1044	624	B-Ni81CrB-1055	NI 109	EN 1044	624
B-Cu36AgZnSn-630/730	AG106	EN 1044	624	B-Ni82CrSiBFe-970/1000	NI 102	EN 1044	624
B-Cu36ZnAgCd(Si)-610/750	AG 308	EN 1044	624	B-Ni89P-875	NI 106	EN 1044	624
B-Cu36ZnAgSn-665/755	AG107	EN 1044	624	B-Ni92SiB-980/1040	NI 103	EN 1044	624
				B-Ni95SiB-980/1070	NI 104	EN 1044	624

Kurzzeichen	Legierungsnummer/ Kurzform/ Nummer	DIN	Seite	Kurzzeichen	Legierungsnummer/ Kurzform/ Nummer	DIN	Seite
<b>B-Pd60Ni-1235</b>	PD 201	EN 1044	625	<b>S-Sn63Pb37</b>	101	EN ISO 9453	622
<b>Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	8.3	EN ISO 14919	639	<b>S-Sn63Pb37E</b>	102	EN ISO 9453	622
<b>Cu99</b>	4.1	EN ISO 14919	639	<b>S-Sn63Pb37Sb</b>	131	EN ISO 9453	622
<b>CuAl8</b>	4.6	EN ISO 14919	639	<b>S-Sn89Zn8Bi3</b>	811	EN ISO 9453	623
<b>CuAl10</b>	4.7	EN ISO 14919	639	<b>S-Sn91Zn9</b>	801	EN ISO 9453	623
<b>CuSn6</b>	4.4	EN ISO 14919	639	<b>S-Sn92Cu6Ag2</b>	503	EN ISO 9453	623
<b>CuSn12</b>	4.5	EN ISO 14919	639	<b>S-Sn95Ag3Bi1Cu1 h</b>	721	EN ISO 9453	623
<b>CuZn37</b>	4.2	EN ISO 14919	639	<b>(Sn96Ag2,5Bi1Cu0,5)</b>			
<b>CuZn39</b>	4.3	EN ISO 14919	639	<b>S-Sn95Ag4Cu1 h</b>	714	EN ISO 9453	623
<b>FH10</b>	–	EN 1045	625	<b>(Sn95,5Ag4Cu0,5)</b>			
<b>FH11</b>	–	EN 1045	625	<b>S-Sn95Cu4Ag1</b>	502	EN ISO 9453	623
<b>FH12</b>	–	EN 1045	625	<b>S-Sn95Sb5</b>	201	EN ISO 9453	622
<b>FH20</b>	–	EN 1045	625	<b>S-Sn97Cu3</b>	402	EN ISO 9453	622
<b>FH21</b>	–	EN 1045	625	<b>S-Sn98Cu1Ag</b>	501	EN ISO 9453	623
<b>FH30</b>	–	EN 1045	625	<b>(Sn99Cu0,7Ag0,3)</b>			
<b>FH40</b>	–	EN 1045	625	<b>S-Sn99Cu1</b>	401	EN ISO 9453	622
<b>FL10</b>	–	EN 1045	625	<b>(Sn99,3Cu0,7)</b>			
<b>FL20</b>	–	EN 1045	625	<b>T 19 12 3 L R M 3</b>	–	EN ISO 17633	595
<b>Mo</b>	7.1	EN ISO 14919	639	<b>T CrMo1 B M 4 H5</b>	–	EN ISO 17634	598
<b>Ni99</b>	6.2	EN ISO 14919	639	<b>X 5 CrNiMo17 12 2</b>	5.11	EN ISO 14919	639
<b>NiAl20</b>	6.6	EN ISO 14919	639	<b>X 6 CrAl22 4</b>	5.9	EN ISO 14919	639
<b>NiAl5</b>	6.5	EN ISO 14919	639	<b>X 6 CrNi19 9</b>	5.10	EN ISO 14919	639
<b>NiAlMo5 5</b>	6.7	EN ISO 14919	639	<b>X 12 CrNi25 20</b>	5.13	EN ISO 14919	639
<b>NiCr20</b>	6.4	EN ISO 14919	639	<b>X 12 CrNiMo18 8 6</b>	5.12	EN ISO 14919	639
<b>NiCrAl20 6</b>	6.8	EN ISO 14919	639	<b>X 20 CrMo13 1</b>	5.8	EN ISO 14919	639
<b>NiCrBSi</b>	6.10	EN ISO 14919	639	<b>X 25 CrCuB26 3 3</b>	5.14	EN ISO 14919	639
<b>NiCrFe 15 20</b>	6.3	EN ISO 14919	639	<b>X 25 MnAlSi7 5</b>	5.15	EN ISO 14919	639
<b>NiCu30</b>	6.1	EN ISO 14919	639	<b>X 45 Cr13</b>	5.7	EN ISO 14919	639
<b>NiFeAlCr20 14 3</b>	6.9	EN ISO 14919	639	<b>Zn99</b>	2.2	EN ISO 14919	639
<b>S Ni 6625</b>	–	EN ISO 18274	598	<b>Zn99,99</b>	2.1	EN ISO 14919	639
<b>(NiCr22Mo9Nb)</b>				<b>ZnAl15</b>	2.3	EN ISO 14919	639
<b>S-Bi58Sn42</b>	301	EN ISO 9453	622	<b>ZrO<sub>2</sub>/CaO 70/30</b>	8.2	EN ISO 14919	639
<b>SF CS 1</b>	–	EN 760	594	<b>ZrO<sub>2</sub>/CaO 95/5</b>	8.1	EN ISO 14919	639
<b>Sn99</b>	1.1	EN ISO 14919	639				
<b>SnSbCu84</b>	1.2	EN ISO 14919	639				
<b>S-Pb49Sn48Bi3</b>	142	EN ISO 9453	622				
<b>S-Pb50Sn50</b>	111	EN ISO 9453	622				
<b>S-Pb50Sn50E</b>	112	EN ISO 9453	622				
<b>S-Pb50Sn50Sb</b>	133	EN ISO 9453	622				
<b>S-Pb55Sn45</b>	113	EN ISO 9453	622				
<b>S-Pb58Sn40Sb2</b>	134	EN ISO 9453	622				
<b>S-Pb60Sn40</b>	114	EN ISO 9453	622				
<b>S-Pb65Sn35</b>	115	EN ISO 9453	622				
<b>S-Pb69Sn30Sb1</b>	135	EN ISO 9453	622				
<b>S-Pb70Sn30</b>	116	EN ISO 9453	622				
<b>S-Pb74Sn25Sb1</b>	136	EN ISO 9453	622				
<b>S-Pb78Sn20Sb2</b>	137	EN ISO 9453	622				
<b>S-Pb80Sn20</b>	117	EN ISO 9453	622				
<b>S-Pb85Sn15</b>	121	EN ISO 9453	622				
<b>S-Pb90Sn10</b>	122	EN ISO 9453	622				
<b>S-Pb93Sn5Ag2</b>	191	EN ISO 9453	622				
<b>S-Pb95Ag5</b>	182	EN ISO 9453	622				
<b>S-Pb95Sn5</b>	123	EN ISO 9453	622				
<b>S-Pb98Ag2</b>	181	EN ISO 9453	622				
<b>S-Pb98Sn2</b>	124	EN ISO 9453	622				
<b>S-Sn50Pb32Cd18</b>	151	EN ISO 9453	622				
<b>S-Sn50Pb49Cu1</b>	162	EN ISO 9453	622				
<b>S-Sn60Pb38Bi2</b>	141	EN ISO 9453	622				
<b>S-Sn60Pb39Cu1</b>	161	EN ISO 9453	622				
<b>S-Sn60Pb40</b>	103	EN ISO 9453	622				
<b>S-Sn60Pb40E</b>	104	EN ISO 9453	622				
<b>S-Sn60Pb40Sb</b>	132	EN ISO 9453	622				
<b>S-Sn62Pb36Ag2</b>	171	EN ISO 9453	622				

2) Der Werkstoff wird mit zwei Kurzformen geführt, s. Einführung in das Kapitel			
<b>Drahtelektroden zum Unterpulverschweißen</b>			Seite
			597
Z	–	EN 14295	s. Norm
S2Ni1Mo	–	EN 14295	s. Norm
S3Ni1Mo	–	EN 14295	s. Norm
S2Ni2Mo	–	EN 14295	s. Norm
S2Ni3Mo	–	EN 14295	s. Norm
S1Ni2,5CrMo	–	EN 14295	s. Norm
S3Ni2,5CrMo	–	EN 14295	s. Norm
S3Ni1,5CrMo	–	EN 14295	s. Norm
S3Ni1,5Mo	–	EN 14295	s. Norm
S4Ni2CrMo	–	EN 14295	s. Norm
<b>Massivdrähte und -stäbe zum Schmelzschweißen von Kupfer und Kupferlegierungen</b>			Seite
			597
Kupfer, niedriglegiert			
Cu 1897	CuAg1	EN 14640	s. Norm
Cu 1898	CuSn1	EN 14640	s. Norm
Kupfer-Silizium (Siliziumbronze)			
CuSi2Mn1	Cu 6511	EN 14640	s. Norm
CuSi3Mn1	Cu 6560	EN 14640	s. Norm
CuSi2Mn1Sn	Cu 6561	EN 14640	s. Norm

Kurzzeichen	Legierungsnummer/ Kurzform/ Nummer	DIN	Seite
<b>Kupfer-Zinn</b>			
CuSn6P	Cu 5180	EN 14640	s. Norm
CuSn9P	Cu 5210	EN 14640	s. Norm
CuSn10	Cu 5211	EN 14640	s. Norm
CuSn12P	Cu 5410	EN 14640	s. Norm
<b>Kupfer-Zink (Messing)</b>			
CuZn40	Cu 4700	EN 14640	s. Norm
CuZn40SnSiMn	Cu 4701	EN 14640	s. Norm
CuZn40Ni	Cu 6800	EN 14640	s. Norm
CuZn40SnSi	Cu 6810	EN 14640	s. Norm
CuZn40Ni10	Cu 7730	EN 14640	s. Norm
<b>Kupfer-Aluminium (Aluminiumbronze)</b>			
CuAl5Mn1Ni1	Cu 6061	EN 14640	s. Norm
CuAl8	Cu 6100	EN 14640	s. Norm
CuAl10	Cu 6180	EN 14640	s. Norm
CuAl11Fe	Cu 6240	EN 14640	s. Norm
CuAl8Fe4Ni2	Cu 6325	EN 14640	s. Norm
CuAl8Ni2	Cu 6327	EN 14640	s. Norm
CuAl9Ni5	Cu 6328	EN 14640	s. Norm
CuAl11Ni6	Cu 6329	EN 14640	s. Norm
<b>Kupfer-Mangan</b>			
CuMn13Al7	Cu 6338	EN 14640	s. Norm
<b>Kupfer-Nickel</b>			
CuNi10	Cu 7061	EN 14640	s. Norm
CuNi30	Cu 7158	EN 14640	s. Norm
<b>Massivdrahnte und -stabe zum Schmelzschweien von Aluminium und Aluminiumlegierungen</b>			Seite 597
<b>Aluminium, niedriglegiert</b>			
Al99,7	Al 1070	EN ISO 18273	s. Norm
Al99,8(A)	Al 1080A	EN ISO 18273	s. Norm
Al 99,88	Al 1188	EN ISO 18273	s. Norm
Al99,0Cu	Al 1100	EN ISO 18273	s. Norm
Al99,0	Al 1200	EN ISO 18273	s. Norm
Al99,5Ti	Al 1450	EN ISO 18273	s. Norm
<b>Aluminium-Kupfer</b>			
AlCu6MnZrTi	Al 2319	EN ISO 18273	s. Norm
<b>Aluminium-Mangan</b>			
AlMn1	Al 3103	EN ISO 18273	s. Norm

**Nichtmetallische Werkstoffe**

Werkstoff	DIN	Seite
<b>Kunststoff-Formmassen</b>		
<b>ABS-Formmasse</b>	EN ISO 2580-1	278
<b>ACS-Formmasse</b>	EN ISO 6402-1	279
<b>AEPDS-Formmasse</b>	EN ISO 6402-1	279
<b>ASA-Formmasse</b>	EN ISO 6402-1	279

Kurzzeichen	Legierungsnummer/ Kurzform/ Nummer	DIN	Seite
<b>Aluminium-Silizium</b>			
AlSi5Cu1Mg	Al 4009	EN ISO 18237	s. Norm
AlSi7Mg	Al 4010	EN ISO 18237	s. Norm
AlSi7Mg0,5Ti	Al 4011	EN ISO 18237	s. Norm
AlSi7Mg	Al 4018	EN ISO 18237	s. Norm
AlSi5	Al 4043	EN ISO 18237	s. Norm
AlSi5(A)	Al 4043A	EN ISO 18237	s. Norm
AlSi10Mg	Al 4046	EN ISO 18237	s. Norm
AlSi12	Al 4047	EN ISO 18237	s. Norm
AlSi12(A)	Al 4047A	EN ISO 18237	s. Norm
AlSi10Cu4	Al 4145	EN ISO 18237	s. Norm
AlSi4Mg	Al 4643	EN ISO 18237	s. Norm
<b>Aluminium-Magnesium</b>			
AlMg2Mn0,8Zr	Al 5249	EN ISO 18237	s. Norm
AlMg2,7Mn	Al 5554	EN ISO 18237	s. Norm
AlMg3	Al 5754c	EN ISO 18237	s. Norm
AlMg3,5Ti	Al 5654	EN ISO 18237	s. Norm
AlMg3,5Ti	Al 5654A	EN ISO 18237	s. Norm
AlMg5Cr(A)	Al 5356	EN ISO 18237	s. Norm
AlMg5Cr(A)	Al 5356A	EN ISO 18237	s. Norm
AlMg5Mn1Ti	Al 5556	EN ISO 18237	s. Norm
AlMg5Mn1Ti	Al 5556C	EN ISO 18237	s. Norm
AlMg5Mn	Al 5556A	EN ISO 18237	s. Norm
AlMg5Mn	Al 5556B	EN ISO 18237	s. Norm
AlMg4,5Mn0,7(A)	Al 5183	EN ISO 18237	s. Norm
AlMg4,5Mn0,7(A)	Al 5183A	EN ISO 18237	s. Norm
AlMg4,5MnZr	Al 5087	EN ISO 18237	s. Norm
AlMg4,5MnZr	Al 5187	EN ISO 18237	s. Norm
<b>Stabe zum Gasschweißen von unlegierten und warmfesten Stahlen</b>			Seite 597
O Z		EN 12536	s. Norm
O I		EN 12536	s. Norm
O II		EN 12536	s. Norm
O III		EN 12536	s. Norm
O IV		EN 12536	s. Norm
O V		EN 12536	s. Norm
O VI		EN 12536	s. Norm
<b>Drahtelektroden zum Metallschutzgasschweien</b>			Seite 597
G0		EN 440	s. Norm
G2Al		EN 440	s. Norm
G2Mo		EN 440	s. Norm
G2Ni2		EN 440	s. Norm
G2Si1		EN 440	s. Norm
G3Si1		EN 440	s. Norm
G2Ti		EN 440	s. Norm
G3Ni1		EN 440	s. Norm
G3SM		EN 440	s. Norm
G3Si2		EN 440	s. Norm
G4Mo		EN 440	s. Norm
G4Si1		EN 440	s. Norm

Werkstoff	DIN	Seite
<b>BMC Pressmassen</b>	EN 14598-1	287
<b>CA-Formmasse</b>	7742-1	275
<b>CAB-Formmasse</b>	7742-1	275
<b>CR-Formmasse</b>	7742-1	275
<b>E/VAC-Formmasse</b>	EN ISO 4613-1	280
<b>EP-PMC-Formmasse</b>	EN ISO 15252-3	287

Werkstoff	DIN	Seite
EP-PMC-Formmasse	EN ISO 15252-1	287
MF-PMC-Formmasse	EN ISO 14528-3	283
MF-PMC-Formmasse	EN ISO 14528-1	283
MF	EN ISO 14529-3	284
MF	EN ISO 14529-1	283
PA-Formmasse	EN ISO 1874-1	278
PC-Formmasse	EN ISO 7391-1	276
PE-Formmasse	EN ISO 1872-1	279
PF-PMC-Formmasse	EN ISO 14526-3	283
PF-PMC-Formmasse	EN ISO 14526-1	282
PMMA-Formmasse	EN ISO 8257-1	276
POM-Formmasse	EN ISO 9988-1	281
PP-Formmasse	EN ISO 1873-1	278
PS-Formmasse	EN ISO 1622-1	273
PS-I-Formmasse	EN ISO 2897-1	277
PVC-P-Formmasse	EN ISO 2898-1	277
PVC-U-Formmasse	EN ISO 1163-1	277
SAN-Formmasse	EN ISO 4894-1	279
SMC Harzmatten	EN 14598-1	287
TP-Formmasse	EN ISO 7792-1	280
UF/MF-Formmasse	EN ISO 14527-3	283
UF/MF-Formmasse	EN ISO 14527-1	283
UF-Formmasse	EN ISO 14527-3	283
UF-Formmasse	EN ISO 14527-1	283
UP-PMC-Formmassen	EN ISO 14530-3	284
UP-PMC-Formmassen	EN ISO 14530-1	284

## Isolierstoffe der Elektrotechnik

Alkalialuminiumsilicate	EN 60672-1	324
Alkali-Kalk-Silicatgläser	EN 60672-1	325
Aluminiumkalksilicatgläser	EN 60672-1	325
Bariumkalksilicatgläser	EN 60672-1	325
Bleialkalisilicatgläser	EN 60672-1	325
Borosilicatgläser	EN 60672-1	325
C 100 bis C 900	EN 60672-1	325
C 120	EN 60672-1	325
C 220	EN 60672-1	325
C 310	EN 60672-1	325
C 410	EN 60672-1	325
C 510	EN 60672-1	325
C 786	EN 60672-1	325
C 795	EN 60672-1	325
C 799	EN 60672-1	325
C 810	EN 60672-1	325
C 910	EN 60672-1	325
C 920	EN 60672-1	325
Elektrolyt-Kondensatorpapier	VDE 0311-34	322
Erdalkalialuminiumsilicate	EN 60672-1	325
Fettdichtes Papier	VDE 0311-31	322
Formmikanit	EN 60371-1	326
G 100 bis G 700	EN 60672-1	325
G 110	EN 60672-1	325
G 120	EN 60672-1	325
G 231	EN 60672-1	325
G 231	EN 60672-1	325
G 232	EN 60672-1	325
G 232	EN 60672-1	325
G 795	EN 60672-1	325
G 795	EN 60672-1	325
G 799	EN 60672-1	325
G 799	EN 60672-1	325
GC 100	EN 60672-1	325
Glimmerpapier	EN 60371-1	326
GM 100	EN 60672-1	325
Hartmikanit	EN 60371-1	326

Werkstoff	DIN	Seite
Hgi1	7711	324
Hgi2	7711	324
Hgi3	7711	324
Hgi4	7711	324
Hgi6	7711	324
Japanpapier	VDE 0311-31	322
Kieselgläser	EN 60672-1	325
Kommutatormikanit	EN 60371-1	326
Kraft-Isolierpapier	VDE 0311-31	322
Kraft-Kondensatorpapier	VDE 0311-32	322
Krepppapier	VDE 0311-33	322
Magnesiumsilicate	EN 60672-1	324
Manilapapier	VDE 0311-31	322
Mullitkeramik	EN 60672-1	325
Muskovit	EN 60371-1	326
Phlogopit	EN 60371-1	326
Spaltglimmer	EN 60371-1	326
Titanate	EN 60672-1	324
Vf3110	7737	323
Vf3111	7737	323
Vf3112	7737	323
Vf3120	7737	323
Vf3121	7737	323
Vf3122	7737	323
Vf3130	7737	323
Zirkonporzellane	EN 60672-1	325

## Holzwerkstoffe

BFU	68705-3	301
BFU-BU	68705-5	301
Birke	68364	297
BST	68705-4	300
BSTAE	68705-4	300
BU	4076-1	296
Buche	68364	297
DG	4076-1	296
Douglasie	68364	297
EI	4076-1	296
Eiche	68364	297
FI	4076-1	296
Fichte	68364	297
HB	EN 316	301
HB	EN 622-2	302
HB.E	EN 622-2	302
HB.H	EN 622-2	302
HB.HLA1	EN 622-2	302
HB.HLA2	EN 622-2	302
HB.LA	EN 622-2	302
KI	4076-1	296
Kiefer	68364	297
MBH	EN 316	301
MBH	EN 622-3	302
MBH.E	EN 622-3	302
MBH.H	EN 622-3	302
MBH.HLS1	EN 622-3	302
MBH.HLS2	EN 622-3	302
MBH.LA1	EN 622-3	302
MBH.LA2	EN 622-3	302
MBL	EN 316	301
MBL	EN 622-3	302
MBL.E	EN 622-3	302
MBL.H	EN 622-3	302
MDF	EN 316	301
MDF	EN 622-5	302
MDF.H	EN 622-5	302

Werkstoff	DIN	Seite	Werkstoff	DIN	Seite
<b>MDF.HLS</b>	EN 622-5	302	<b>CLP 100</b>	51517-3	332
<b>MDF.LA</b>	EN 622-5	302	<b>CLP 150</b>	51517-3	332
<b>ROB</b>	4076-1	296	<b>CLP 220</b>	51517-3	332
<b>Robinie</b>	68364	297	<b>CLP 320</b>	51517-3	332
<b>SB</b>	EN 316	301	<b>CLP 680</b>	51517-3	332
<b>SB</b>	EN 622-4	302	<b>CLP 1000</b>	51517-3	332
<b>SB.E</b>	EN 622-4	302	<b>CLP 1500</b>	51517-3	332
<b>SB.H</b>	EN 622-4	302	<b>G 00 E 30</b>	51826	334
<b>SB.HLS</b>	EN 622-4	302	<b>HL 10</b>	51524-1	333
<b>SB.LS</b>	EN 622-4	302	<b>HL 15</b>	51524-1	333
<b>ST</b>	68705-2	300	<b>HL 22</b>	51524-1	333
<b>STAE</b>	68705-2	300	<b>HL 32</b>	51524-1	333
<b>SWP</b>	EN 13353	299	<b>HL 46</b>	51524-1	333
<b>SWP/1</b>	EN 13353	299	<b>HL 68</b>	51524-1	333
<b>SWP/2</b>	EN 13353	299	<b>HL 100</b>	51524-1	333
<b>SWP/3</b>	EN 13353	299	<b>HL 150</b>	51524-1	333
<b>Teak</b>	68364	297	<b>HLP 10</b>	51524-2	333
<b>TEK</b>	4076-1	296	<b>HLP 15</b>	51524-2	333
			<b>HLP 22</b>	51524-2	333
			<b>HLP 32</b>	51524-2	333
			<b>HLP 46</b>	51524-2	333
			<b>HLP 68</b>	51524-2	333
			<b>HLP 100</b>	51524-2	333
			<b>HLP 150</b>	51524-2	333
			<b>HVLP 10</b>	51524-3	333
			<b>HVLP 15</b>	51524-3	333
			<b>HVLP 22</b>	51524-3	333
			<b>HVLP 32</b>	51524-3	333
			<b>HVLP 46</b>	51524-3	333
			<b>HVLP 68</b>	51524-3	333
			<b>HVLP 100</b>	51524-3	333
			<b>HVLP 150</b>	51524-3	333
			<b>K 1 G 20</b>	51825	334
			<b>KD W 46</b>	51503-1	332
			<b>L-AN 5</b>	51501	332
			<b>L-AN 7</b>	51501	332
			<b>L-AN 10</b>	51501	332
			<b>L-AN 22</b>	51501	332
			<b>L-AN 46</b>	51501	332
			<b>L-AN 68</b>	51501	332
			<b>L-AN 100</b>	51501	332
			<b>L-AN 150</b>	51501	332
			<b>L-AN 220</b>	51501	332
			<b>L-AN 320</b>	51501	332
			<b>L-AN 680</b>	51501	332
			<b>TD 32</b>	51515-1	332
			<b>TD 46</b>	51515-1	332
			<b>TD 68</b>	51515-1	332
			<b>TD 100</b>	51515-1	332
			<b>TG 32</b>	51515-2	332
			<b>TG 46</b>	51515-2	332
			<b>VB 22</b>	51506	332
			<b>VB 32</b>	51506	332
			<b>VB 46</b>	51506	332
			<b>VB 68</b>	51506	332
			<b>VB 100</b>	51506	332
			<b>VB 150</b>	51506	332
			<b>VB 220</b>	51506	332
			<b>VB 320</b>	51506	332
			<b>VB 460</b>	51506	332
			<b>VBL 22</b>	51506	332
			<b>VBL 32</b>	51506	332
			<b>VBL 46</b>	51506	332
			<b>VBL 68</b>	51506	332
			<b>VBL 100</b>	51506	332
			<b>VBL 150</b>	51506	332
<b>Sinterwerkstoffe</b>					
<b>S-Fe-175</b>	EN 10331	330			
S-Fe-175	EN 10331	s. Norm			
S-Fe-170	EN 10331	s. Norm			
S-Fe-165	EN 10331	s. Norm			
S-Fe-150	EN 10331	s. Norm			
S-FeP-150	EN 10331	s. Norm			
S-FeP-130	EN 10331	s. Norm			
S-FeP-110	EN 10331	s. Norm			
S-FeSi-80	EN 10331	s. Norm			
S-FeSi-50	EN 10331	s. Norm			
S-FeNi-20	EN 10331	s. Norm			
S-FeNi-15	EN 10331	s. Norm			
S-FeNi-8	EN 10331	s. Norm			
S-FeCo-100	EN 10331	s. Norm			
S-FeCo-200	EN 10331	s. Norm			
<b>Sint-A10</b>	3091	330			
<b>Sint-A20</b>	3091	330			
<b>Sint-AF40-3</b>	3091	330			
<b>Sint-D01</b>	3091	330			
<b>Schmierstoffe</b>					
<b>C 32</b>	51517-1	332			
<b>C 46</b>	51517-1	332			
<b>C 68</b>	51517-1	332			
<b>C 100</b>	51517-1	332			
<b>C 150</b>	51517-1	332			
<b>C 220</b>	51517-1	332			
<b>C 320</b>	51517-1	332			
<b>C 680</b>	51517-1	332			
<b>C 1000</b>	51517-1	332			
<b>C 1500</b>	51517-1	332			
<b>CL 32</b>	51517-2	332			
<b>CL 46</b>	51517-2	332			
<b>CL 68</b>	51517-2	332			
<b>CL 100</b>	51517-2	332			
<b>CL 150</b>	51517-2	332			
<b>CL 220</b>	51517-2	332			
<b>CL 320</b>	51517-2	332			
<b>CL 680</b>	51517-2	332			
<b>CL 1000</b>	51517-2	332			
<b>CL 1500</b>	51517-2	332			
<b>CLP 32</b>	51517-3	332			
<b>CLP 46</b>	51517-3	332			
<b>CLP 68</b>	51517-3	332			

Werkstoff	DIN	Seite
VBL 220	51506	332
VBL 320	51506	332
VBL 460	51506	332
VC 32	51506	332
VC 46	51506	332
VC 68	51506	332
VC 100	51506	332
VC 150	51506	332
VCL 32	51506	332

Werkstoff	DIN	Seite
VCL 46	51506	332
VCL 68	51506	332
VCL 100	51506	332
VCL 150	51506	332
VDL 32	51506	332
VDL 46	51506	332
VDL 68	51506	332
VDL 100	51506	332
VDL 150	51506	332

## 23.2 Werkstoffnummern

Dieser Abschnitt enthält Tabellen, in denen die im Abschnitt 8 behandelten Werkstoffe nach den neuen Europäischen Werkstoffnummern (Tab. 1025.1) und nach den herkömmlichen DIN-Werkstoffnummern (Tab. 1034.1) aufgelistet sind. Bei Mehrfachnennung einer Werkstoffnummer gilt i. Allg. der zugehörige Kurzname der Europäischen Norm als aktuell.

Nichtmetallische Werkstoffe, wie Kunststoffe oder Holz, werden i. Allg. nur durch Kurznamen beschrieben.

Tabelle 1025.1 Werkstoffe nach EN-Werkstoffnummern geordnet

EN-Nummer	Werkstoff	DIN	Seite	EN-Nummer	Werkstoff	DIN	Seite
CC040 Sorte A	Cu-C	EN 1982	217	CR020A	Cu-PHC	EN 1976	210
CC040 Sorte B	Cu-C	EN 1982	217	CW003A	Cu-ETP1	EN 13602	304
CC040 Sorte C	Cu-C	EN 1982	217	CW004A	Cu-ETP	EN 1652	225
CC040A	Cu-C	EN 1982	217	CW004A	Cu-ETP	EN 1652	231
CC140C	CuCr1-C	EN 1982	217	CW004A	Cu-ETP	EN 1977	210
CC212E	CuMn11Al8Fe3Ni3-C	EN 1982	218	CW004A	Cu-ETP	EN 12165	225
CC331G	CuAl10Fe2-C	EN 1982	218	CW004A	Cu-ETP	EN 12165	243
CC333G	CuAl10Fe5Ni5-C	EN 1082	217	CW004A	Cu-ETP	EN 13148	236
CC334G	CuAl11Fe6Ni6-C	EN 1982	218	CW004A	Cu-ETP	EN 13599	304
CC380H	CuNi10Fe1Mn1-C	EN 1982	218	CW004A	Cu-ETP	EN 13600	304
CC383H	CuNi30Fe1Mn1NbSi-C	EN 1982	218	CW004A	Cu-ETP	EN 13601	304
CC482K	CuSn11Pb2-C	EN 1982	217	CW004A	Cu-ETP	EN 13602	304
CC483K	CuSn12-C	EN 1982	217	CW004A	Cu-ETP	EN 13605	305
CC490K	CuSn3Zn8Pb5-C	EN 1982	218	CW006A	Cu-FRTP	EN 1652	225
CC491K	CuSn5Zn8Pb5-C	EN 1082	217	CW006A	Cu-FRTP	EN 1652	231
CC492K	CuSn5Zn8Pb5-C	EN 1082	217	CW006A	Cu-FRTP	EN 12163	225
CC496K	CuSn10Pb10-C	EN 1982	218	CW006A	Cu-FRTP	EN 12163	237
CC497K	CuSn5Pb20-C	EN 1982	218	CW007A	Cu-OF1	EN 1977	210
CC498K	CuSn6Zn4Pb2-C	EN 1082	217	CW007A	Cu-OF1	EN 13602	304
CC750S	CuZn33Pb2-C	EN 1982	217	CW008A	Cu-OF	EN 1652	225
CC754S	CuZn39Pb1Al-C	EN 1982	217	CW008A	Cu-OF	EN 1652	231
CC760S	CuZn15As-C	EN 1982	217	CW008A	Cu-OF	EN 1977	210
CC762S	CuZn25Al5Mn4Fe3-C	EN 1982	217	CW008A	Cu-OF	EN 12165	225
CR001A	Cu-CATH-1	EN 1978	210	CW008A	Cu-OF	EN 12165	243
CR002A	Cu-CATH-2	EN 1978	210	CW008A	Cu-OF	EN 13148	236
CR004A	Cu-ETP	EN 1976	209	CW008A	Cu-OF	EN 13599	304
CR005A	Cu-FRHC	EN 1976	209	CW008A	Cu-OF	EN 13600	304
CR005A	Cu-FRHC	EN 1977	210	CW008A	Cu-OF	EN 13601	304
CR005A	Cu-FRHC	EN 13599	304	CW008A	Cu-OF	EN 13602	304
CR005A	Cu-FRHC	EN 13600	304	CW008A	Cu-OF	EN 13605	305
CR005A	Cu-FRHC	EN 13601	304	CW009A	Cu-OF2	EN 1977	210
CR005A	Cu-FRHC	EN 13602	304	CW009A	Cu-OF2	EN 13604	306
CR005A	Cu-FRHC	EN 13605	305	CW011A	CuAg0,04	EN 1977	210
CR006A	Cu-FRTP	EN 1976	209	CW011A	CuAg0,04	EN 13601	304
CR008A	Cu-OF	EN 1976	209	CW011A	CuAg0,04	EN 13605	305
CR013A	CuAg0,10	EN 1976	209	CW012A	CuAg0,07	EN 1977	210
CR016A	CuAg0,10P	EN 1976	210	CW012A	CuAg0,07	EN 13601	304

Tabelle 1025.1, Fortsetzung

EN-Nummer	Werkstoff	DIN	Seite	EN-Nummer	Werkstoff	DIN	Seite
CW012A	CuAg0,07	EN 13605	305	CW024A	Cu-DHP	EN 12167	249
CW013A	CuAg0,10	EN 1977	210	CW024A	Cu-DHP	EN 12168	225
CW013A	CuAg0,10	EN 13599	304	CW024A	Cu-DHP	EN 12449	225
CW013A	CuAg0,10	EN 13600	304	CW024A	Cu-DHP	EN 12449	253
CW013A	CuAg0,10	EN 13601	304	CW024A	Cu-DHP	EN 12451	225
CW013A	CuAg0,10	EN 13605	305	CW024A	Cu-DHP	EN 12451	257
CW014A	CuAg0,04P	EN 13601	304	CW024A	Cu-DHP	EN 13148	236
CW014A	CuAg0,04P	EN 13605	305	CW100C	CuBe1,7	EN 1654	225
CW015A	CuAg0,07P	EN 1977	210	CW100C	CuBe1,7	EN 1654	233
CW015A	CuAg0,07P	EN 13601	304	CW100C	CuBe1,7	EN 13148	236
CW015A	CuAg0,07P	EN 13605	305	CW101C	CuBe2	EN 1652	228
CW016A	CuAg0,10P	EN 13599	304	CW101C	CuBe2	EN 1652	225
CW016A	CuAg0,10P	EN 13600	304	CW101C	CuBe2	EN 1654	225
CW016A	CuAg0,10P	EN 13601	304	CW101C	CuBe2	EN 1654	234
CW016A	CuAg0,10P	EN 13605	305	CW101C	CuBe2	EN 1654	234
CW017A	CuAg0,04(OF)	EN 1977	210	CW101C	CuBe2	EN 12163	225
CW017A	CuAg0,04(OF)	EN 13601	304	CW101C	CuBe2	EN 12163	238
CW017A	CuAg0,04(OF)	EN 13605	305	CW101C	CuBe2	EN 12165	225
CW017A	CuAg0,04(OF)	EN 13605	305	CW101C	CuBe2	EN 12165	243
CW018A	CuAg0,07(OF)	EN 1977	210	CW101C	CuBe2	EN 12166	225
CW018A	CuAg0,07(OF)	EN 13601	304	CW101C	CuBe2	EN 12166	245
CW018A	CuAg0,07(OF)	EN 13605	305	CW101C	CuBe2	EN 12167	225
CW019A	CuAg0,10(OF)	EN 1977	210	CW101C	CuBe2	EN 12167	248
CW019A	CuAg0,10(OF)	EN 13599	304	CW101C	CuBe2	EN 13148	236
CW019A	CuAg0,10(OF)	EN 13600	304	CW102C	CuBe2Pb	EN 12164	225
CW019A	CuAg0,10(OF)	EN 13601	304	CW102C	CuBe2Pb	EN 12164	241
CW019A	CuAg0,10(OF)	EN 13605	305	CW102C	CuBe2Pb	EN 12166	225
CW020A	Cu-PHC	EN 1977	210	CW102C	CuBe2Pb	EN 12166	245
CW020A	Cu-PHC	EN 13599	304	CW103C	CuCo1Ni1Be	EN 1652	232
CW020A	Cu-PHC	EN 13600	304	CW103C	CuCo1Ni1Be	EN 12163	238
CW020A	Cu-PHC	EN 13601	304	CW103C	CuCo1Ni1Be	EN 12165	243
CW020A	Cu-PHC	EN 13605	305	CW103C	CuCo1Ni1Be	EN 12166	247
CW021A	Cu-HCP	EN 1977	210	CW103C	CuCo1Ni1Be	EN 12167	249
CW021A	Cu-HCP	EN 12165	225	CW104C	CuCo2Be	EN 1652	229
CW021A	Cu-HCP	EN 12165	243	CW104C	CuCo2Be	EN 1652	225
CW021A	Cu-HCP	EN 13148	236	CW104C	CuCo2Be	EN 1654	225
CW021A	Cu-HCP	EN 13599	304	CW104C	CuCo2Be	EN 1654	234
CW021A	Cu-HCP	EN 13600	304	CW104C	CuCo2Be	EN 12163	225
CW021A	Cu-HCP	EN 13601	304	CW104C	CuCo2Be	EN 12163	238
CW021A	Cu-HCP	EN 13605	305	CW104C	CuCo2Be	EN 12165	225
CW022A	Cu-PHCE	EN 1977	210	CW104C	CuCo2Be	EN 12165	243
CW022A	Cu-PHCE	EN 13604	306	CW104C	CuCo2Be	EN 12166	225
CW023A	Cu-DLP	EN 1652	225	CW104C	CuCo2Be	EN 12166	245
CW023A	Cu-DLP	EN 1652	231	CW104C	CuCo2Be	EN 12167	225
CW023A	Cu-DLP	EN 1653	225	CW104C	CuCo2Be	EN 12167	249
CW023A	Cu-DLP	EN 1653	232	CW104C	CuCo2Be	EN 13148	236
CW023A	Cu-DLP	EN 1758	225	CW105C	CuCr1	EN 12163	238
CW023A	Cu-DLP	EN 1758	236	CW105C	CuCr1	EN 12165	243
CW023A	Cu-DLP	EN 1976	209	CW105C	CuCr1	EN 12167	249
CW023A	Cu-DLP	EN 12163	225	CW106C	CuCr1Zr	EN 12163	225
CW023A	Cu-DLP	EN 12163	237	CW106C	CuCr1Zr	EN 12163	238
CW023A	Cu-DLP	EN 12167	225	CW106C	CuCr1Zr	EN 12165	225
CW023A	Cu-DLP	EN 12167	249	CW106C	CuCr1Zr	EN 12165	243
CW023A	Cu-DLP	EN 13148	236	CW106C	CuCr1Zr	EN 12166	225
CW024A	Cu-DHP	EN 1652	225	CW106C	CuCr1Zr	EN 12167	225
CW024A	Cu-DHP	EN 1652	231	CW106C	CuCr1Zr	EN 12167	249
CW024A	Cu-DHP	EN 1653	225	CW107C	CuFe2P	EN 1654	232
CW024A	Cu-DHP	EN 1653	232	CW107C	CuFe2P	EN 1758	236
CW024A	Cu-DHP	EN 1976	209	CW108C	CuNi1P	EN 12163	238
CW024A	Cu-DHP	EN 12163	225	CW109C	CuNi1Si	EN 12163	225
CW024A	Cu-DHP	EN 12163	237	CW109C	CuNi1Si	EN 12163	238
CW024A	Cu-DHP	EN 12165	225	CW109C	CuNi1Si	EN 12165	225
CW024A	Cu-DHP	EN 12165	243	CW109C	CuNi1Si	EN 12165	243
CW024A	Cu-DHP	EN 12166	225	CW109C	CuNi1Si	EN 12166	225
CW024A	Cu-DHP	EN 12166	244	CW109C	CuNi1Si	EN 12166	247
CW024A	Cu-DHP	EN 12167	225	CW109C	CuNi1Si	EN 12167	225

Tabelle 1025.1, Fortsetzung

EN-Nummer	Werkstoff	DIN	Seite	EN-Nummer	Werkstoff	DIN	Seite
CW110C	CuNi2Be	EN 1652	225	CW307G	CuAl10Ni5Fe4	EN 1653	225
CW110C	CuNi2Be	EN 1652	229	CW307G	CuAl10Ni5Fe4	EN 1653	232
CW110C	CuNi2Be	EN 1654	225	CW307G	CuAl10Ni5Fe4	EN 12163	225
CW110C	CuNi2Be	EN 1654	234	CW307G	CuAl10Ni5Fe4	EN 12163	240
CW110C	CuNi2Be	EN 12163	225	CW307G	CuAl10Ni5Fe4	EN 12165	225
CW110C	CuNi2Be	EN 12163	238	CW307G	CuAl10Ni5Fe4	EN 12165	244
CW110C	CuNi2Be	EN 12165	225	CW307G	CuAl10Ni5Fe4	EN 12167	225
CW110C	CuNi2Be	EN 12165	243	CW307G	CuAl10Ni5Fe4	EN 12167	248
CW110C	CuNi2Be	EN 12166	225	CW308G	CuAl11Fe6Ni6	EN 12163	225
CW110C	CuNi2Be	EN 12166	245	CW308G	CuAl11Fe6Ni6	EN 12163	240
CW110C	CuNi2Be	EN 12167	225	CW308G	CuAl11Fe6Ni6	EN 12165	225
CW110C	CuNi2Be	EN 12167	249	CW308G	CuAl11Fe6Ni6	EN 12165	244
CW110C	CuNi2Be	EN 13148	236	CW308G	CuAl11Fe6Ni6	EN 12167	225
CW111C	CuNi2Si	EN 1652	232	CW308G	CuAl11Fe6Ni6	EN 12167	248
CW111C	CuNi2Si	EN 1654	232	CW350H	CuNi25	EN 1652	225
CW111C	CuNi2Si	EN 12163	238	CW350H	CuNi25	EN 1652	232
CW111C	CuNi2Si	EN 12165	243	CW351H	CuNi9Sn2	EN 1652	225
CW111C	CuNi2Si	EN 12166	247	CW351H	CuNi9Sn2	EN 1652	232
CW111C	CuNi2Si	EN 12167	249	CW351H	CuNi9Sn2	EN 1654	234
CW112C	CuNi3Si1	EN 12163	238	CW351H	CuNi9Sn2	EN 13148	236
CW112C	CuNi3Si1	EN 12165	243	CW352H	CuNi10Fe1Mn	EN 1652	229
CW113C	CuPb1P	EN 12164	225	CW352H	CuNi10Fe1Mn	EN 1652	225
CW113C	CuPb1P	EN 12164	241	CW352H	CuNi10Fe1Mn	EN 1653	225
CW114C	CuSP	EN 12164	225	CW352H	CuNi10Fe1Mn	EN 1653	232
CW114C	CuSP	EN 12164	241	CW352H	CuNi10Fe1Mn	EN 12163	225
CW114C	CuSP	EN 12166	225	CW352H	CuNi10Fe1Mn	EN 12163	239
CW114C	CuSP	EN 12168	225	CW352H	CuNi10Fe1Mn	EN 12165	225
CW114C	CuSP	EN 12168	252	CW352H	CuNi10Fe1Mn	EN 12165	243
CW115C	CuSi1	EN 12166	247	CW352H	CuNi10Fe1Mn	EN 12449	225
CW116C	CuSi3Mn1	EN 12163	240	CW352H	CuNi10Fe1Mn	EN 12451	225
CW116C	CuSi3Mn1	EN 12166	247	CW352H	CuNi10Fe1Mn	EN 12451	257
CW117C	CuSn0,15	EN 1758	236	CW353H	CuNi30Fe2Mn2	EN 12451	225
CW118C	CuTeP	EN 12164	241	CW353H	CuNi30Fe2Mn2	EN 12451	257
CW118C	CuTeP	EN 12166	247	CW354H	CuNi30Mn1Fe	EN 1652	226
CW118C	CuTeP	EN 12168	252	CW354H	CuNi30Mn1Fe	EN 1652	232
CW119C	CuZn0,5	EN 1652	225	CW354H	CuNi30Mn1Fe	EN 1653	226
CW119C	CuZn0,5	EN 1652	232	CW354H	CuNi30Mn1Fe	EN 1653	232
CW120C	CuZr	EN 12163	225	CW354H	CuNi30Mn1Fe	EN 12163	226
CW120C	CuZr	EN 12163	238	CW354H	CuNi30Mn1Fe	EN 12163	239
CW120C	CuZr	EN 12165	225	CW354H	CuNi30Mn1Fe	EN 12165	226
CW120C	CuZr	EN 12165	243	CW354H	CuNi30Mn1Fe	EN 12165	243
CW120C	CuZr	EN 12166	225	CW354H	CuNi30Mn1Fe	EN 12449	225
CW120C	CuZr	EN 12166	247	CW354H	CuNi30Mn1Fe	EN 12451	225
CW120C	CuZr	EN 12167	225	CW354H	CuNi30Mn1Fe	EN 12451	226
CW120C	CuZr	EN 12167	248	CW400J	CuNi7Zn39Pb3Mn2	EN 12164	240
CW300G	CuAl5As	EN 12451	225	CW400J	CuNi7Zn39Pb3Mn2	EN 12166	247
CW300G	CuAl5As	EN 12451	257	CW400J	CuNi7Zn39Pb3Mn2	EN 12167	248
CW301G	CuAl6Si2Fe	EN 12163	240	CW401J	CuNi10Zn27	EN 1652	232
CW301G	CuAl6Si2Fe	EN 12167	248	CW401J	CuNi10Zn27	EN 12166	246
CW302G	CuAl7Si2	EN 12163	240	CW402J	CuNi10Zn42Pb2	EN 12164	240
CW302G	CuAl7Si2	EN 12167	248	CW402J	CuNi10Zn42Pb2	EN 12166	247
CW303G	CuAl8Fe3	EN 1652	225	CW402J	CuNi10Zn42Pb2	EN 12167	248
CW303G	CuAl8Fe3	EN 1652	232	CW403J	CuNi12Zn24	EN 1652	226
CW303G	CuAl8Fe3	EN 1653	225	CW403J	CuNi12Zn24	EN 1652	232
CW303G	CuAl8Fe3	EN 1653	232	CW403J	CuNi12Zn24	EN 1654	226
CW303G	CuAl8Fe3	EN 12165	225	CW403J	CuNi12Zn24	EN 1654	234
CW304G	CuAl9Ni3Fe2	EN 1653	232	CW403J	CuNi12Zn24	EN 12163	226
CW305G	CuAl10Fe1	EN 12163	240	CW403J	CuNi12Zn24	EN 12163	239
CW305G	CuAl10Fe1	EN 12167	248	CW403J	CuNi12Zn24	EN 12166	226
CW306G	CuAl10Fe3Mn2	EN 12163	225	CW403J	CuNi12Zn24	EN 12166	246
CW306G	CuAl10Fe3Mn2	EN 12163	240	CW403J	CuNi12Zn24	EN 12167	226
CW306G	CuAl10Fe3Mn2	EN 12165	225	CW403J	CuNi12Zn24	EN 12167	248
CW306G	CuAl10Fe3Mn2	EN 12165	244	CW403J	CuNi12Zn24	EN 12449	226
CW306G	CuAl10Fe3Mn2	EN 12167	225	CW404J	CuNi12Zn25Pb1	EN 1652	232
CW306G	CuAl10Fe3Mn2	EN 12167	248	CW405J	CuNi12Zn29	EN 1654	232



Tabelle 1025.1, Fortsetzung

EN-Nummer	Werkstoff	DIN	Seite	EN-Nummer	Werkstoff	DIN	Seite
CW406J	CuNi12Zn30Pb1	EN 12164	226	CW459K	CuSn8P	EN 12163	239
CW406J	CuNi12Zn30Pb1	EN 12166	226	CW500L	CuZn5	EN 1652	226
CW406J	CuNi12Zn30Pb1	EN 12166	247	CW500L	CuZn5	EN 1652	232
CW406J	CuNi12Zn30Pb1	EN 12167	226	CW500L	CuZn5	EN 12163	226
CW406J	CuNi12Zn30Pb1	EN 12167	248	CW500L	CuZn5	EN 12163	240
CW407J	CuNi12Zn38Mn5Pb2	EN 12167	248	CW500L	CuZn5	EN 12449	226
CW408J	CuNi18Zn19Pb1	EN 12164	226	CW500L	CuZn5	EN 13148	236
CW408J	CuNi18Zn19Pb1	EN 12166	226	CW501L	CuZn10	EN 1652	226
CW408J	CuNi18Zn19Pb1	EN 12166	247	CW501L	CuZn10	EN 1652	232
CW408J	CuNi18Zn19Pb1	EN 12167	226	CW501L	CuZn10	EN 12163	226
CW408J	CuNi18Zn19Pb1	EN 12167	248	CW501L	CuZn10	EN 12163	240
CW409J	CuNi18Zn20	EN 1652	226	CW501L	CuZn10	EN 12166	226
CW409J	CuNi18Zn20	EN 1652	229	CW501L	CuZn10	EN 12166	247
CW409J	CuNi18Zn20	EN 1654	226	CW501L	CuZn10	EN 12449	226
CW409J	CuNi18Zn20	EN 1654	233	CW501L	CuZn10	EN 13148	236
CW409J	CuNi18Zn20	EN 12163	226	CW502L	CuZn15	EN 1652	226
CW409J	CuNi18Zn20	EN 12166	226	CW502L	CuZn15	EN 1652	232
CW409J	CuNi18Zn20	EN 12166	246	CW502L	CuZn15	EN 1654	226
CW409J	CuNi18Zn20	EN 12167	226	CW502L	CuZn15	EN 1654	232
CW409J	CuNi18Zn20	EN 12167	248	CW502L	CuZn15	EN 12163	226
CW409J	CuNi18Zn20	EN 12449	226	CW502L	CuZn15	EN 12163	240
CW410J	CuNi18Zn27	EN 1652	226	CW502L	CuZn15	EN 12166	226
CW410J	CuNi18Zn27	EN 1652	232	CW502L	CuZn15	EN 12166	247
CW410J	CuNi18Zn27	EN 1654	226	CW502L	CuZn15	EN 12449	226
CW410J	CuNi18Zn27	EN 1654	233	CW502L	CuZn15	EN 13148	236
CW450K	CuSn4	EN 1652	226	CW503L	CuZn20	EN 1652	226
CW450K	CuSn4	EN 1652	232	CW503L	CuZn20	EN 1652	232
CW450K	CuSn4	EN 1654	226	CW503L	CuZn20	EN 12163	226
CW450K	CuSn4	EN 1654	233	CW503L	CuZn20	EN 12163	240
CW450K	CuSn4	EN 12166	226	CW503L	CuZn20	EN 12166	226
CW450K	CuSn4	EN 12166	247	CW503L	CuZn20	EN 12166	247
CW450K	CuSn4	EN 13148	236	CW503L	CuZn20	EN 12449	226
CW451K	CuSn5	EN 1654	232	CW503L	CuZn20	EN 13148	236
CW451K	CuSn5	EN 12163	240	CW503L	CuZn20	EN 13148	236
CW451K	CuSn5	EN 12166	247	CW504L	CuZn28	EN 12163	240
CW452K	CuSn6	EN 1652	226	CW505L	CuZn30	EN 1652	226
CW452K	CuSn6	EN 1652	229	CW505L	CuZn30	EN 1652	232
CW452K	CuSn6	EN 1654	233	CW505L	CuZn30	EN 1654	226
CW452K	CuSn6	EN 12163	226	CW505L	CuZn30	EN 1654	233
CW452K	CuSn6	EN 12163	239	CW505L	CuZn30	EN 12163	226
CW452K	CuSn6	EN 12166	226	CW505L	CuZn30	EN 12163	240
CW452K	CuSn6	EN 12166	246	CW505L	CuZn30	EN 12166	226
CW452K	CuSn6	EN 12167	226	CW505L	CuZn30	EN 12166	247
CW452K	CuSn6	EN 12167	248	CW505L	CuZn30	EN 12449	226
CW452K	CuSn6	EN 12449	226	CW505L	CuZn30	EN 12449	264
CW452K	CuSn6	EN 12449	253	CW505L	CuZn30	EN 13148	236
CW452K	CuSn6	EN 13148	236	CW506L	CuZn33	EN 1652	230
CW453K	CuSn8	EN 1652	226	CW506L	CuZn33	EN 1652	226
CW453K	CuSn8	EN 1652	229	CW506L	CuZn33	EN 12163	226
CW453K	CuSn8	EN 1654	226	CW506L	CuZn33	EN 12163	240
CW453K	CuSn8	EN 1654	233	CW506L	CuZn33	EN 12163	240
CW453K	CuSn8	EN 12163	226	CW507L	CuZn36	EN 13148	236
CW453K	CuSn8	EN 12163	239	CW507L	CuZn36	EN 1652	230
CW453K	CuSn8	EN 12166	226	CW507L	CuZn36	EN 1654	226
CW453K	CuSn8	EN 12166	247	CW507L	CuZn36	EN 1654	232
CW453K	CuSn8	EN 12167	226	CW507L	CuZn36	EN 12163	226
CW453K	CuSn8	EN 12167	248	CW507L	CuZn36	EN 12163	240
CW453K	CuSn8	EN 12449	226	CW507L	CuZn36	EN 12166	226
CW453K	CuSn8	EN 13148	236	CW507L	CuZn36	EN 12166	248
CW454K	CuSn3Zn9	EN 1652	232	CW507L	CuZn36	EN 12167	226
CW454K	CuSn3Zn9	EN 1654	232	CW507L	CuZn36	EN 12167	249
CW455K	CuSn4Pb2P	EN 12164	240	CW507L	CuZn36	EN 12449	226
CW456K	CuSn4Pb4Zn4	EN 12164	240	CW507L	CuZn36	EN 13148	236
CW457K	CuSn4Te1P	EN 12164	240	CW508L	CuZn37	EN 1652	226
CW458K	CuSn5Pb1	EN 12164	240	CW508L	CuZn37	EN 1652	230
				CW508L	CuZn37	EN 12163	226

Tabelle 1025.1, Fortsetzung

EN-Nummer	Werkstoff	DIN	Seite	EN-Nummer	Werkstoff	DIN	Seite
CW508L	CuZn37	EN 12163	239	CW607N	CuZn38Pb1	EN 12164	240
CW508L	CuZn37	EN 12165	226	CW607N	CuZn38Pb1	EN 12167	248
CW508L	CuZn37	EN 12165	243	CW607N	CuZn38Pb1	EN 12168	251
CW508L	CuZn37	EN 12166	226	CW607N	CuZn38Pb1	EN 12168	252
CW508L	CuZn37	EN 12166	248	CW608N	CuZn38Pb2	EN 1652	232
CW508L	CuZn37	EN 12167	226	CW608N	CuZn38Pb2	EN 12164	240
CW508L	CuZn37	EN 12167	249	CW608N	CuZn38Pb2	EN 12166	247
CW508L	CuZn37	EN 12449	226	CW608N	CuZn38Pb2	EN 12167	248
CW508L	CuZn37	EN 13148	236	CW608N	CuZn38Pb2	EN 12168	251
CW509L	CuZn40	EN 1652	226	CW608N	CuZn38Pb2	EN 12168	252
CW509L	CuZn40	EN 1652	232	CW609N	CuZn38Pb4	EN 12164	240
CW509L	CuZn40	EN 12163	226	CW609N	CuZn38Pb4	EN 12166	247
CW509L	CuZn40	EN 12163	239	CW609N	CuZn38Pb4	EN 12167	250
CW509L	CuZn40	EN 12165	226	CW609N	CuZn38Pb4	EN 12168	251
CW509L	CuZn40	EN 12165	243	CW609N	CuZn38Pb4	EN 12168	252
CW509L	CuZn40	EN 12167	226	CW610N	CuZn39Pb0,5	EN 1652	226
CW509L	CuZn40	EN 12167	249	CW610N	CuZn39Pb0,5	EN 1652	230
CW509L	CuZn40	EN 12449	226	CW610N	CuZn39Pb0,5	EN 1653	226
CW600N	CuZn35Pb1	EN 1652	226	CW610N	CuZn39Pb0,5	EN 1653	232
CW600N	CuZn35Pb1	EN 1652	230	CW610N	CuZn39Pb0,5	EN 12164	226
CW600N	CuZn35Pb1	EN 12164	226	CW610N	CuZn39Pb0,5	EN 12164	242
CW600N	CuZn35Pb1	EN 12164	241	CW610N	CuZn39Pb0,5	EN 12165	226
CW600N	CuZn35Pb1	EN 12165	226	CW610N	CuZn39Pb0,5	EN 12166	226
CW600N	CuZn35Pb1	EN 12166	226	CW610N	CuZn39Pb0,5	EN 12166	247
CW600N	CuZn35Pb1	EN 12166	247	CW610N	CuZn39Pb0,5	EN 12167	226
CW600N	CuZn35Pb1	EN 12167	226	CW610N	CuZn39Pb0,5	EN 12167	248
CW600N	CuZn35Pb1	EN 12167	248	CW610N	CuZn39Pb1	EN 12167	248
CW600N	CuZn35Pb1	EN 12449	226	CW611N	CuZn39Pb1	EN 12168	251
CW600N	CuZn35Pb1	EN 12449	255	CW611N	CuZn39Pb1	EN 12168	252
CW601N	CuZn35Pb2	EN 12164	226	CW611N	CuZn39Pb1	EN 12168	252
CW601N	CuZn35Pb2	EN 12164	241	CW612N	CuZn39Pb2	EN 1652	226
CW601N	CuZn35Pb2	EN 12166	226	CW612N	CuZn39Pb2	EN 1652	230
CW601N	CuZn35Pb2	EN 12166	247	CW612N	CuZn39Pb2	EN 1652	232
CW601N	CuZn35Pb2	EN 12167	226	CW612N	CuZn39Pb2	EN 12164	226
CW601N	CuZn35Pb2	EN 12167	248	CW612N	CuZn39Pb2	EN 12164	242
CW601N	CuZn35Pb2	EN 12168	226	CW612N	CuZn39Pb2	EN 12165	226
CW601N	CuZn35Pb2	EN 12168	251	CW612N	CuZn39Pb2	EN 12166	226
CW601N	CuZn35Pb2	EN 12168	252	CW612N	CuZn39Pb2	EN 12166	247
CW602N	CuZn36Pb2As	EN 12164	240	CW612N	CuZn39Pb2	EN 12167	226
CW602N	CuZn36Pb2As	EN 12165	243	CW612N	CuZn39Pb2	EN 12167	248
CW602N	CuZn36Pb2As	EN 12167	250	CW612N	CuZn39Pb2	EN 12168	226
CW602N	CuZn36Pb2As	EN 12168	251	CW612N	CuZn39Pb2	EN 12168	252
CW602N	CuZn36Pb2As	EN 12168	252	CW612N	CuZn39Pb2	EN 12168	252
CW603N	CuZn36Pb3	EN 12164	226	CW613N	CuZn39Pb2Sn	EN 12167	248
CW603N	CuZn36Pb3	EN 12168	242	CW614N	CuZn39Pb3	EN 12164	226
CW603N	CuZn36Pb3	EN 12166	226	CW614N	CuZn39Pb3	EN 12164	242
CW603N	CuZn36Pb3	EN 12166	247	CW614N	CuZn39Pb3	EN 12165	226
CW603N	CuZn36Pb3	EN 12167	226	CW614N	CuZn39Pb3	EN 12166	226
CW603N	CuZn36Pb3	EN 12167	248	CW614N	CuZn39Pb3	EN 12167	226
CW603N	CuZn36Pb3	EN 12168	226	CW614N	CuZn39Pb3	EN 12167	250
CW603N	CuZn36Pb3	EN 12168	226	CW614N	CuZn39Pb3	EN 12168	226
CW603N	CuZn36Pb3	EN 12168	251	CW614N	CuZn39Pb3	EN 12168	252
CW603N	CuZn36Pb3	EN 12168	252	CW617N	CuZn40Pb2	EN 12164	226
CW603N	CuZn36Pb3	EN 12449	226	CW617N	CuZn40Pb2	EN 12165	226
CW604N	CuZn37Pb0,5	EN 1652	226	CW617N	CuZn40Pb2	EN 12166	226
CW604N	CuZn37Pb0,5	EN 1652	230	CW617N	CuZn40Pb2	EN 12166	247
CW604N	CuZn37Pb0,5	EN 12449	226	CW617N	CuZn40Pb2	EN 12167	226
CW605N	CuZn37Pb1	EN 12168	251	CW617N	CuZn40Pb2	EN 12167	250
CW605N	CuZn37Pb1	EN 12168	252	CW617N	CuZn40Pb2	EN 12168	226
CW606N	CuZn37Pb2	EN 1652	232	CW617N	CuZn40Pb2	EN 12168	251
CW606N	CuZn37Pb2	EN 12164	240	CW617N	CuZn40Pb2	EN 12168	252
CW606N	CuZn37Pb2	EN 12166	247	CW617N	CuZn40Pb2	EN 12168	252
CW606N	CuZn37Pb2	EN 12167	248	CW618N	CuZn40Pb2Al	EN 12167	248
CW606N	CuZn37Pb2	EN 12168	251	CW619N	CuZn40Pb2Sn	EN 12164	240
CW606N	CuZn37Pb2	EN 12168	252	CW620N	CuZn41Pb1Al	EN 12167	248
CW606N	CuZn37Pb2	EN 12168	252	CW621N	CuZn42PbAl	EN 12167	248

Tabelle 1025.1, Fortsetzung

EN-Nummer	Werkstoff	DIN	Seite	EN-Nummer	Werkstoff	DIN	Seite
CW622N	CuZn43Pb1Al	EN 12167	248	CW719R	CuZn39Sn1	EN 12163	240
CW623N	CuZn43Pb2	EN 12164	226	CW719R	CuZn39Sn1	EN 12167	248
CW623N	CuZn43Pb2	EN 12167	226	CW720R	CuZn40Mn1Pb1	EN 12164	227
CW624N	CuZn43Pb2Al	EN 12167	248	CW720R	CuZn40Mn1Pb1	EN 12164	242
CW701R	CuZn19Sn	EN 12166	247	CW720R	CuZn40Mn1Pb1	EN 12165	227
CW702R	CuZn20Al2As	EN 1652	227	CW720R	CuZn40Mn1Pb1	EN 12166	227
CW702R	CuZn20Al2As	EN 1652	232	CW720R	CuZn40Mn1Pb1	EN 12166	247
CW702R	CuZn20Al2As	EN 1653	227	CW720R	CuZn40Mn1Pb1	EN 12167	227
CW702R	CuZn20Al2As	EN 1653	232	CW720R	CuZn40Mn1Pb1	EN 12167	248
CW702R	CuZn20Al2As	EN 12167	227	CW720R	CuZn40Mn1Pb1	EN 12168	227
CW702R	CuZn20Al2As	EN 12449	227	CW720R	CuZn40Mn1Pb1	EN 12168	252
CW702R	CuZn20Al2As	EN 12451	227	CW721R	CuZn40Mn1Pb1AlFeSn	EN 12164	240
CW702R	CuZn20Al2As	EN 12451	257	CW721R	CuZn40Mn1Pb1AlFeSn	EN 12165	243
CW703R	CuZn23Al3Co	EN 1654	232	CW721R	CuZn40Mn1Pb1AlFeSn	EN 12168	252
CW704R	CuZn23Al6Mn4Fe3Pb	EN 12163	227	CW722R	CuZn40Mn1Pb1FeSn	EN 12164	240
CW704R	CuZn23Al6Mn4Fe3Pb	EN 12163	239	CW722R	CuZn40Mn1Pb1FeSn	EN 12165	243
CW704R	CuZn23Al6Mn4Fe3Pb	EN 12165	227	CW722R	CuZn40Mn1Pb1FeSn	EN 12168	252
CW704R	CuZn23Al6Mn4Fe3Pb	EN 12165	243	CW723R	CuZn40Mn2Fe1	EN 12167	248
CW704R	CuZn23Al6Mn4Fe3Pb	EN 12167	227	EN AC-21000	EN AC-Al Cu4MgTi	EN 1706	219
CW705R	CuZn25Al5Fe2Mn2Pb	EN 12163	240	EN AC-21100	EN AC-Al Cu4Ti	EN 1706	219
CW705R	CuZn25Al5Fe2Mn2Pb	EN 12165	243	EN AC-41000	EN AC-Al Si2MgTi	EN 1706	219
CW706R	CuZn28Sn1As	EN 12451	227	EN AC-42000	EN AC-Al Si7Mg	EN 1706	219
CW706R	CuZn28Sn1As	EN 12451	257	EN AC-42100	EN AC-Al Si7Mg0,3	EN 1706	219
CW708R	CuZn31Si1	EN 12163	227	EN AC-42200	EN AC-Al Si7Mg0,6	EN 1706	219
CW708R	CuZn31Si1	EN 12163	239	EN AC-43000	EN AC-Al Si10Mg(a)	EN 1706	219
CW709R	CuZn32Pb2AsFeSe	EN 12163	240	EN AC-43100	EN AC-Al Si10Mg(b)	EN 1706	219
CW710R	CuZn35Ni3Mn2AlPb	EN 12163	227	EN AC-43200	EN AC-Al Si10Mg(Cu)	EN 1706	219
CW710R	CuZn35Ni3Mn2AlPb	EN 12163	239	EN AC-43300	EN AC-Al Si9Mg	EN 1706	219
CW710R	CuZn35Ni3Mn2AlPb	EN 12165	227	EN AC-43400	EN AC-Al Si10Mg(Fe)	EN 1706	219
CW710R	CuZn35Ni3Mn2AlPb	EN 12165	243	EN AC-44000	EN AC-Al Si11	EN 1706	219
CW710R	CuZn35Ni3Mn2AlPb	EN 12167	227	EN AC-44100	EN AC-Al Si12(b)	EN 1706	219
CW711R	CuZn36Pb2Sn1	EN 12164	240	EN AC-44200	EN AC-Al Si12(a)	EN 1706	219
CW711R	CuZn36Pb2Sn1	EN 12168	252	EN AC-44300	EN AC-Al Si12(Fe)	EN 1706	219
CW712R	CuZn36Sn1Pb	EN 12163	240	EN AC-44400	EN AC-Al Si9	EN 1706	219
CW712R	CuZn36Sn1Pb	EN 12166	247	EN AC-45000	EN AC-Al Si6Cu4	EN 1706	219
CW712R	CuZn36Sn1Pb	EN 12167	248	EN AC-45100	EN AC-Al Si5Cu3Mg	EN 1706	219
CW713R	CuZn37Mn3Al2PbSi	EN 12164	227	EN AC-45200	EN AC-Al Si5Cu3Mn	EN 1706	219
CW713R	CuZn37Mn3Al2PbSi	EN 12164	242	EN AC-45300	EN AC-Al Si5Cu1Mg	EN 1706	219
CW713R	CuZn37Mn3Al2PbSi	EN 12165	227	EN AC-45400	EN AC-Al Si5Cu3	EN 1706	219
CW713R	CuZn37Mn3Al2PbSi	EN 12167	227	EN AC-46000	EN AC-Al Si12Cu3(Fe)	EN 1706	219
CW713R	CuZn37Mn3Al2PbSi	EN 12167	248	EN AC-46100	EN AC-Al Si11Cu2(Fe)	EN 1706	219
CW713R	CuZn37Mn3Al2PbSi	EN 12168	227	EN AC-46200	EN AC-Al Si8Cu3	EN 1706	219
CW713R	CuZn37Mn3Al2PbSi	EN 12168	252	EN AC-46300	EN AC-Al Si7Cu3Mg	EN 1706	219
CW713R	CuZn37Mn3Al2PbSi	EN 12449	227	EN AC-46400	EN AC-Al Si9Cu1Mg	EN 1706	219
CW713R	CuZn37Mn3Al2PbSi	EN 12449	255	EN AC-46500	EN AC-Al Si9Cu3(Fe)(Zn)	EN 1706	219
CW714R	CuZn37Pb1Sn1	EN 12164	240	EN AC-46600	EN AC-Al Si7Cu2	EN 1706	219
CW714R	CuZn37Pb1Sn1	EN 12166	247	EN AC-47000	EN AC-Al Si12(Cu)	EN 1706	219
CW714R	CuZn37Pb1Sn1	EN 12167	248	EN AC-47100	EN AC-Al Si12Cu1(Fe)	EN 1706	219
CW714R	CuZn37Pb1Sn1	EN 12168	252	EN AC-48000	EN AC-Al Si12CuNiMg	EN 1706	219
CW715R	CuZn38AlFeNiPbSn	EN 1653	227	EN AC-51000	EN AC-Al Mg3(b)	EN 1706	219
CW715R	CuZn38AlFeNiPbSn	EN 1653	232	EN AC-51100	EN AC-Al Mg3(a)	EN 1706	219
CW716R	CuZn38Mn1Al	EN 12163	227	EN AC-51200	EN AC-Al Mg9	EN 1706	219
CW716R	CuZn38Mn1Al	EN 12163	239	EN AC-51300	EN AC-Al Mg5	EN 1706	219
CW717R	CuZn38Sn1As	EN 1653	227	EN AC-51400	EN AC-Al Mg5(Si)	EN 1706	219
CW717R	CuZn38Sn1As	EN 1653	232	EN AW-1350A-F	EN AW-EAI 99,5(A)	EN 14121	308
CW717R	CuZn38Sn1As	EN 12164	227	EN AW-	EN AW-EAI 99,5(A)	EN 14121	308
CW717R	CuZn38Sn1As	EN 12168	227	1350A-H111			
CW718R	CuZn39Mn1AlPbSi	EN 12163	227	EN AW-	EN AW-EAI 99,5(A)	EN 14121	308
CW718R	CuZn39Mn1AlPbSi	EN 12163	239	1350A-H19			
CW718R	CuZn39Mn1AlPbSi	EN 12165	227	EN AW-	EN AW-EAI 99,5(A)	EN 14121	308
CW718R	CuZn39Mn1AlPbSi	EN 12167	227	1350A-H24			
CW718R	CuZn39Mn1AlPbSi	EN 12167	248	EN AW-	EN AW-EAI 99,5(A)	EN 14121	308
CW719R	CuZn39Sn1	EN 1653	232	1350A-H26			

Tabelle 1025.1, Fortsetzung

EN-Nummer	Werkstoff	DIN	Seite	EN-Nummer	Werkstoff	DIN	Seite
EN AW-1350A-H28	EN AW-EAl 99,5(A)	EN 14121	308	EN AW-2011	EN AW-AI Cu6BiPb	EN 1301-2	261
EN AW-1350A-O	EN AW-EAl 99,5(A)	EN 14121	308	EN AW-2011A	EN AW-AI Cu6BiPb(A)	EN 755-7	269
EN AW-1350-F	EN AW-EAl 99,5	EN 14121	308	EN AW-2011A	EN AW-AI Cu6BiPb(A)	EN 755-5	264
EN AW-1350-H111	EN AW-EAl 99,5	EN 14121	308	EN AW-2011A	EN AW-AI Cu6BiPb(A)	EN 754-2	260
EN AW-1350-H19	EN AW-EAl 99,5	EN 14121	308	EN AW-2014	EN AW-AI Cu4SiMg	EN 485-2	258
EN AW-1350-H24	EN AW-EAl 99,5	EN 14121	308	EN AW-2014	EN AW-AI Cu4SiMg	EN 573-3	212
EN AW-1350-H26	EN AW-EAl 99,5	EN 14121	308	EN AW-2014	EN AW-AI Cu4SiMg	EN 586-3	267
EN AW-1350-H28	EN AW-EAl 99,5	EN 14121	308	EN AW-2014	EN AW-AI Cu4SiMg	EN 586-2	260
EN AW-1350-O	EN AW-EAl 99,5	EN 14121	308	EN AW-2014	EN AW-AI Cu4SiMg	EN 755-7	269
EN AW-1050A	EN AW-AI 99,5	EN 485-4	267	EN AW-2014	EN AW-AI Cu4SiMg	EN 755-5	264
EN AW-1050A	EN AW-AI 99,5	EN 485-2	258	EN AW-2014	EN AW-AI Cu4SiMg(A)	EN 754-2	260
EN AW-1050A	EN AW-AI 99,5	EN 546-2	260	EN AW-2014A	EN AW-AI Cu4SiMg(A)	EN 755-5	264
EN AW-1050A	EN AW-AI 99,5	EN 573-3	212	EN AW-2014A	EN AW-AI Cu4SiMg(A)	EN 754-2	260
EN AW-1050A	EN AW-AI 99,5	EN 755-9	265	EN AW-2014A	EN AW-AI Cu4SiMg(A)	EN 1301-2	261
EN AW-1050A	EN AW-AI 99,5	EN 754-8	269	EN AW-2017A	EN AW-AI Cu4MgSi(A)	EN 485-2	258
EN AW-1050A	EN AW-AI 99,5	EN 755-8	269	EN AW-2017A	EN AW-AI Cu4MgSi(A)	EN 573-3	212
EN AW-1050A	EN AW-AI 99,5	EN 755-7	269	EN AW-2017A	EN AW-AI Cu4MgSi(A)	EN 755-7	269
EN AW-1050A	EN AW-AI 99,5	EN 755-5	264	EN AW-2017A	EN AW-AI Cu4MgSi(A)	EN 755-5	264
EN AW-1050A	EN AW-AI 99,5	EN 754-2	260	EN AW-2017A	EN AW-AI Cu4MgSi(A)	EN 754-2	260
EN AW-1050A	EN AW-AI 99,5	EN 1301-2	261	EN AW-2017A	EN AW-AI Cu4MgSi(A)	EN 1301-2	261
EN AW-1050A	EN AW-AI 99,5	EN 1386	267	EN AW-2024	EN AW-AI Cu4Mg1	EN 485-2	258
EN AW-1070A	EN AW-AI 99,7	EN 485-4	267	EN AW-2024	EN AW-AI Cu4Mg1	EN 573-3	212
EN AW-1070A	EN AW-AI 99,7	EN 485-2	258	EN AW-2024	EN AW-AI Cu4Mg1	EN 586-3	267
EN AW-1070A	EN AW-AI 99,7	EN 573-3	212	EN AW-2024	EN AW-AI Cu4Mg1	EN 586-2	260
EN AW-1070A	EN AW-AI 99,7	EN 755-9	265	EN AW-2024	EN AW-AI Cu4Mg1	EN 755-7	269
EN AW-1070A	EN AW-AI 99,7	EN 755-7	269	EN AW-2024	EN AW-AI Cu4Mg1	EN 754-2	260
EN AW-1070A	EN AW-AI 99,7	EN 755-5	264	EN AW-2024	EN AW-AI Cu4Mg1	EN 1301-2	261
EN AW-1070A	EN AW-AI 99,7	EN 755-2	260	EN AW-2030	EN AW-AI Cu4PbMg	EN 755-7	269
EN AW-1070A	EN AW-AI 99,7	EN 1301-2	261	EN AW-2030	EN AW-AI Cu4PbMg	EN 755-5	264
EN AW-1080A	EN AW-AI 99,8(A)	EN 485-4	267	EN AW-2030	EN AW-AI Cu4PbMg	EN 754-2	260
EN AW-1080A	EN AW-AI 99,8(A)	EN 485-2	258	EN AW-2117	EN AW-AI Cu2,5Mg	EN 1301-2	261
EN AW-1080A	EN AW-AI 99,8(A)	EN 485-2	258	EN AW-2124	EN AW-AI Cu4Mg1	EN 755-5	264
EN AW-1098	EN AW-AI 99,98	EN 1301-2	261	EN AW-3003	EN AW-AI Mn1Cu	EN 485-4	267
EN AW-1200	EN AW-AI 99,0	EN 485-4	267	EN AW-3003	EN AW-AI Mn1Cu	EN 485-2	258
EN AW-1200	EN AW-AI 99,0	EN 485-2	258	EN AW-3003	EN AW-AI Mn1Cu	EN 573-3	212
EN AW-1200	EN AW-AI 99,0	EN 546-2	260	EN AW-3003	EN AW-AI Mn1Cu	EN 755-9	265
EN AW-1200	EN AW-AI 99,0	EN 573-3	212	EN AW-3003	EN AW-AI Mn1Cu	EN 754-8	269
EN AW-1200	EN AW-AI 99,0	EN 755-9	265	EN AW-3003	EN AW-AI Mn1Cu	EN 755-8	269
EN AW-1200	EN AW-AI 99,0	EN 754-8	269	EN AW-3003	EN AW-AI Mn1Cu	EN 755-7	269
EN AW-1200	EN AW-AI 99,0	EN 755-8	269	EN AW-3003	EN AW-AI Mn1Cu	EN 755-5	264
EN AW-1200	EN AW-AI 99,0	EN 755-7	269	EN AW-3003	EN AW-AI Mn1Cu	EN 754-2	260
EN AW-1200	EN AW-AI 99,0	EN 755-5	264	EN AW-3003	EN AW-AI Mn1Cu	EN 1301-2	261
EN AW-1200	EN AW-AI 99,0	EN 754-2	260	EN AW-3003	EN AW-AI Mn1Cu	EN 1386	267
EN AW-1350	EN AW-EAl 99,5	EN 573-3	212	EN AW-3004	EN AW-AI Mn1Mg1	EN 485-2	258
EN AW-1350	EN AW-EAl 99,5	EN 755-9	265	EN AW-3005	EN AW-AI Mn1Mg0,5	EN 485-4	267
EN AW-1350	EN AW-EAl 99,5	EN 754-8	269	EN AW-3005	EN AW-AI Mn1Mg0,5	EN 485-2	258
EN AW-1350	EN AW-EAl 99,5	EN 755-8	269	EN AW-3005	EN AW-AI Mn1Mg0,5	EN 573-3	212
EN AW-1350	EN AW-EAl 99,5	EN 755-7	269	EN AW-3103	EN AW-AI Mn1	EN 485-4	267
EN AW-1350	EN AW-EAl 99,5	EN 755-5	264	EN AW-3103	EN AW-AI Mn1	EN 485-2	258
EN AW-1350	EN AW-EAl 99,5	EN 755-2	260	EN AW-3103	EN AW-AI Mn1	EN 573-3	212
EN AW-1350A-O	EN AW-EAl 99,5(A)	40501-2	309	EN AW-3103	EN AW-AI Mn1	EN 755-9	265
EN AW-1350-H111	EN AW-EAl 99,5	40501-2	309	EN AW-3103	EN AW-AI Mn1	EN 754-8	269
EN AW-1350-H112	EN AW-EAl 99,5	40501-2	309	EN AW-3103	EN AW-AI Mn1	EN 755-8	269
EN AW-1350-H14	EN AW-EAl 99,5	40501-2	309	EN AW-3103	EN AW-AI Mn1	EN 755-7	269
EN AW-2007	EN AW-AI Cu4PbMgMn	EN 755-7	269	EN AW-3103	EN AW-AI Mn1	EN 755-5	264
EN AW-2007	EN AW-AI Cu4PbMgMn	EN 755-5	264	EN AW-3103	EN AW-AI Mn1	EN 754-2	260
EN AW-2007	EN AW-AI Cu4PbMgMn	EN 754-2	260	EN AW-3103	EN AW-AI Mn1	EN 1301-2	261
EN AW-2011	EN AW-AI Cu6BiPb	EN 573-3	212	EN AW-3103	EN AW-AI Mn1	EN 1386	267
EN AW-2011	EN AW-AI Cu6BiPb	EN 755-7	269	EN AW-3105	EN AW-AI Mn0,5Mg0,5	EN 485-4	267
EN AW-2011	EN AW-AI Cu6BiPb	EN 755-5	264	EN AW-3105	EN AW-AI Mn0,5Mg0,5	EN 485-2	258
EN AW-2011	EN AW-AI Cu6BiPb	EN 755-2	260	EN AW-4006	EN AW-AI Si1Fe	EN 485-4	267
EN AW-2011	EN AW-AI Cu6BiPb	EN 754-2	260	EN AW-4006	EN AW-AI Si1Fe	EN 485-2	258
EN AW-2011	EN AW-AI Cu6BiPb	EN 754-2	260	EN AW-4006	EN AW-AI Si1Fe	EN 573-3	212

Tabelle 1025.1, Fortsetzung

EN-Nummer	Werkstoff	DIN	Seite	EN-Nummer	Werkstoff	DIN	Seite
EN AW-4007	EN AW-Al Si1,5Mn	EN 485-4	267	EN AW-5454	EN AW-Al Mg3Mn	EN 573-3	213
EN AW-4007	EN AW-Al Si1,5Mn	EN 485-2	258	EN AW-5454	EN AW-Al Mg3Mn	EN 755-7	269
EN AW-4007	EN AW-Al Si1,5Mn	EN 573-3	212	EN AW-5454	EN AW-Al Mg3Mn	EN 755-5	264
EN AW-4015	EN AW-Al Si2Mn	EN 485-2	258	EN AW-5754	EN AW-Al Mg3	EN 485-2	258
EN AW-5005	EN AW-Al Mg1(B)	EN 485-4	267	EN AW-5754	EN AW-Al Mg3	EN 573-3	213
EN AW-5005	EN AW-Al Mn1(B)	EN 485-2	258	EN AW-5754	EN AW-Al Mg3	EN 586-3	267
EN AW-5005	EN AW-Al Mg1(B)	EN 573-3	213	EN AW-5754	EN AW-Al Mg3	EN 755-7	269
EN AW-5005	EN AW-Al Mg1(B)	EN 755-9	265	EN AW-5754	EN AW-Al Mg3	EN 755-5	264
EN AW-5005	EN AW-Al Mg1(B)	EN 754-8	269	EN AW-5754	EN AW-Al Mg3	EN 754-2	260
EN AW-5005	EN AW-Al Mg1(B)	EN 755-8	269	EN AW-5754	EN AW-Al Mg3	EN 755-2	260
EN AW-5005	EN AW-Al Mg1(B)	EN 755-7	269	EN AW-5754	EN AW-Al Mg3	EN 1301-2	261
EN AW-5005	EN AW-Al Mg1(B)	EN 755-5	264	EN AW-5754	EN AW-Al Mg3	EN 1386	267
EN AW-5005	EN AW-Al Mg1(B)	EN 754-2	260	EN AW-6005	EN AW-Al SiMg	EN 755-9	265
EN AW-5019	EN AW-Al Mg5	EN 573-3	213	EN AW-6005	EN AW-Al SiMg	EN 754-8	269
EN AW-5019	EN AW-Al Mg5	EN 755-7	269	EN AW-6005	EN AW-Al SiMg	EN 755-8	269
EN AW-5019	EN AW-Al Mg5	EN 755-5	264	EN AW-6005	EN AW-Al SiMg	EN 755-7	269
EN AW-5019	EN AW-Al Mg5	EN 754-2	260	EN AW-6005	EN AW-Al SiMg	EN 755-2	260
EN AW-5019	EN AW-Al Mg5	EN 1301-2	261	EN AW-6005A	EN AW-Al SiMg(A)	EN 755-9	265
EN AW-5040	EN AW-Al Mg1,5Mn	EN 485-2	258	EN AW-6005A	EN AW-Al SiMg(A)	EN 754-8	269
EN AW-5049	EN AW-Al Mg2Mn0,8	EN 485-2	258	EN AW-6005A	EN AW-Al SiMg(A)	EN 755-8	269
EN AW-5050	EN AW-Al Mg1,5	EN 485-4	267	EN AW-6005A	EN AW-Al SiMg(A)	EN 755-7	269
EN AW-5050	EN AW-Al Mg1,5	EN 485-2	258	EN AW-6005A	EN AW-Al SiMg(A)	EN 755-5	264
EN AW-5051A	EN AW-Al Mg2(B)	EN 754-8	269	EN AW-6005A	EN AW-Al SiMg(A)	EN 755-2	260
EN AW-5051A	EN AW-Al Mg2(B)	EN 755-8	269	EN AW-6008	EN AW-Al SiMgV	EN 755-9	265
EN AW-5051A	EN AW-Al Mg2(B)	EN 755-7	269	EN AW-6012	EN AW-Al MgSiPb	EN 754-8	269
EN AW-5051A	EN AW-Al Mg2(B)	EN 755-5	264	EN AW-6012	EN AW-Al MgSiPb	EN 755-8	269
EN AW-5051A	EN AW-Al Mg2(B)	EN 755-2	260	EN AW-6012	EN AW-Al MgSiPb	EN 755-7	269
EN AW-5052	EN AW-Al Mg2,5	EN 485-2	258	EN AW-6012	EN AW-Al MgSiPb	EN 755-5	264
EN AW-5052	EN AW-Al Mg2,5	EN 573-3	213	EN AW-6012	EN AW-Al MgSiPb	EN 754-2	260
EN AW-5052	EN AW-Al Mg2,5	EN 754-8	269	EN AW-6016	EN AW-Al Si1,2Mg0,4	EN 485-2	258
EN AW-5052	EN AW-Al Mg2,5	EN 755-8	269	EN AW-6018	EN AW-Al Mg1SiPbMn	EN 754-8	269
EN AW-5052	EN AW-Al Mg2,5	EN 755-7	269	EN AW-6018	EN AW-Al Mg1SiPbMn	EN 755-8	269
EN AW-5052	EN AW-Al Mg2,5	EN 755-5	264	EN AW-6018	EN AW-Al Mg1SiPbMn	EN 755-7	269
EN AW-5052	EN AW-Al Mg2,5	EN 754-2	260	EN AW-6018	EN AW-Al Mg1SiPbMn	EN 755-5	264
EN AW-5052	EN AW-Al Mg2,5	EN 1386	267	EN AW-6018	EN AW-Al Mg1SiPbMn	EN 755-2	260
EN AW-5083	EN AW-Al Mg4,5Mn0,7	EN 485-2	258	EN AW-6060	EN AW-Al MgSi	EN 573-3	213
EN AW-5083	EN AW-Al Mg4,5Mn0,7	EN 586-3	267	EN AW-6060	EN AW-Al MgSi	EN 755-9	265
EN AW-5083	EN AW-Al Mg4,5Mn0,7	EN 586-2	260	EN AW-6060	EN AW-Al MgSi	EN 755-8	269
EN AW-5083	EN AW-Al Mg4,5Mn0,7	EN 755-7	269	EN AW-6060	EN AW-Al MgSi	EN 755-5	264
EN AW-5083	EN AW-Al Mg4,5Mn0,7	EN 755-5	264	EN AW-6060	EN AW-Al MgSi	EN 754-2	260
EN AW-5083	EN AW-Al Mg4,5Mn0,7	EN 754-2	260	EN AW-6061	EN AW-Al Mg1SiCu	EN 485-2	258
EN AW-5083	EN AW-Al Mg4,5Mn0,7	EN 1386	267	EN AW-6061	EN AW-Al Mg1SiCu	EN 573-3	213
EN AW-5086	EN AW-Al Mg4	EN 485-2	258	EN AW-6061	EN AW-Al Mg1SiCu	EN 754-8	269
EN AW-5086	EN AW-Al Mg4	EN 573-3	213	EN AW-6061	EN AW-Al Mg1SiCu	EN 754-2	213
EN AW-5086	EN AW-Al Mg4	EN 755-7	269	EN AW-6063	EN AW-Al Mg0,7Si	EN 573-3	213
EN AW-5086	EN AW-Al Mg4	EN 755-5	264	EN AW-6063	EN AW-Al Mg0,7Si	EN 755-9	265
EN AW-5086	EN AW-Al Mg4	EN 754-2	260	EN AW-6063	EN AW-Al Mg0,7Si	EN 754-8	269
EN AW-5086	EN AW-Al Mg4	EN 1386	267	EN AW-6063	EN AW-Al Mg0,7Si	EN 755-8	269
EN AW-5154A	EN AW-Al Mg3,5(A)	EN 485-2	258	EN AW-6063	EN AW-Al Mg0,7Si	EN 755-5	264
EN AW-5154A	EN AW-Al Mg3,5(A)	EN 755-7	269	EN AW-6063	EN AW-Al Mg0,7Si	EN 754-2	260
EN AW-5154A	EN AW-Al Mg3,5(A)	EN 755-5	264	EN AW-6063A	EN AW-Al Mg0,7Si(A)	EN 755-9	265
EN AW-5154A	EN AW-Al Mg3,5(A)	EN 754-2	260	EN AW-6063A	EN AW-Al Mg0,7Si(A)	EN 754-8	269
EN AW-5182	EN AW-Al Mg4,5Mn0,4	EN 485-2	258	EN AW-6063A	EN AW-Al Mg0,7Si(A)	EN 755-8	269
EN AW-5183	EN AW-Al Mg4,5Mn0,7(A)	EN 573-3	213	EN AW-6063A	EN AW-Al Mg0,7Si(A)	EN 755-7	269
				EN AW-6063A	EN AW-Al Mg0,7Si(A)	EN 755-5	264
EN AW-5251	EN AW-Al Mg2	EN 485-2	258	EN AW-6063A	EN AW-Al Mg0,7Si(A)	EN 754-2	260
EN AW-5251	EN AW-Al Mg2	EN 573-3	213	EN AW-6081	EN AW-Al Si0,9MgMn	EN 754-8	269
EN AW-5251	EN AW-Al Mg2	EN 754-8	269	EN AW-6081	EN AW-Al Si0,9MgMn	EN 755-8	269
EN AW-5251	EN AW-Al Mg2	EN 755-8	269	EN AW-6081	EN AW-Al Si0,9MgMn	EN 755-7	269
EN AW-5251	EN AW-Al Mg2	EN 755-7	269	EN AW-6081	EN AW-Al Si0,9MgMn	EN 755-5	264
EN AW-5251	EN AW-Al Mg2	EN 755-5	264	EN AW-6082	EN AW-Al Si1MgMn	EN 485-2	258
EN AW-5251	EN AW-Al Mg2	EN 754-2	260	EN AW-6082	EN AW-Al Si1MgMn	EN 573-3	213
EN AW-5383	EN AW-Al Mg4,5Mn0,9	EN 485-2	258	EN AW-6082	EN AW-Al Si1MgMn	EN 586-3	267
EN AW-5449	EN AW-Al Mg2Mn0,8(B)	EN 485-2	258	EN AW-6082	EN AW-Al Si1MgMn	EN 586-2	260

Tabelle 1025.1, Fortsetzung

EN-Nummer	Werkstoff	DIN	Seite	EN-Nummer	Werkstoff	DIN	Seite
EN AW-6082	EN AW-AI Si1MgMn	EN 754-8	269	EN AW-7022	EN AW-AI Zn5Mg3Cu	EN 485-2	258
EN AW-6082	EN AW-AI Si1MgMn	EN 755-8	269	EN AW-7022	EN AW-AI Zn5Mg3Cu	EN 755-7	269
EN AW-6082	EN AW-AI Si1MgMn	EN 755-7	269	EN AW-7022	EN AW-AI Zn5Mg3Cu	EN 755-5	264
EN AW-6082	EN AW-AI Si1MgMn	EN 755-5	264	EN AW-7022	EN AW-AI Zn5Mg3Cu	EN 754-2	260
EN AW-6082	EN AW-AI Si1MgMn	EN 754-2	260	EN AW-7049A	EN AW-AI Zn8MgCu	EN 755-7	269
EN AW-6082	EN AW-AI Si1MgMn	EN 1386	267	EN AW-7049A	EN AW-AI Zn8MgCu	EN 755-5	264
EN AW-6101	EN AW-EAl MgSi	EN 573-3	213	EN AW-7049A	EN AW-AI Zn8MgCu	EN 754-2	260
EN AW-6101A	EN AW-AI MgSi(A)	EN 755-9	265	EN AW-7075	EN AW-AI Zn5,5MgCu	EN 485-2	258
EN AW-6101A	EN AW-AI MgSi(A)	EN 754-8	269	EN AW-7075	EN AW-AI Zn5,5MgCu	EN 573-3	213
EN AW-6101A	EN AW-AI MgSi(A)	EN 755-8	269	EN AW-7075	EN AW-AI Zn5,5MgCu	EN 586-3	267
EN AW-6101A	EN AW-AI MgSi(A)	EN 755-7	269	EN AW-7075	EN AW-AI Zn5,5MgCu	EN 586-2	260
EN AW-6101A	EN AW-AI MgSi(A)	EN 755-5	264	EN AW-7075	EN AW-AI Zn5,5MgCu	EN 755-7	269
EN AW-6101A	EN AW-AI MgSi(A)	EN 755-2	260	EN AW-7075	EN AW-AI Zn5,5MgCu	EN 755-5	264
EN AW-6101B	EN AW-AI MgSi(B)	EN 755-9	265	EN AW-7075	EN AW-AI Zn5,5MgCu	EN 754-2	260
EN AW-6101B	EN AW-AI MgSi(B)	EN 754-8	269	EN AW-7075	EN AW-AI Zn5,5MgCu	EN 1301-2	261
EN AW-6101B	EN AW-AI MgSi(B)	EN 755-8	269	EN AW-8006	EN AW-AI Fe1,4Mn	EN 546-2	260
EN AW-6101B	EN AW-AI MgSi(B)	EN 755-7	269	EN AW-8011A	EN AW-AI FeSi(A)	EN 485-4	267
EN AW-6101B	EN AW-AI MgSi(B)	EN 755-5	264	EN AW-8011A	EN AW-AI FeSi(A)	EN 485-2	258
EN AW-6101B	EN AW-AI MgSi(B)	EN 755-2	260	EN AW-8011A	EN AW-AI FeSi(A)	EN 546-2	260
EN AW-6101B-T6	EN AW-EAl MgSi(B)	40501-2	309	EN AW-8011A	EN AW-AI FeSi(A)	EN 573-3	213
EN AW-6101B-T7	EN AW-EAl MgSi(B)	40501-2	309	EN AW-8014	EN AW-AI Fe1,5Mn0,4	EN 546-2	260
EN AW-6106	EN AW-AI MgSiMn	EN 755-9	265	EN AW-8021B	EN AW-AI Fe1,5	EN 546-2	260
EN AW-6106	EN AW-AI MgSiMn	EN 755-7	269	EN AW-8079	EN AW-AI Fe1Si	EN 546-2	260
EN AW-6106	EN AW-AI MgSiMn	EN 755-5	264	EN AW-8111	EN AW-AI FeSi(B)	EN 546-2	260
EN AW-6106	EN AW-AI MgSiMn	EN 755-2	260	EN-JL1010	EN-GJL-100	EN 1561	179
EN AW-6201	EN AW-EAl Mg0,7Si	EN 573-3	213	EN-JL1020	EN-GJL-150	EN 1561	179
EN AW-6261	EN AW-AI Mg1SiCuMn	EN 755-8	269	EN-JL1030	EN-GJL-200	EN 1561	179
EN AW-6261	EN AW-AI Mg1SiCuMn	EN 755-7	269	EN-JL1040	EN-GJL-250	EN 1561	179
EN AW-6261	EN AW-AI Mg1SiCuMn	EN 755-5	264	EN-JL1050	EN-GJL-300	EN 1561	179
EN AW-6261	EN AW-AI Mg1SiCuMn	EN 755-2	260	EN-JL1060	EN-GJL-350	EN 1561	179
EN AW-6262	EN AW-AI Mg1SiPb	EN 754-8	269	EN-JL2010	EN-GJL-HB155	EN 1561	180
EN AW-6262	EN AW-AI Mg1SiPb	EN 755-8	269	EN-JL2020	EN-GJL-HB175	EN 1561	180
EN AW-6262	EN AW-AI Mg1SiPb	EN 755-7	269	EN-JL2030	EN-GJL-HB195	EN 1561	180
EN AW-6262	EN AW-AI Mg1SiPb	EN 755-5	264	EN-JL2040	EN-GJL-HB215	EN 1561	180
EN AW-6262	EN AW-AI Mg1SiPb	EN 754-2	260	EN-JL2050	EN-GJL-HB235	EN 1561	180
EN AW-6351	EN AW-AI SiMg0,5Mn	EN 754-8	269	EN-JL2060	EN-GJL-HB255	EN 1561	180
EN AW-6351	EN AW-AI SiMg0,5Mn	EN 755-8	269	EN-JL3011	EN-GJLA-XNiCuCr15-6-2	EN 13835	184
EN AW-6351	EN AW-AI SiMg0,5Mn	EN 755-7	269	EN-JM1010	EN-GJMW-350-4	EN 1562	181
EN AW-6351	EN AW-AI SiMg0,5Mn	EN 755-5	264	EN-JM1020	EN-GJMW-360-12	EN 1562	181
EN AW-6351	EN AW-AI SiMg0,5Mn	EN 755-2	260	EN-JM1030	EN-GJMW-400-5	EN 1562	181
EN AW-6463	EN AW-AI Mg0,7Si(B)	EN 755-9	265	EN-JM1040	EN-GJMW-450-7	EN 1562	181
EN AW-6463	EN AW-AI Mg0,7Si(B)	EN 754-8	269	EN-JM1050	EN-GJMW-550-4	EN 1562	181
EN AW-6463	EN AW-AI Mg0,7Si(B)	EN 755-8	269	EN-JM1110	EN-GJMB-300-6	EN 1562	181
EN AW-6463	EN AW-AI Mg0,7Si(B)	EN 755-5	264	EN-JM1130	EN-GJMB-350-10	EN 1562	181
EN AW-6463	EN AW-AI Mg0,7Si(B)	EN 755-2	260	EN-JM1140	EN-GJMB-450-6	EN 1562	181
EN AW-7003	EN AW-AI Zn6Mg0,8Zr	EN 754-8	269	EN-JM1150	EN-GJMB-500-5	EN 1562	181
EN AW-7003	EN AW-AI Zn6Mg0,8Zr	EN 755-8	269	EN-JM1160	EN-GJMB-550-4	EN 1562	181
EN AW-7003	EN AW-AI Zn6Mg0,8Zr	EN 755-7	269	EN-JM1170	EN-GJMB-600-3	EN 1562	181
EN AW-7003	EN AW-AI Zn6Mg0,8Zr	EN 755-5	264	EN-JM1180	EN-GJMB-650-2	EN 1562	181
EN AW-7003	EN AW-AI Zn6Mg0,8Zr	EN 755-2	260	EN-JM1190	EN-GJMB-700-2	EN 1562	181
EN AW-7005	EN AW-AI Zn4,5Mg1,5Mn	EN 754-8	269	EN-JM1200	EN-GJMB-800-1	EN 1562	181
EN AW-7005	EN AW-AI Zn4,5Mg1,5Mn	EN 755-8	269	EN-JN2019	EN-GJN-HV350	EN 12513	186
EN AW-7005	EN AW-AI Zn4,5Mg1,5Mn	EN 755-7	269	EN-JN2029	EN-GJN-HV520	EN 12513	186
EN AW-7005	EN AW-AI Zn4,5Mg1,5Mn	EN 755-5	264	EN-JN2039	EN-GJN-HV550	EN 12513	186
EN AW-7005	EN AW-AI Zn4,5Mg1,5Mn	EN 755-2	260	EN-JN2049	EN-GJN-HV600	EN 12513	186
EN AW-7020	EN AW-AI Zn4,5Mg1	EN 485-2	258	EN-JN3019	EN-GJN-HV600(XCr11)	EN 12513	186
EN AW-7020	EN AW-AI Zn4,5Mg1	EN 573-3	213	EN-JN3029	EN-GJN-HV600(XCr14)	EN 12513	186
EN AW-7020	EN AW-AI Zn4,5Mg1	EN 754-8	269	EN-JN3039	EN-GJN-HV600(XCr18)	EN 12513	186
EN AW-7020	EN AW-AI Zn4,5Mg1	EN 755-8	269	EN-JN3049	EN-GJN-HV600(XCr23)	EN 12513	186
EN AW-7020	EN AW-AI Zn4,5Mg1	EN 755-7	269	EN-JS1010	EN-GJS-350-22	EN 1563	182
EN AW-7020	EN AW-AI Zn4,5Mg1	EN 755-5	264	EN-JS1020	EN-GJS-400-18	EN 1563	182
EN AW-7020	EN AW-AI Zn4,5Mg1	EN 755-2	260	EN-JS1032	EN-GJS-350-22U	EN 1563	182
EN AW-7020	EN AW-AI Zn4,5Mg1	EN 754-2	260	EN-JS1050	EN-GJS-500-7	EN 1563	182
EN AW-7020	EN AW-AI Zn4,5Mg1	EN 1386	267	EN-JS1060	EN-GJS-600-3	EN 1563	182
EN AW-7021	EN AW-AI Zn5,5Mg1,5	EN 485-2	258	EN-JS1062	EN-GJS-400-18U	EN 1563	182
				EN-JS1070	EN-GJS-700-2	EN 1563	182

Tabelle 1025.1, Fortsetzung

EN-Nummer	Werkstoff	DIN	Seite	EN-Nummer	Werkstoff	DIN	Seite
EN-JS1080	EN-GJS-800-2	EN 1563	182	EN-MC65120	EN-MCMgRE3Zn2Zr	EN 1753	222
EN-JS1082	EN-GJS-500-7U	EN 1563	182	EN-MC65210	EN-MCMgRE2Ag2Zr	EN 1753	222
EN-JS1092	EN-GJS-600-3U	EN 1563	182	PB001K	001K	EN 12548	211
EN-JS1100	EN-GJS-800-8	EN 1564	183	PB002K	002K	EN 12548	211
EN-JS1102	EN-GJS-700-2U	EN 1563	182	PB011K	011K	EN 12548	211
EN-JS1110	EN-GJS-1000-5	EN 1564	183	PB021K	021K	EN 12548	211
EN-JS1120	EN-GJS-1200-2	EN 1564	183	PB022K	022K	EN 12548	211
EN-JS1122	EN-GJS-800-2U	EN 1563	182	PB023K	023K	EN 12548	211
EN-JS1130	EN-GJS-1400-1	EN 1564	183	PB031K	031K	EN 12548	211
EN-JS2010	EN-GJS-HB130	EN 1563	182	PB032K	032K	EN 12548	211
EN-JS2020	EN-GJS-HB150	EN 1563	182	PB041K	041K	EN 12548	211
EN-JS2030	EN-GJS-HB155	EN 1563	182	PB042K	042K	EN 12548	211
EN-JS2040	EN-GJS-HB185	EN 1563	182	PB043K	043K	EN 12548	211
EN-JS2050	EN-GJS-HB200	EN 1563	182	PB051K	051K	EN 12548	211
EN-JS2060	EN-GJS-HB230	EN 1563	182	PB061K	061K	EN 12548	211
EN-JS2070	EN-GJS-HB265	EN 1563	182	PB071K	071K	EN 12548	211
EN-JS2080	EN-GJS-HB300	EN 1563	182	PB081K	081K	EN 12548	211
EN-JS2090	EN-GJS-HB330	EN 1563	182	PB940R	-	EN 12659	211
EN-JS3011	EN-GJSA-XNiCr20-2	EN 13835	184	PB970R	-	EN 12659	211
EN-JS3021	EN-GJSA-XNiMn23-4	EN 13835	184	PB985R	-	EN 12659	211
EN-JS3031	EN-GJSA-XNiCrNb20-2	EN 13835	184	PB990R	-	EN 12659	211
EN-JS3041	EN-GJSA-XNi22	EN 13835	184	ZL0010	ZnCu1CrTi	EN 1774	224
EN-JS3051	EN-GJSA-XNi35	EN 13835	184	ZL0400	ZnAl4	EN 1774	224
EN-JS3061	EN-GJSA-XNiSiCr35-5-2	EN 13835	185	ZL0410	ZnAl4Cu1	EN 1774	224
EN-JS3071	EN-GJSA-XNiMn13-7	EN 13835	184	ZL0430	ZnAl4Cu3	EN 1774	224
EN-JS3081	EN-GJSA-XNiCr30-3	EN 13835	184	ZL0610	ZnAl6Cu1	EN 1774	224
EN-JS3101	EN-GJSA-XNiCr35-3	EN 13835	184	ZL0810	ZnAl8Cu1	EN 1774	224
EN-JS3101	EN-GJSA-XNiCr35-5	EN 13835	185	ZL1110	ZnAl11Cu1	EN 1774	224
EN-MB10010	EN-MB99,5	EN 12421	209	ZL2720	ZnAl27Cu2	EN 1774	224
EN-MB10020	EN-MB99,80-A	EN 12421	209	ZP0010	ZP16	EN 12844	223
EN-MB10021	EN-MB99,80-B	EN 12421	209	ZP0400	ZP3	EN 12844	223
EN-MB10030	EN-MB99,95-A	EN 12421	209	ZP0410	ZP5	EN 12844	223
EN-MB10031	EN-MB99,95-B	EN 12421	209	ZP0430	ZP2	EN 12844	223
EN-MC21110	EN-MCMgAl8Zn1	EN 1753	222	ZP0610	ZP6	EN 12844	223
EN-MC21120	EN-MCMgAl9Zn1(A)	EN 1753	222	ZP0810	ZP8	EN 12844	223
EN-MC21230	EN-MCMgAl6Mn	EN 1753	222	ZP1110	ZP12	EN 12844	223
EN-MC21310	EN-MCMgAl2Si	EN 1753	222	ZP2720	ZP27	EN 12844	223
EN-MC21320	EN-MCMgAl4Si	EN 1753	222				
EN-MC35110	EN-MCMgZn4RE1Zr	EN 1753	222				

Tabelle 1033.1 Werkstoffe nach DIN-Werkstoffnummern geordnet

DIN-WNr.	Werkstoff	DIN	Seite	DIN-WNr.	Werkstoff	DIN	Seite
0.3373	FeSi75Al1	17560-1	216	0.4812	FeB12C	17567	216
0.3374	FeSi75Al1,5	17560-1	216	0.4817	FeB17C	17567	216
0.3378	FeSi75Al2	17560-1	216	0.4818	FeB18	17567	216
0.3390	FeSi90Al2,5	17560-1	216	0.6010	GG-10	1691	179
0.3391	FeSi90Al1	17560-1	216	0.6012	GG-150HB	1691	180
0.3396	Si97	17560-2	216	0.6015	GG 15	1691	179
0.3397	Si98	17560-2	216	0.6017	GG-170HB	1691	180
0.3399	Si99	17560-2	216	0.6020	GG 20	1691	179
0.3650	CaSi	17580	216	0.6022	GG-190HB	1691	180
0.3655	CaSiC50	17580	216	0.6025	GG 25	1691	179
0.4261	FeMo60S0,10	17561	216	0.6027	GG-220HB	1691	180
0.4262	FeMo60S0,15	17561	216	0.6030	GG 30	1691	179
0.4269	FeMo70S0,10	17561	216	0.6032	GG-240HB	1691	180
0.4270	FeMo70S0,15	17561	216	0.6035	GG 35	1691	179
0.4380	FeW80	17562	216	0.6037	GG-260HB	1691	180
0.4704	FeV40	17563	216	0.6655	GGI-NiCuCr 15 6 2	1694	184
0.4706	FeV60	17563	216	0.7033	GGG 35.3	1693	182
0.4708	FeV80	17563	216	0.7043	GGG 40.3	1693	182
0.4740	FeNb63	17569	216	0.7060	GGG 50	1693	182
0.4745	FeNb66	17569	216	0.7060	GGG 60	1693	182

Tabelle 1033.1, Fortsetzung

DIN-WNr.	Werkstoff	DIN	Seite	DIN-WNr.	Werkstoff	DIN	Seite
0.7070	GGG 70	1693	182	1.0117	S235J2G4	EN 10025	117
0.7080	GGG 80	1693	182	1.0122	S235JRG2C	EN 10277-2	162
0.7652	GGG-NiMn13 7	1694	184	1.0130	P265S	EN 10207	128
0.7659	GGG-NiCrNb 20 2	1694	184	1.0138	S275J2H	EN 10210-1	124
0.7660	GGG-NiCr 20 2	1694	184	1.0143	S275J0	EN 10025-2	117
0.7670	GGG-Ni 22	1694	184	1.0145	S275J2	EN 10025-2	117
0.7673	GGG-NiMn 23 4	1694	184	1.0145	S275J2G4	EN 10025	117
0.7676	GGG-NiCr 30 3	1694	184	1.0149	S275J0H	EN 10210-1	124
0.7683	GGG-Ni 35	1694	184	1.0212	St 30 Al	2391-2	140
0.7685	GGG-NiCr 35 3	1694	184	1.0212	E215	EN 10305-1	140
0.8035	GTW-35-04	1692	181	1.0215	E220	EN 10296-1	134
0.8038	GTW-S 38-12	1692	181	1.0215	E220	EN 10305-3	141
0.8040	GTW-40-05	1692	181	1.0220	E260	EN 10296-1	134
0.8045	GTW-45-07	1692	181	1.0220	E260	EN 10305-3	141
0.8135	GTS-35-04	1692	181	1.0225	E275	EN 10296-1	134
0.8145	GTS-45-06	1692	181	1.0225	E275	EN 10297-1	135
0.8155	GTS-55-04	1692	181	1.0225	E275	EN 10305-3	141
0.8165	GTS-65-02	1692	181	1.0225	E275	EN 10305-2	140
0.8170	GTS-70-02	1692	181	1.0226	DX51D	EN 10327	147
0.9620	G-X260 NiCr 42	1695	186	1.0236	E315	EN 10297-1	135
0.9625	G-X330 NiCr 42	1695	186	1.0237	E320	EN 10296-1	134
0.9630	G-X300 CrNiSi 9 5 2	1695	186	1.0237	E320	EN 10305-3	141
0.9635	G-X300 CrMo 15 3	1695	186	1.0252	L235	EN 10224	132
0.9640	G-X260 CrMoNi 15 2 1	1695	186	1.0254	P235TR1	EN 10216-1	137
0.9645	G-X260 CrMoNi 20 2 1	1695	186	1.0254	P235TR1	EN 10217-1	137
0.9655	G-X300 CrMo 27 1	1695	186	1.0254	P235TR1	EN 10217-1	139
1.0026	S195T	EN 10255	133	1.0255	P235TR2	EN 10216-1	137
1.0031	E190	EN 10296-1	134	1.0255	P235TR2	EN 10217-1	137
1.0031	E190	EN 10305-3	141	1.0255	P235TR2	EN 10217-1	139
1.0033	E155	EN 10296-1	134	1.0258	P265TR1	EN 10216-1	137
1.0033	E155	EN 10305-3	141	1.0258	P265TR1	EN 10217-1	137
1.0033	E155	EN 10305-2	140	1.0258	P265TR1	EN 10217-1	139
1.0034	RSt 34-2	2393-2	140	1.0259	P265TR2	EN 10216-1	137
1.0034	RSt 34-2	2394-2	141	1.0260	L275	EN 10224	132
1.0034	E195	EN 10296-1	134	1.0261	E370	EN 10296-1	134
1.0034	E195	EN 10305-3	141	1.0261	E370	EN 10305-3	141
1.0034	E195	EN 10305-2	140	1.0300	C4D	EN 10016-2	164
1.0035	S185	EN 10025-2	119	1.0301	C10	EN 10277-2	162
1.0035	St 33	17100	119	1.0304	C9D	EN 10016-2	164
1.0038	RSt 37-2	2393-2	140	1.0305	St 35.8	17175	138
1.0038	RSt 37-2	2394-2	141	1.0306	DX54D	EN 10327	147
1.0038	RSt 37-2	17100	117	1.0308	St 35	2391	140
1.0038	S235JR	EN 10025-2	117	1.0308	E235	EN 10296-1	134
1.0038	S235JRG2	EN 10025	117	1.0308	E235	EN 10297-1	135
1.0038	S235JRG2	EN 10250-2	150	1.0308	E235	EN 10305-3	141
1.0039	S235JRH	EN 10210-1	124	1.0308	E235	EN 10305-2	140
1.0044	St 44-2	2393-2	140	1.0308	E235	EN 10305-1	140
1.0044	St 44-2	2394-2	141	1.0309	DX55D	EN 10327	147
1.0044	S275JR	EN 10025-2	117	1.0310	C10D	EN 10016-2	164
1.0045	S355JR	EN 10025-2	117	1.0311	C12D	EN 10016-2	164
1.0045	S355JR	EN 10025	117	1.0312	DC05	EN 10130	143
1.0050	E295	EN 10025-2	119	1.0312	DC05	EN 10139	144
1.0060	E335	EN 10025-2	119	1.0312	DC05+ZE	EN 10152	145
1.0070	E360	EN 10025-2	119	1.0313	C7D	EN 10016-2	164
1.0107	P195TR1	EN 10216-1	137	1.0319	L210GA	EN 10208-1	130
1.0107	P195TR1	EN 10217-1	137	1.0322	DX56D	EN 10327	147
1.0107	P195TR1	EN 10217-1	139	1.0330	St 12	1623	143
1.0108	P195TR2	EN 10216-1	137	1.0330	St 12 ZE	17163	145
1.0108	P195TR2	EN 10217-1	137	1.0330	DC01	EN 10130	143
1.0108	P195TR2	EN 10217-1	139	1.0330	DC01	EN 10139	143
1.0112	P235S	EN 10207	128	1.0330	DC01+ZE	EN 10152	145
1.0114	S235J0	EN 10025-2	117	1.0332	StW 22	1614-2	142
1.0116	S235J2G3	EN 10250-2	150	1.0332	DD11	EN 10111	142
1.0116	St 37-3 U	17100	117	1.0334	UStW 23	1614	142
1.0117	S235J2	EN 10025-2	117	1.0335	StW 24	1614-2	142



Tabelle 1033.1, Fortsetzung

DIN-WNr.	Werkstoff	DIN	Seite	DIN-WNr.	Werkstoff	DIN	Seite
1.0335	DD13	EN 10111	142	1.0419	L355	EN 10224	132
1.0338	RR St 14	1623	143	1.0420	GS-38	1681	186
1.0338	St 14 ZE	17163	145	1.0420	GE200	EN 10293	186
1.0338	DC04	EN 10130	143	1.0421	St 52.0	1629	137
1.0338	DC04+ZE	EN 10152	145	1.0425	P265GH	EN 10028-2	126
1.0345	P235GH	EN 10028-2	125	1.0425	P265GH	EN 10216-2	138
1.0345	P235GH	EN 10216-2	138	1.0425	H II	17155	126
1.0345	H I	17155	125	1.0433	HX260BD	EN 10292	148
1.0347	RR St 13	1623	143	1.0445	HX300BD	EN 10292	148
1.0347	RRSt 13 ZE	17163	145	1.0446	GS-45	1681	186
1.0347	DC03	EN 10130	143	1.0446	GE240	EN 10293	186
1.0347	DC03	EN 10139	144	1.0449	GS200	EN 10293	186
1.0347	DC03+ZE	EN 10152	145	1.0455	GS240	EN 10293	186
1.0350	DX52D	EN 10327	147	1.0456	E275K2	EN 10296	133
1.0353	HX220BD	EN 10292	148	1.0456	E275K2	EN 10297-1	136
1.0354	HX180BD	EN 10292	148	1.0457	L245NB	EN 10208-2	130
1.0355	DX53D	EN 10327	147	1.0458	L235GA	EN 10208-1	130
1.0361	M660-50D	EN 10126	315	1.0459	L245GA	EN 10208-1	130
1.0361	M660-50K	EN 10341	315	1.0473	P355GH	EN 10028-2	126
1.0362	M890-50D	EN 10126	315	1.0473	19Mn6	17155	126
1.0362	M890-50K	EN 10341	315	1.0480	HC240LA	EN 10268	148
1.0363	M1050-50D	EN 10126	315	1.0481	P295GH	EN 10028-2	126
1.0363	M1050-50K	EN 10341	315	1.0481	17Mn4	17155	126
1.0364	M800-65D	EN 10126	315	1.0481	17Mn4	17175	138
1.0364	M800-65K	EN 10341	315	1.0482	19Mn5	17175	138
1.0365	M1000-65D	EN 10126	315	1.0483	L290GA	EN 10208-1	130
1.0365	M1000-65K	EN 10341	315	1.0487	P275NH	EN 10028-3	127
1.0366	M1200-65D	EN 10126	315	1.0488	P275NL1	EN 10028-3	127
1.0366	M1200-65K	EN 10341	315	1.0489	HC280LA	EN 10268	148
1.0371	TS230	EN 10202	150	1.0490	S275N	EN 10025-3	120
1.0371	T50BA	EN 10203	150	1.0491	S275NL	EN 10025-3	120
1.0372	TS245	EN 10202	150	1.0493	S275NH	EN 10210-1	124
1.0372	T52BA	EN 10203	150	1.0497	S275NLH	EN 10210-1	124
1.0373	TH550	EN 10202	150	1.0499	L360GA	EN 10208-1	130
1.0373	DR550	EN 10203	150	1.0501	C35	EN 10083-2	152
1.0374	TH620	EN 10202	150	1.0501	C35	EN 10277-2	162
1.0374	DR620	EN 10203	150	1.0503	C45	EN 10083-2	152
1.0375	TS275	EN 10202	150	1.0503	C45	EN 10250-2	150
1.0375	T57BA	EN 10203	150	1.0503	C45	EN 10277-2	162
1.0376 <sup>1)</sup>	DR660	EN 10203	150	1.0511	C40	EN 10083-2	152
1.0377	TH415	EN 10202	150	1.0511	C40	EN 10277-2	162
1.0377	T61CA	EN 10203	150	1.0516	C38D	EN 10016-2	164
1.0378	TH435	EN 10202	150	1.0517	C48D	EN 10016-2	164
1.0378	T65CA	EN 10203	150	1.0518	C56D	EN 10016-2	164
1.0379	TS260	EN 10202	150	1.0528	C30	EN 10083-2	152
1.0381	TS290	EN 10202	150	1.0530	C32D	EN 10016-2	164
1.0382	TH580	EN 10202	150	1.0532	St 50-2	17100	119
1.0384	TH520	EN 10202	150	1.0533	ZSt 50-2	1652-2	162
1.0385	TS550	EN 10202	150	1.0533	E295GC	EN 10277-2	162
1.0389	DD14	EN 10111	142	1.0535	C55	EN 10083-2	152
1.0390	DC01EK	EN 10209	146	1.0535	C55	EN 10250-2	150
1.0392	DC04EK	EN 10209	146	1.0536	E470	EN 10297-1	135
1.0394	DC04ED	EN 10209	146	1.0539	S355NH	EN 10210-1	124
1.0398	RRStW 23	1614	142	1.0540	C50	EN 10083-2	152
1.0398	DD12	EN 10111	142	1.0541	C42D	EN 10016-2	164
1.0399	DC03ED	EN 10209	146	1.0542	St 60-2	17100	119
1.0401	C15	EN 10277-2	162	1.0543	ZSt 60-2	1652-2	162
1.0402	C22	EN 10083-2	152	1.0543	E335GC	EN 10277-2	162
1.0405	St 45.6	17175	138	1.0545	S355N	EN 10025-3	120
1.0406	C25	EN 10083-2	152	1.0546	S355NL	EN 10025-3	120
1.0413	C15D	EN 10016-2	164	1.0547	S355J0H	EN 10210-1	124
1.0414	C20D	EN 10016-2	164	1.0548	HC320LA	EN 10268	148
1.0415	C26D	EN 10016-2	164	1.0549	S355NLH	EN 10210-1	124
1.0416	C18D	EN 10016-2	164	1.0550	HC360LA	EN 10268	148

1) in EN 10202 gestrichen.

Tabelle 1033.1, Fortsetzung

DIN-WNr.	Werkstoff	DIN	Seite	DIN-WNr.	Werkstoff	DIN	Seite
1.0553	S355J0	EN 10025-2	117	1.0736	11SMn37	EN 10277-3	162
1.0556	HC400LA	EN 10268	148	1.0737	11SMnPb37	EN 10087	159
1.0558	GS-60	1681	186	1.0737	11SMnPb37	EN 10277-3	162
1.0558	GE300	EN 10293	186	1.0756	35SPb20	EN 10087	160
1.0562	P355N	EN 10028-3	127	1.0756	35SPb20	EN 10277-3	162
1.0565	P355NH	EN 10028-3	127	1.0757	46SPb20	EN 10087	160
1.0566	P355NL1	EN 10028-3	127	1.0757	46SPb20	EN 10277-3	163
1.0569	S355J2G3C	EN 10277-2	162	1.0760	38SMn28	EN 10087	160
1.0570	S335J2G3	EN 10250-2	150	1.0760	38SMn28	EN 10277-3	163
1.0570	St 52-3	2393-2	140	1.0761	38SMnPb28	EN 10087	160
1.0570	St 52-3	2394-2	141	1.0761	38SMnPb28	EN 10277-3	163
1.0575	S355J2H	EN 10210-1	124	1.0762	44SMn28	EN 10087	160
1.0575	E420	EN 10305-3	141	1.0762	44SMn28	EN 10277-3	163
1.0577	S355J2	EN 10025-2	117	1.0763	44SMnPb28	EN 10087	160
1.0577	S355J2G3	EN 10025	117	1.0763	44SMnPb28	EN 10277-3	163
1.0580	St 52	2391-2	140	1.0764	36SMn14	EN 10087	160
1.0580	E355	EN 10296-1	134	1.0764	36SMn14	EN 10277-3	163
1.0580	E355	EN 10297-1	135	1.0765	36SMnPb14	EN 10087	160
1.0580	E355	EN 10305-3	141	1.0765	36SMnPb14	EN 10277-3	163
1.0580	E355	EN 10305-2	140	1.0800	M235-35A	EN 10106	313
1.0580	E355	EN 10305-1	140	1.0801	M270-35A	EN 10106	313
1.0581	St 52.4	1630	137	1.0803	M300-35A	EN 10106	313
1.0586	C50D	EN 10016-2	164	1.0804	M330-35A	EN 10106	313
1.0588	C52D	EN 10016-2	164	1.0806	M270-50A	EN 10106	313
1.0590	S450J0	EN 10025-2	117	1.0807	M290-50A	EN 10106	313
1.0596	S355K2	EN 10025-2	117	1.0808	M310-50A	EN 10106	313
1.0596	S355K2G4	EN 10025	117	1.0809	M330-50A	EN 10106	313
1.0599	E420J2	EN 10297-1	136	1.0810	M350-50A	EN 10106	313
1.0601	C60	EN 10083-2	152	1.0811	M400-50A	EN 10106	313
1.0601	C60	EN 10250-2	150	1.0812	M470-50A	EN 10106	313
1.0601	C60	EN 10277-2	162	1.0813	M530-50A	EN 10106	313
1.0609	C58D	EN 10016-2	164	1.0814	M600-50A	EN 10106	313
1.0610	C60D	EN 10016-2	164	1.0815	M700-50A	EN 10106	313
1.0611	C62D	EN 10016-2	164	1.0816	M800-50A	EN 10106	313
1.0612	C66D	EN 10016-2	164	1.0817	M940-50A	EN 10106	313
1.0612	C68D	EN 10016-2	164	1.0819	M330-65A	EN 10106	313
1.0614	C76D	EN 10016-2	164	1.0820	M350-65A	EN 10106	313
1.0615	C70D	EN 10016-2	164	1.0821	M400-65A	EN 10106	313
1.0616	C86D	EN 10016-2	164	1.0823	M470-65A	EN 10106	313
1.0617	C72D	EN 10016-2	164	1.0824	M530-65A	EN 10106	313
1.0618	C92D	EN 10016-2	164	1.0825	M600-65A	EN 10106	313
1.0619	GP240GH	EN 10213-2	187	1.0826	M700-65A	EN 10106	313
1.0619	GS-C25	17245	187	1.0827	M800-65A	EN 10106	313
1.0620	C78D	EN 10016-2	164	1.0829	M1000-65A	EN 10106	313
1.0622	C80D	EN 10016-2	164	1.0841	M340-50E	EN 10165	315
1.0625	GP280GH	EN 10213-2	187	1.0841	M340-50K	EN 10341	315
1.0626	C82D	EN 10016-2	164	1.0842	M390-50E	EN 10165	315
1.0628	C88D	EN 10016-2	164	1.0842	M390-50K	EN 10341	315
1.0632	St 70-2	17100	119	1.0843	M450-50E	EN 10165	315
1.0644	E590K2	EN 10297-1	136	1.0843	M450-50K	EN 10341	315
1.0715	11SMn 30	EN 10087	159	1.0844	M560-50E	EN 10165	315
1.0715	11SMn 30	EN 10277-3	162	1.0844	M560-50K	EN 10341	315
1.0718	11SMnPb30	EN 10087	159	1.0846	M390-65E	EN 10165	315
1.0718	11SMnPb30	EN 10277-3	162	1.0846	M390-65K	EN 10341	315
1.0721	10S20	EN 10087	160	1.0847	M450-65E	EN 10165	315
1.0721	10S20	EN 10277-3	162	1.0847	M450-65K	EN 10341	315
1.0722	10SPb20	EN 10087	160	1.0848	M520-65E	EN 10165	315
1.0722	10SPb20	EN 10277-3	162	1.0848	M520-65K	EN 10341	315
1.0725	15SMn13	EN 10087	160	1.0849	M630-65E	EN 10165	315
1.0725	15SMn13	EN 10277-3	162	1.0849	M630-65K	EN 10341	315
1.0726	35S20	EN 10087	160	1.0853	DX57D	EN 10327	147
1.0726	35S20	EN 10277-3	162	1.0856	M111-35N	EN 10107	314
1.0727	46S20	EN 10087	160	1.0856	M165-35S	EN 10107	314
1.0727	46S20	EN 10277-3	163	1.0857	M150-35S	EN 10107	314
1.0736	11SMn37	EN 10087	159	1.0860	M080-23N	EN 10107	314

Tabelle 1033.1, Fortsetzung

DIN-WNr.	Werkstoff	DIN	Seite	DIN-WNr.	Werkstoff	DIN	Seite
1.0860	M127-23S	EN 10107	314	1.1140	Cm15	1652-3	155
1.0861	M097-30N	EN 10107	314	1.1140	C15R	EN 10084	153
1.0861	M150-30S	EN 10107	314	1.1141	C15E	EN 10084	153
1.0862	M140-30S	EN 10107	314	1.1141	C15E	EN 10132-2	158
1.0864	M120-23S	EN 10107	314	1.1141	Ck15	EN 10132-2	158
1.0865	M089-27N	EN 10107	314	1.1148	C16E	EN 10084	153
1.0865	M140-27S	EN 10107	314	1.1148	C16E	EN 10277-4	155
1.0866	M130-27S	EN 10107	314	1.1149	C22R	EN 10083-1	152
1.0869	DC06EK	EN 10209	146	1.1151	C22E	EN 10083-1	152
1.0872	DC06ED	EN 10209	146	1.1151	C22E	EN 10132-3	159
1.0873	DC06	EN 10130	143	1.1151	C22E	EN 10297	135
1.0873	DC06	EN 10139	144	1.1158	C25E	EN 10083-1	153
1.0873	DC06+ZE	EN 10152	145	1.1158	C25E	EN 10250-2	150
1.0879	M100-23P	EN 10107	314	1.1163	C25R	EN 10083-1	152
1.0880	M103-30P	EN 10107	314	1.1170	28Mn6	EN 10083-1	152
1.0881	M111-30P	EN 10107	314	1.1170	28Mn6	EN 10250-2	153
1.0886	M105-30P	EN 10107	314	1.1177	25Mn4	EN 10132-3	159
1.0890	M250-35A	EN 10106	313	1.1178	C30E	EN 10083-1	152
1.0891	M250-50A	EN 10106	313	1.1178	C30E	EN 10132-3	159
1.0892	M310-65A	EN 10106	313	1.1179	C30R	EN 10083-1	152
1.0893	M600-100A	EN 10106	313	1.1180	C35R	EN 10083-1	152
1.0894	M700-100A	EN 10106	313	1.1180	C35R	EN 10277-5	155
1.0895	M800-100A	EN 10106	313	1.1181	C35E	EN 10083-1	152
1.0896	M1000-100A	EN 10106	313	1.1181	C35E	EN 10132-3	159
1.0897	M1300-100A	EN 10106	313	1.1181	C35E	EN 10250-2	150
1.0904	55Si7	17222	159	1.1181	C35E	EN 10277-5	155
1.0920	E355K2	EN 10296	133	1.1181	C35E	EN 10297	135
1.0920	E355K2	EN 10297-1	136	1.1183	Cf35	17212	156
1.0921	HX180YD	EN 10292	148	1.1185	C2D1	EN 10016-3	163
1.0923	HX220YD	EN 10292	148	1.1186	C40E	EN 10083-1	152
1.0926	HX260YD	EN 10292	148	1.1186	C40E	EN 10132-3	159
1.0929	HX260LAD	EN 10292	148	1.1186	C40E	EN 10277-5	155
1.0932	HX300LAD	EN 10292	148	1.1187	C3D1	EN 10016-3	163
1.0933	HX340LAD	EN 10292	148	1.1188	C4D1	EN 10016-3	163
1.0934	HX380LAD	EN 10292	148	1.1189	C40R	EN 10083-1	152
1.0935	HX420LAD	EN 10292	148	1.1189	C40R	EN 10277-5	155
1.0971	S260NC	EN 101493	124	1.1191	C45E	EN 10083-1	152
1.0972	S315MC	EN 10149-2	124	1.1191	C45E	EN 10132-3	159
1.0973	S315NC	EN 101493	124	1.1191	C45E	EN 10250-2	150
1.0976	S355MC	EN 10149-2	124	1.1191	C45E	EN 10277-5	155
1.0977	S355NC	EN 101493	124	1.1191	C45E	EN 10297	135
1.0980	S420MC	EN 10149-2	124	1.1193	Cf45	17212	156
1.0981	S420NC	EN 101493	124	1.1201	C45R	EN 10083-1	152
1.0982	S460MC	EN 10149-2	124	1.1201	C45R	EN 10277-5	155
1.0984	S500MC	EN 10149-2	124	1.1203	Ck55	EN 10132-4	159
1.0986	S550MC	EN 10149-2	124	1.1203	C55E	EN 10083-1	152
1.1011	RFe 160	17405	310	1.1203	C55E	EN 10132-3	159
1.1012	RFe 120	17405	310	1.1203	C55E	EN 10250-2	150
1.1013	RFe 100	17405	310	1.1204	C55S	EN 10132-4	159
1.1014	RFe 80	17405	310	1.1206	C50E	EN 10083-1	152
1.1015	RFe 60	17405	310	1.1206	C50E	EN 10132-3	159
1.1017	RFe 20	17405	310	1.1206	C50E	EN 10277-5	155
1.1018	RFe 12	17405	310	1.1207	C10R	EN 10084	153
1.1100	P275SL	EN 10207	128	1.1207	C10R	EN 10277-4	154
1.1104	P275NL2	EN 10028-3	127	1.1208	C16R	EN 10084	153
1.1106	P355NL2	EN 10028-3	127	1.1208	C16R	EN 10277-4	154
1.1114	C10D2	EN 10016-4	164	1.1209	C55R	EN 10083-1	152
1.1121	C10E	EN 10084	153	1.1211	C60S	EN 10132-4	159
1.1121	C10E	EN 10132-2	158	1.1213	Cf53	17212	156
1.1121	Ck10	EN 10132-2	158	1.1217	C90S	EN 10132-4	159
1.1127	38Mn6	EN 10297	135	1.1221	Ck60	EN 10132-4	159
1.1131	G17Mn5	EN 10213-3	188	1.1221	C60E	EN 10083-1	152
1.1133	20Mn5	EN 10250-2	150	1.1221	C60E	EN 10132-3	159

Tabelle 1033.1, Fortsetzung

DIN-WNr.	Werkstoff	DIN	Seite	DIN-WNr.	Werkstoff	DIN	Seite
1.1221	C60E	EN 10250-2	150	1.2738	40CrMnNiMo8-6-4	EN ISO 4957	157
1.1221	C60E	EN 10277-5	155	1.2767	45NiCrMo16	EN ISO 4957	157
1.1221	C60E	EN 10297	135	1.2767	X45NiCrMo4	17350	157
1.1223	C60R	EN 10083-1	152	1.2824	70MnMoCr8	EN ISO 4957	157
1.1223	C60R	EN 10277-5	155	1.2825	95MnCrW5	EN ISO 4957	157
1.1224	C125S	EN 10132-4	159	1.2834	105V	EN ISO 4957	157
1.1231	C67S	EN 10132-4	159	1.2842	90MnCrV8	EN ISO 4957	157
1.1231	Ck67	EN 10132-4	159	1.2842	90MnCrV8	17350	157
1.1241	C50R	EN 10083-1	152	1.3207	HS10-4-2-10	EN ISO 4957	158
1.1241	C50R	EN 10277-5	155	1.3207	S10-4-3-10	17350	158
1.1248	C75S	EN 10132-4	159	1.3243	HS6-5-2-5	EN ISO 4957	158
1.1248	Ck75	EN 10132-4	159	1.3243	S6-5-2-5	17350	158
1.1249	Cf70	17212	156	1.3244	HS6-5-3-8	EN ISO 4957	158
1.1269	C85S	EN 10132-4	159	1.3247	HS2-9-1-8	EN ISO 4957	158
1.1269	Ck85	EN 10132-4	159	1.3247	S2-10-1-8	17350	158
1.1274	C100S	EN 10132-4	159	1.3325	HS0-4-1	EN ISO 4957	158
1.1274	Ck101	EN 10132-4	159	1.3326	HS1-4-2	EN ISO 4957	158
1.1520	C70U	EN ISO 4957	157	1.3327	HS1-8-1	EN ISO 4957	158
1.1525	C80U	EN ISO 4957	157	1.3333	HS3-3-2	EN ISO 4957	158
1.1525	C80W1	17350	157	1.3333	S3-3-2	17350	158
1.1535	C90U	EN ISO 4957	157	1.3339	HS6-5-2	EN ISO 4957	158
1.1545	C105U	EN ISO 4957	157	1.3343	HS6-5-2C	EN ISO 4957	158
1.1545	C105W1	17350	157	1.3343	S6-5-2	17350	158
1.1555	C120U	EN ISO 4957	157	1.3344	HS6-5-3	EN ISO 4957	158
1.1620	C70W2	17350	157	1.3344	S6-5-3	17350	158
1.1682	34CrNiMo6	EN 10277-5	155	1.3345	HS6-5-3C	EN ISO 4957	158
1.1730	C45U	EN ISO 4957	157	1.3348	HS2-9-2	EN ISO 4957	158
1.1730	C45W	17350	157	1.3348	S2-9-2	17350	158
1.2002	125Cr2	EN 10132-4	159	1.3350	HS6-6-2	EN ISO 4957	158
1.2067	102Cr6	EN ISO 4957	157	1.3351	HS6-5-4	EN ISO 4957	158
1.2067	102Cr6	EN 10132-4	159	1.3355	HS18-0-1	EN ISO 4957	158
1.2067	100Cr6	17350	157	1.3840	RSi 48	17405	311
1.2080	X210Cr12	EN ISO 4957	157	1.3843	RSi 24	17405	311
1.2080	X210Cr12	17350	157	1.3845	RSi 12	17405	311
1.2083	X40Cr14	EN ISO 4957	157	1.3903	Ni 30	17745	215
1.2162	21MnCr5	EN ISO 4957	157	1.3909	Ni 40	17745	215
1.2162	21MnCr5	17350	157	1.3910	Ni 36 <sup>1)</sup>	17745	215
1.2235	80CrV2	EN 10132-4	159	1.3911	RNi 24	17405	311
1.2302	35CrMo7	EN ISO 4957	157	1.3911	RNi 24	17745	215
1.2316	X38CrMo16	EN ISO 4957	157	1.3912	Ni 36	1715-1	320
1.2316	X36CrMo17	17350	157	1.3912	Ni 36 <sup>1)</sup>	17745	215
1.2343	X37CrMoV5-1	EN ISO 4957	157	1.3913	Ni 38	17745	215
1.2343	X38CrMoV51	17350	157	1.3917	Ni 42	1715-1	320
1.2344	X40CrMoV5-1	EN ISO 4957	157	1.3917	Ni 42	17745	215
1.2344	X40CrMoV51	17350	157	1.3920	Ni 46	1715-1	320
1.2355	50CrMoV13-15	EN ISO 4957	157	1.3920	Ni 46	17745	215
1.2363	X100CrMoV5	EN ISO 4957	157	1.3922	Ni 48	17745	215
1.2365	32CrMoV12-28	EN ISO 4957	157	1.3926	RNi 12	17405	311
1.2365	X32CrMoV33	17350	157	1.3926	RNi 12	17745	215
1.2367	X38CrMoV5-3	EN ISO 4957	157	1.3927	RNi 8	17405	311
1.2379	X153CrMoV12	EN ISO 4957	157	1.3927	RNi 8	17745	215
1.2436	X210CrW12	EN ISO 4957	157	1.3932	NiMn20 6	EN 1715-1	320
1.2436	X210CrW12	17350	157	1.3946	NiCr 42 6	17745	215
1.2549	50WCrV8	EN ISO 4957	157	1.3981	NiCo 29 18	17745	215
1.2550	60WCrV8	EN ISO 4957	157	1.3982	NiCo 28 23	17745	215
1.2550	60WCrV7	17350	157	1.3991	CoNiCr26 20	1715-1	320
1.2581	X30WCrV9-3	EN ISO 4957	157	1.3993	NiCr16 11	1715-1	320
1.2601	X155CrVMo121	17350	157	1.4000	X6Cr13	EN 10088-1	171
1.2605	X35CrWMoV5	EN ISO 4957	157	1.4002	X6CrAl13	EN 10088-1	171
1.2661	38CrCoWV18-17-17	EN ISO 4957	157	1.4002	X6CrAl13	EN 10250-4	150
1.2714	55NiCrMoV7	EN ISO 4957	157	1.4005	X12CrS13	EN 10088-1	171
1.2714	56NiCrMoV7	17350	157	1.4006	X12Cr13	EN 10088-1	171

<sup>1)</sup> Der Werkstoff wird mit zwei Werkstoffnummern geführt, s. Einführung zu Abschn. 23.1

Tabelle 1033.1, Fortsetzung

DIN-WNr.	Werkstoff	DIN	Seite	DIN-WNr.	Werkstoff	DIN	Seite
1.4008	GX7CrNiMo12-1	EN 10283	189	1.4439	GX-3CrNiMoN17-13-5	17445	189
1.4011	GX12Cr12	EN 10283	189	1.4458	GX2NiCrMo28-20-2	EN 10213-4	188
1.4016	X6Cr17	EN 10088-1	171	1.4460	X3CrNiMoN27-5-2	EN 10088-1	171
1.4016	X6Cr17	EN 10151	169	1.4462	X2CrNiMoN22-5-3	EN 10088-1	171
1.4021	X20Cr13	EN 10088-1	171	1.4466	X1CrNiMoN25-22-2	EN 10088-1	171
1.4021	X20Cr13	EN 10151	169	1.4469	GX2CrNiMoN26-7-4	EN 10213-4	188
1.4021	X20Cr13	58298	170	1.4470	GX2CrNiMoN22-5-3	EN 10213-4	188
1.4028	X30Cr13	EN 10088-1	171	1.4501	X2CrNiMoCuWN25-7-4	EN 10088-1	171
1.4028	X30Cr13	EN 10151	169	1.4507	X2CrNiMoCuN25-6-3	EN 10088-1	171
1.4031	X39Cr13	EN 10088-1	171	1.4510	X3CrTi17	EN 10088-1	171
1.4031	X39Cr13	EN 10151	169	1.4517	GX2CrNiMoCuN25-6-3-3	EN 10213-4	188
1.4104	X14CrMoS17	58298	170	1.4541	X6CrNiTi18-10	EN 10088-1	171
1.4104	X14CrMoS17	EN 10088-1	171	1.4541	X6CrNiTi18-10	EN 10250-4	150
1.4105	X6CrMoS17	EN 10088-1	171	1.4541	X6CrNiTi18-10	EN 14585	124
1.4107	GX8CrNi12	EN 10213-2	187	1.4542	X5CrNiCuNb16-4	EN 10088-1	171
1.4112	X90CrMoV18	EN 10088-1	171	1.4550	X6CrNiNb18-10	EN 10088-1	171
1.4116	X50CrMoV15	EN 10088-1	171	1.4552	GX5CrNiNb19-11	EN 10213-4	188
1.4116	X50CrMoV15	58298	170	1.4552	X5CrNiNb19-11	EN 10283	189
1.4125	X105CrMo17	EN 10088-1	171	1.4568	X7CrNiAl17-7	EN 10088-1	171
1.4301	X5CrNi18-10	EN 10088-1	171	1.4568	X7CrNiAl17-7	EN 10151	169
1.4301	X5CrNi18-10	EN 10151	169	1.4568	X7CrNiAl17-7	EN 10270-3	168
1.4301	X5CrNi18-10	EN 14585	124	1.4571	X6CrNiMoTi17-12-2	EN 10088-1	171
1.4301	X5CrNi18-10	58298	170	1.4571	X6CrNiMoTi17-12-2	EN 14585	124
1.4303	X4CrNi18-12	EN 10088-1	171	1.4580	X6CrNiMoNb17-12-2	EN 10088-1	171
1.4305	X8CrNiS18-9	EN 10088-1	171	1.4581	GX5CrNiMoNb19-11-2	EN 10213-4	188
1.4305	X8CrNiS18-9	58298	170	1.4581	GX5CrNiMoNb19-11-2	EN 10283	189
1.4306	X2CrNi19-11	EN 10088-1	171	1.4594	X5CrNiMoCuNb14-5	EN 10088-1	171
1.4306	X2CrNi19-11	EN 14585-1	124	1.4713	X10CrAlSi7	EN 10095	176
1.4307	X2CrNi18-9	EN 10088-1	171	1.4718	X45CrSi9-3	EN 10090	176
1.4308	GX5CrNi19-10	EN 10213-4	188	1.4724	X10CrAlSi13	EN 10095	176
1.4308	GX5CrNi19-10	EN 10283	189	1.4725	CrAl14 4	17470	317
1.4309	GX2CrNi19-11	EN 10213-4	188	1.4736	X3CrAlTi18-2	EN 10095	176
1.4310	X10CrNi18-8	EN 10088-1	171	1.4742	X10CrAlSi18	EN 10095	176
1.4310	X10CrNi18-8	EN 10151	169	1.4748	X85CrMoV18-2	EN 10090	176
1.4310	X10CrNi18-8	EN 10270-3	168	1.4749	X18CrN28	EN 10095	176
1.4310	X12CrNi17-7	17224	169	1.4762	X10CrAlSi25	EN 10095	176
1.4311	X2CrNiN18-10	EN 10088-1	171	1.4765	CrAl25 5	17470	317
1.4318	X2CrNiN18-7	EN 10088-1	171	1.4767	CrAl20 5	17470	317
1.4360	X3CrNiCu19-9-2	EN 10088-1	171	1.4821	X15CrNiSi25-4	EN 10095	176
1.4362	X2CrNiN23-4	EN 10250-4	150	1.4843	CrNi25 20	17470	317
1.4369	X11CrNiMnN19-8-6	EN 10151	169	1.4860	NiCr30 20	17470	317
1.4372	X12CrMnNiN17-7-5	EN 10088-1	171	1.4864	X12NiCrSi35-16	EN 10095	176
1.4372	X12CrMnNiN17-7-5	EN 10151	169	1.4871	X53CrMnNiN21-9	EN 10090	176
1.4401	X5CrNiMo17-12-2	EN 10088-1	171	1.4872	X25CrMnNiN25-9-7	EN 10095	176
1.4401	X5CrNiMo17-12-2	EN 10151	169	1.4875	X55CrMnNiN20-8	EN 10090	176
1.4401	X5CrNiMo17-12-2	EN 10270-3	168	1.4878	X8CrNiTi18-10	EN 10095	176
1.4401	X5CrNiMo18-10	17224	169	1.4882	X50CrMnNiN21-9	EN 10090	176
1.4401	X5CrNiMo17-12-2	58298	170	1.4903	X10CrMoV9-1	EN 10302	176
1.4404	X2CrNiMo17-12-2	EN 10088-1	171	1.4905	X11CrMoVWNB9-1-1	EN 10302	176
1.4404	X2CrNiMo17-12-2	EN 14585	124	1.4910	X6CrNiWNB16-16	EN 10302	176
1.4406	X2CrNiMoN17-11-2	EN 10088-1	171	1.4911	X8CrCoNiMo10-6	EN 10302	176
1.4408	GX5CrNiMo19-11-2	EN 10213-4	188	1.4913	X19CrMoNiNbVN11-1	EN 10302	176
1.4408	GX5CrNiMo19-11-2	EN 10283	189	1.4919	X12CrNiWTiB16-13	EN 10302	176
1.4409	GX2CrNiMo19-11-2	EN 10213-4	188	1.4922	X20CrMoV11-1	EN 10216-2	138
1.4409	GX2CrNiMo19-11-2	EN 10283	189	1.4922	X20CrMoV12-1 <sup>1)</sup>	EN 10302	176
1.4410	X2CrNiMoN25-7-4	EN 10088-1	171	1.4923	X21CrMoNiV12-1	EN 10302	176
1.4418	X4CrNiMo16-5-1	EN 10088-1	171	1.4931	GX23CrMoV12-1	EN 10213-2	187
1.4429	X2CrNiMoN17-13-3	EN 10088-1	171	1.4935	X20CrMoWV12-1	EN 10302	176
1.4435	X2CrNiMo18-14-3	EN 10088-1	171	1.4938	X12CrNiMoV12-3	EN 10302	176
1.4435	X2CrNiMo18-14-3	EN 14585	124	1.4941	X12CrCoNi21-20	EN 10302	176
1.4436	X3CrNiMo17-13-3	EN 10088-1	171	1.4945	X6NiCrTiMoVB25-15-2	EN 10302	176
1.4439	X2CrNiMoN17-13-5	EN 10088-1	171	1.4958	X6CrNiMoTiB17-13	EN 10302	176

1) Werkstoffkurzname, alt.

Tabelle 1033.1, Fortsetzung

DIN-WNr.	Werkstoff	DIN	Seite	DIN-WNr.	Werkstoff	DIN	Seite
1.5021	48Si7	EN 10132-4	159	1.7034	37Cr4	EN 10083-1	152
1.5023	38Si7	EN 10089	169	1.7035	41Cr4	EN 10083-1	152
1.5024	46Si7	EN 10089	169	1.7035	41Cr4	EN 10297	135
1.5026	56Si7	EN 10089	169	1.7036	28CrS4	EN 10084	154
1.5026	56Si7	EN 10132-4	159	1.7037	34CrS4	EN 10083-1	152
1.5095	GS-8Mn7	17182	188	1.7037	34CrS4	EN 10277-5	155
1.5415	16Mo3	EN 10216-2	138	1.7038	37CrS4	EN 10083-1	152
1.5419	G20Mo5	EN 10213-2	187	1.7039	41CrS4	EN 10083-1	152
1.5422	G18Mo5	EN 10213-3	188	1.7039	41CrS4	EN 10277-5	155
1.5530	20MnB5	EN 10083-3	151	1.7043	38Cr4	17212	156
1.5531	30MnB5	EN 10083-3	151	1.7045	42Cr4	17212	156
1.5532	38MnB5	EN 10083-3	151	1.7102	54SiCr6	EN 10089	169
1.5634	75Ni8	EN 10132-4	159	1.7106	56CrSi7	EN 10089	169
1.5636	G9Ni10	EN 10213-3	188	1.7108	61SiCr7	EN 10089	169
1.5637	12Ni14	EN 10028-4	128	1.7117	52SiCrNi5	EN 10089	169
1.5638	G9Ni14	EN 10213-3	188	1.7131	16MnCr5	EN 10084	154
1.5662	X8Ni9+NT640	EN 10028-4	128	1.7131	16MnCr5	EN 10132-2	158
1.5662	X8Ni9+QT680	EN 10028-4	128	1.7139	16MnCrS5	EN 10084	154
1.5662	X8Ni9+QZ640	EN 10028-4	128	1.7139	16MnCrS5	EN 10277-4	155
1.5663	X7Ni9	EN 10028-4	128	1.7139	16MnCrS5	EN 10277-4	155
1.5680	12Ni19 <sup>3</sup> )	EN 10028-4	128	1.7147	20MnCr5	EN 10084	154
1.5680	X12Ni5	EN 10028-4	128	1.7149	20MnCrS5	EN 10084	154
1.5714	16NiCr4	EN 10084	154	1.7149	20MnCrS5	EN 10277-4	155
1.5715	16NiCrS4	EN 10084	154	1.7160	16MnCrB5	EN 10084	154
1.5715	16NiCrS4	EN 10277-4	154	1.7160	16MnCrB5	EN 10277-4	154
1.5752	15NiCr13	EN 10084	154	1.7176	55Cr3	EN 10089	169
1.5752	15NiCr13	EN 10277-4	154	1.7177	60Cr6	EN 10089	169
1.5805	10NiCr5-4	EN 10084	154	1.7182	27MnCrB5-2	EN 10083-3	151
1.5810	18NiCr5-4	EN 10084	154	1.7185	33MnCrB5-2	EN 10083-3	151
1.5918	17NiCr6-6	EN 10084	154	1.7189	39MnCrB6-2	EN 10083-3	151
1.6212	11MnNi5-3	EN 10028-4	128	1.7213	25CrMoS4	EN 10277-5	155
1.6217	13MnNi6-3	EN 10028-4	128	1.7216	30CrMo4	EN 10297	135
1.6220 <sup>1)</sup>	G20Mn5	EN 10213-3	188	1.7218	25CrMo4	EN 10132-3	159
1.6228	15NiMn6	EN 10028-4	128	1.7218	25CrMo4	EN 10297	135
1.6349	X7NiMo6	EN 10028-4	128	1.7220	34CrMo4	EN 10132-3	159
1.6511	36CrNiMo4	EN 10297	135	1.7220	34CrMo4	EN 10297	135
1.6523	20NiCrMo2-2	EN 10084	154	1.7223	41 CrMo 4	17212	156
1.6526	21NiCrMoS2	1652-3	155	1.7225	42CrMo4	EN 10132-3	159
1.6526	20NiCrMoS2-2	EN 10084	154	1.7225	42CrMo4	EN 10250-3	150
1.6526	20NiCrMoS2-2	EN 10277-4	155	1.7225	42CrMo4	EN 10297	135
1.6563	41NiCrMo7-3-2	EN 10297	135	1.7227	42CrMoS4	EN 10277-5	155
1.6566	17NiCrMo6-4	EN 10084	154	1.7238	49 CrMo 4	17212	156
1.6569	17NiCrMoS6-4	EN 10084	154	1.7239	60CrMo3-1	EN 10089	169
1.6569	17NiCrMoS6-4	EN 10277-4	154	1.7240	60CrMo3-2	EN 10089	169
1.6571	20NiCrMoS6-4	EN 10084	154	1.7241	60CrMo3-3	EN 10089	169
1.6580	30CrNiMo8	EN 10297	135	1.7243	18CrMo4	EN 10084	154
1.6587	18NiCrMo7-6	EN 10084	154	1.7244	18CrMoS4	EN 10084	154
1.6657	14NiCrMo13-4	EN 10084	154	1.7319	20MoCrS3	EN 10084	154
1.6781	G17NiCrMo13-6	EN 10213-3	188	1.7320	20MoCr3	EN 10084	154
1.6982	GX3CrNi13-4	EN 10213-3	188	1.7321	20MoCr4	EN 10084	154
1.7003	38Cr2	EN 10083-1	152	1.7323	20MoCrS4	EN 10084	154
1.7005	45Cr2	17212	156	1.7333	22CrMoS3-5	EN 10084	154
1.7006	46Cr2	EN 10083-1	152	1.7335	13CrMo4-5	EN 10216-2	138
1.7014	17CrS3	EN 10084	154	1.7357	G17CrMo5-5	EN 10213-2	187
1.7016	17Cr3	EN 10084	154	1.7379	G17CrMo9-10	EN 10213-2	187
1.7016	17Cr3	EN 10132-2	158	1.7380	10CrMo9-10	EN 10216-2	138
1.7023	38CrS2	EN 10083-1	152	1.7701	52CrMoV4	EN 10089	169
1.7025	46CrS2	EN 10083-1	152	1.7706	G17CrMoV5-10	EN 10213-2	187
1.7030	28Cr4	EN 10084	154	1.7715	14MoV6-3	EN 10216-2	138
1.7033	34Cr4	EN 10083-1	152	1.8062	46SiCrMo6	EN 10089	169
1.7033	34Cr4	EN 10250-3	150	1.8063	50SiCrMo6	EN 10089	169

<sup>1)</sup> Die Sorte G20Mn5 (1.6220) ist mehr der Sorte GS-21Mn5 (1.1138) nach SEW685 als der Sorte GS-20MN5 (1.1120) nach DIN 17182 vergleichbar.

Tabelle 1033.1, Fortsetzung

DIN-WNr.	Werkstoff	DIN	Seite	DIN-WNr.	Werkstoff	DIN	Seite
1.8151	45SiCrV6-2	EN 10089	169	1.8906	S460Q	EN 10025-6	123
1.8152	54SiCrV6	EN 10089	169	1.8909	S460NL	EN 10025-6	123
1.8153	60SiCrV7	EN 10089	169	1.8906	S500QL	EN 10025-6	123
1.8159	50CrV4 <sup>1)</sup>	EN 10132-4	159	1.8912	S420NL	EN 10025-3	120
1.8159	51CrV4	EN 10089	169	1.8914	S620Q	EN 10025-6	123
1.8159	51CrV4	EN 10132-4	159	1.8915	P460NL1	EN 10028-3	128
1.8159	51CrV4	EN 10250-3	150	1.8916	S460QL1	EN 10025-6	123
1.8159	51CrV4	EN 10277-5	155	1.8984	S500QL1	EN 10025-6	123
1.8505	32CrAlMo7-10	EN 10085	156	1.8918	P460NL2	EN 10028-3	128
1.8507	34CrAlMo5-10	EN 10085	156	1.8924	S500Q	EN 10025-6	123
1.8509	41CrAlMo7-10	EN 10085	156	1.8925	S890QL1	EN 10025-6	123
1.8515	31CrMo12	EN 10085	156	1.8926	S550QL	EN 10025-6	123
1.8516	24CrMo13-6	EN 10085	156	1.8927	S620QL	EN 10025-6	123
1.8519	31CrMoV9	EN 10085	156	1.8928	S690QL	EN 10025-6	123
1.8521	15 CrMoV 5 9	EN 10085	156	1.8931	S690Q	EN 10025-6	123
1.8522	33CrMoV12-9	EN 10085	156	1.8933	S960QL	EN 10025-6	123
1.8523	40CrMoV13-9	EN 10085	156	1.8935	P460NH	EN 10028-3	128
1.8550	34CrAlNi7-10	EN 10085	156	1.8940	S890Q	EN 10025-6	123
1.8818	S275M	EN 10025-4	121	1.8941	S960Q	EN 10025-6	123
1.8819	S275ML	EN 10025-4	121	1.8945	S355J0WP	EN 10025-5	122
1.8821	P355M	EN 10028-5	128	1.8946	S355J2WP	EN 10025-5	122
1.8823	S355M	EN 10025-4	121	1.8948	L360QB	EN 10208-2	130
1.8824	P420M	EN 10028-5	128	1.8952	L450MB	EN 10208-2	130
1.8825	S420M	EN 10025-4	121	1.8953	S460NH	EN 10210-1	124
1.8826	P460M	EN 10028-5	128	1.8956	S460NLH	EN 10210-1	124
1.8827	S460M	EN 10025-4	121	1.8958	S235J0W	EN 10025-5	122
1.8828	P420ML2	EN 10028-5	128	1.8959	S355J0W	EN 10025-5	122
1.8831	P460ML2	EN 10028-5	128	1.8961	S235J2W	EN 10025-5	122
1.8832	P355ML1	EN 10028-5	128	1.8965	S355J2W	EN 10025-5	122
1.8833	P355ML2	EN 10028-5	128	1.8967	S355K2W	EN 10025-5	122
1.8834	S355ML	EN 10025-4	121	1.8969	S600MC	EN 10149-2	124
1.8835	P420ML1	EN 10028-5	128	1.8974	S700MC	EN 10149-2	124
1.8836	S420ML	EN 10025-4	121	1.8976	S650MC	EN 10149-2	124
1.8837	P460ML1	EN 10028-5	128	1.8983	S890QL	EN 10025-6	123
1.8838	S460ML	EN 10025-4	121	1.8986	S550QL1	EN 10025-6	123
1.8860	P355QL2	EN 10028-6	128	1.8987	S620QL1	EN 10025-6	123
1.8864	P460QL2	EN 10028-6	128	1.8988	S690QL1	EN 10025-6	123
1.8865	P500QL2	EN 10028-6	128	2.0040	OF-Cu	1708	209
1.8866	P355Q	EN 10028-6	128	2.0040	OF-Cu	40500	306
1.8867	P355QH	EN 10028-6	128	2.0050	KE-Cu	1708	210
1.8868	P355QL1	EN 10028-6	128	2.0061	E1-Cu58	1708	209
1.8870	P460Q	EN 10028-6	128	2.0062	E2-Cu58	1708	209
1.8871	P460QH	EN 10028-6	128	2.0065	E-Cu 58	40500	306
1.8872	P460QL1	EN 10028-6	128	2.0070	SE-Cu	1708	210
1.8873	P500Q	EN 10028-6	128	2.0070	SE-Cu	40500	306
1.8874	P500QH	EN 10028-6	128	2.0076	SW-Cu	1652	231
1.8875	P500QL1	EN 10028-6	128	2.0076	SW-Cu	1708	210
1.8879	P690Q	EN 10028-6	128	2.0076	SW-Cu	40500	306
1.8880	P690QH	EN 10028-6	128	2.0080	F-Cu	1708	209
1.8881	P690QL1	EN 10028-6	128	2.0082.01	G-Cu L45	17655	217
1.8888	P690QL2	EN 10028-6	128	2.0085.01	G-Cu L50	17655	217
1.8891	E460K2	EN 10296	133	2.0085.02	GK-Cu L50	17655	217
1.8891	E460K2	EN 10297-1	136	2.0090	SF-Cu	1652	231
1.8893	E730K2	EN 10297-1	136	2.0090	SF-Cu	1708	210
1.8895	E275M	EN 10296	133	2.0090	SF-Cu	1782	237
1.8896	E355M	EN 10296	133	2.0090	SF-Cu	1785	257
1.8897	E420M	EN 10296	133	2.0090	SF-Cu	17671	253
1.8898	E460M	EN 10296	133	2.0090	SF-Cu	17677	244
1.8901	S460N	EN 10025-3	120	2.0090	SF-Cu	17682	244
1.8902	S420N	EN 10025-3	120	2.0090	SF-Cu	40500	306
1.8903	S460NL	EN 10025-3	120	2.0109.01	G-Cu L35	17655	217
1.8904	S550Q	EN 10025-6	123	2.0241.01	G-CuZn15	1709	217

1) Werkstoffbezeichnung alt.

Tabelle 1033.1, Fortsetzung

DIN-WNr.	Werkstoff	DIN	Seite	DIN-WNr.	Werkstoff	DIN	Seite
2.0265	CuZn30	1777	233	2.0805	CuNi2Be	17677	245
2.0265	CuZn30	17671	264	2.0805	CuNi2Be	17682	245
2.0265	CuZn30	17672	249	2.0807	CuNi6	17471	318
2.0265	CuZn30	17674	249	2.0811	CuNi10	17471	318
2.0265	CuZn30	17677	248	2.0815.01	G-CuNi10	17658	218
2.0265	CuZn30	17682	248	2.0835.01	G-CuNi30	17658	218
2.0280	CuZn33	1652	230	2.0842	CuNi44	17471	318
2.0290.01	G-CuZn33Pb	1709	217	2.0853	CuNi1,5Si	1782	238
2.0321	CuZn37	1652	230	2.0853	CuNi1,5Si	17672	243
2.0321	CuZn37	17671	264	2.0855	CuNi2Si	1782	238
2.0321	CuZn37	17672	243	2.0855	CuNi2Si	17672	243
2.0321	CuZn37	17677	248	2.0857	CuNi3Si	1782	238
2.0321	CuZn37	17682	248	2.0857	CuNi3Si	17672	243
2.0331	CuZn35Pb1	1652	230	2.0872	CuNi10Fe1Mn	1652	229
2.0331	CuZn36Pb1,5	1782	241	2.0872	CuNi10Fe1Mn	1785	257
2.0331	CuZn36Pb1,5	17671	252	2.0872	CuNi10Fe1Mn	17672	243
2.0331	CuZn36Pb1,5	17671	255	2.0875	CuNi9Sn2	1777	234
2.0332	CuZn37Pb0,5	1652	230	2.0881	CuNi23Mn	17471	318
2.0335	CuZn36	1652	230	2.0882	CuNi30Mn1Fe	17672	243
2.0335	CuZn36	17671	264	2.0883	CuNi30Fe2Mn2	1785	257
2.0335	CuZn36	17672	250	2.0890	CuNi30Mn	17471	318
2.0335	CuZn36	17674	250	2.0918	CuAl5As	1785	257
2.0335	CuZn36	17677	250	2.0936	CuAl10Fe3Mn2	1782	240
2.0335	CuZn36	17682	250	2.0936	CuAl10Fe3Mn2	17672	244
2.0340.02	GK-CuZn37Pb	1709	217	2.0940.01	G-CuAl10Fe	1714	218
2.0340.05	GD-CuZn37Pb	1709	217	2.0940.02	GK-CuAl10Fe	1714	218
2.0360	CuZn40	17672	243	2.0940.03	GZ-CuAl10Fe	1714	218
2.0372	CuZn39Pb0,5	1652	230	2.0966	CuAl10Ni5Fe4	1782	240
2.0372	CuZn39Pb0,5	1782	242	2.0966	CuAl10Ni5Fe4	17672	244
2.0375	CuZn36Pb3	1782	242	2.0978	CuAl11Ni6Fe5	1782	240
2.0375	CuZn36Pb3	17671	252	2.0978	CuAl11Ni6Fe5	17672	244
2.0380	CuZn39Pb2	1652	230	2.0975.04	GC-CuAl10Ni	1714	218
2.0380	CuZn39Pb2	1782	242	2.0980.01	G-CuAl11Ni	1714	218
2.0410	CuZn39Pb3	1782	242	2.0980.02	GK-CuAl11Ni	1714	218
2.0410	CuZn39Pb3	17672	250	2.0980.03	GZ-CuAl11Ni	1714	218
2.0410	CuZn39Pb3	17674	250	2.1016	CuSn4	1777	233
2.0460	CuZn20Al2	1785	257	2.1020	CuSn6	1652	229
2.0470	CuZn28Sn1	1785	257	2.1020	CuSn6	1777	233
2.0500	CuZn23Al6Mn4Fe3	17672	243	2.1020	CuSn6	17671	253
2.0508	CuZn40Mn1Pb	17671	253	2.1020	CuSn6	17677	246
2.0540	CuZn35Ni2	17672	243	2.1020	CuSn6	17682	246
2.0550	CuZn40Al2	1782	243	2.1030	CuSn8	1652	229
2.0550	CuZn40Al2	17671	252	2.1030	CuSn8	1777	233
2.0550	CuZn40Al2	17671	257	2.1030	CuSn8	17677	247
2.0550	CuZn40Al2	17672	243	2.1030	CuSn8	17682	247
2.0561	CuZn40Al1	17672	243	2.1052.01	G-CuSn12	1705	217
2.0580	CuZn40Mn1Pb1	1782	242	2.1052.03	GZ-CuSn12	1705	217
2.0598.01	G-CuZn25Al5	1709	217	2.1052.04	GC-CuSn12	1705	217
2.0598.02	GK-CuZn25Al5	1709	217	2.1061.01	G-CuSn12Pb	1705	217
2.0598.03	GZ-CuZn25Al5	1709	217	2.1061.03	GZ-CuSn12Pb	1705	217
2.0730	CuNi12Zn24	1777	234	2.1061.04	GC-CuSn12Pb	1705	217
2.0730	CuNi12Zn24	17677	246	2.1098.01	G-CuSn2ZnSnPb	1716	218
2.0730	CuNi12Zn24	17682	246	2.1160	CuPb1P	1782	241
2.0740	CuNi18Zn20	1652	229	2.1176.01	G-CuPb10Sn	1716	218
2.0740	CuNi18Zn20	1777	233	2.1176.03	GZ-CuPb10Sn	1716	218
2.0740	CuNi18Zn20	17677	246	2.1176.04	GC-CuPb10Sn	1716	218
2.0740	CuNi18Zn20	17682	246	2.1182.01	G-CuPb15Sn	1716	218
2.0742	CuNi18Zn27	1777	233	2.1182.03	GZ-CuPb15Sn	1716	218
2.0802	CuNi2	17471	318	2.1182.04	GC-CuPb15Sn	1716	218
2.0805	CuNi2Be	17670	229	2.1188.01	G-CuPb20Sn	1716	218
2.0805	CuNi2Be	1777	234	2.1191	CuAg0,1P	1708	210
2.0805	CuNi2Be	1782	238	2.1191	CuAg0,1P	40500	306
2.0805	CuNi2Be	17672	243	2.1203	CuAg0,1	1708	210



Tabelle 1033.1, Fortsetzung

DIN-WNr.	Werkstoff	DIN	Seite	DIN-WNr.	Werkstoff	DIN	Seite
2.1203	CuAg0,1	40500	306	2.3353	GD-Pb 80 SbSn	1741	211
2.1245	CuBe1,7	1777	233	2.3353	GB-Pb 80 SbSn	17640-1	211
2.1247	CuBe2	1652	228	2.3722	GD-Sn60SbPb	1742	223
2.1247	CuBe2	1777	234	2.3732	GD-Sn50SbPb	1742	223
2.1247	CuBe2	1782	238	2.3752	GD-Sn80Pb	1742	223
2.1247	CuBe2	17672	243	2.4011	H-Ni99,96	1701	208
2.1247	CuBe2	17677	245	2.4017	H-Ni99,95	1701	208
2.1247	CuBe2	17682	245	2.4019	H-Ni99,92	1701	208
2.1248	CuBe2Pb	1782	241	2.4021	H-Ni99,90	1701	208
2.1285	CuCo2Be	1777	234	2.4022	H-Ni99,5	1701	208
2.1285	CuCo2Be	1782	238	2.4025	H-Ni99	1701	208
2.1285	CuCo2Be	17672	243	2.4060	Ni99,6	17740	214
2.1285	CuCo2Be	17672	249	2.4061	LC-Ni99,6	17740	214
2.1285	CuCo2Be	17674	249	2.4066	Ni99,2	17740	214
2.1285	CuCo2Be	17677	245	2.4068	LC-Ni99	17740	214
2.1285	CuCo2Be	17682	245	2.4360	NiCu30Fe	17743	214
2.1293	CuCrZr	1782	238	2.4361	LC-NiCu30Fe	17743	214
2.1293	CuCrZr	17672	243	2.4363	NiCo30FeS	17743	214
2.1356	CuMn3	17471	318	2.4375	NiCu30Al	17743	214
2.1362	CuMn12Ni	17471	318	2.4420	NiFe44	17745	215
2.1365	CuMn12NiAl	17471	318	2.4420	NiFe44	17745	215
2.1292.91	G-CuCr F35	17655	217	2.4472	NiFe45	17745	215
2.1292.92	GK-Cu F35	17655	217	2.4475	NiFe46	17745	215
2.1498	CuSP	1782	241	2.4478	NiFe47	17745	215
2.1498	CuSP	17671	252	2.4480	NiFe48Cr	17745	215
2.1546	CuTeP	1782	241	2.4486	NiFe47Cr6	17745	215
2.1546	CuTeP	17671	252	2.4501	NiFe16CuCr	17745	215
2.2143.01	G-ZnAl4Cu3	1743-2	223	2.4501	NiFe16CuCr	17745	215
2.2140.05	GD-ZnAl4	1743-2	223	2.4530	NiFe16CuMo	17745	215
2.2143.02	GK-ZnAl4Cu3	1743-2	223	2.4545	NiFe15Mo	17745	215
2.2141.05	GD-ZnAl4Cu1	1743-2	223	2.4595	RNi 2	17405	311
2.2161.01	G-ZnAl6Cu1	1743-2	223	2.4596	RNi 5	17405	311
2.2161.02	GK-ZnAl6Cu1	1743-2	223	2.4608	NiCr26MoW	EN 10302	176
2.3010	Pb99,9	1719	211	2.4632	NiCr20Co18Ti	EN 10302	176
2.3020	Pb99,985	1719	211	2.4633	NiCr25FeAlY	EN 10302	176
2.3021	Pb99,985Cu	17640-1	212	2.4633	NiCr25FeAlY	17742	214
2.3021	Pb99,985Cu	59610	268	2.4642	NiCr29Fe	EN 10302	176
2.3025	Pb99,97	1719	211	2.4642	NiCr29Fe	17742	214
2.3030	Pb99,94	1719	211	2.4647	NiCr25FeAlYC	17742	214
2.3035	Pb99,94Cu	17640-1	212	2.4650	NiCo20Cr20MoTi	EN 10302	176
2.3035	Pb99,94Cu	59610	268	2.4654	NiCr20Co13Mo4Ti3Al	EN 10302	176
2.3131	PbCu	17640-2	211	2.4658	NiCr70 30	17470	317
2.3133	PbSb0,5Cu	17640-2	211	2.4658	NiCr70 30	17742	214
2.3136	PbSb0,5	17640-1	212	2.4663	NiCr23Co12Mo	EN 10302	176
2.3136	PbSb0,5	59610	268	2.4665	NiCr22Fe18Mo	EN 10302	176
2.3139	PbTeCu	17640-2	211	2.4668	NiCr19Fe19Nb5Mo3	EN 10302	176
2.3140	PbTe	17640-2	211	2.4669	NiCr15Fe7Ti2Al	EN 10302	176
2.3207	GD-PbSb4	1741	211	2.4816	NiCr15Fe	EN 10095	176
2.3207	GB-PbSb4	17640-1	211	2.4816	NiCr15Fe	17742	214
2.3208	GD-PbSb8	1741	211	2.4817	LC-NiCr15Fe	17742	214
2.3208	GB-PbSb8	17640-1	211	2.4851	NiCr23Fe	EN 10095	176
2.3212	GD-PbSb12	1741	211	2.4851	NiCr23Fe	17742	214
2.3212	GB-PbSb12	17640-1	211	2.4856	NiCr22Mo9Nb	EN 10095	176
2.3219	GD-PbSb2	1741	211	2.4867	NiCr60 15	17470	317
2.3219	GB-PbSb2	17640-1	211	2.4867	NiCr6015	17742	214
2.3220	GD-PbSn2	1741	211	2.4869	NiCr80 20	17470	317
2.3220	GB-PbSn2	17640-1	211	2.4869	NiCr80 20	17471	318
2.3221	GD-PbSb10	1741	211	2.4869	NiCr80 20	17742	214
2.3221	GB-PbSb10	17640-1	211	2.4872	NiCr20AlSi	17471	318
2.3350	GD-Pb95Sb	1741	211	2.4872	NiCr20AlSi	17742	214
2.3351	GD-Pb87Sb	1741	211	2.4878	NiCr25Co20TiMo	EN 10302	176
2.3352	GD-Pb 85 SbSn	1741	211	2.4889	NiCr28FeSiCe	EN 10095	176
2.3352	GB-Pb 85 SbSn	17640-1	211	2.4889	NiCr28FeSiCe	17742	214

Tabelle 1033.1, Fortsetzung

DIN-WNr.	Werkstoff	DIN	Seite	DIN-WNr.	Werkstoff	DIN	Seite
2.4951	NiCr20Ti	EN 10095	176	3.7055	Ti3	17860	262
2.4951	NiCr20Ti	17742	214	3.7055	Ti3	17862	262
2.4952	NiCr20TiAl	EN 10090	176	3.7055	Ti3	17864	262
2.4952	NiCr20TiAl	EN 10302	176	3.7065	Ti4	17850	211
2.4952	NiCr20TiAl	17742	214	3.7065	Ti4	17862	262
2.4955	NiFe25Cr20NbTi	EN 10090	176	3.7105	TiNi0,8Mo0,3	17851	215
2.4964	CoCr20W15Ni	EN 10302	176	3.7105	TiNi0,8Mo0,3	17860	262
2.6305	MnCuNi	1715-1	320	3.7105	TiNi0,8Mo0,3	17862	262
3.1371	G-AlCuTiMg	1725-2	220	3.7105	TiNi0,8Mo0,3	17864	262
3.1841	G-AlCuTi	1725-2	220	3.7110	TiAl5Fe2,5	17851	215
3.2151	G-AlSi6Cu4	1725-2	221	3.7110	TiAl5Fe2,5	17860	262
3.2163	G-AlSi9Cu3	1725-2	221	3.7110	TiAl5Fe2,5	17862	262
3.2163	GD-AlSi9Cu3	1725-2	221	3.7110	TiAl5Fe2,5	17864	262
3.2211	G-AlSi11	1725-2	221	3.7115	TiAl5Sn2,5	17851	215
3.2371	G-AlSi7Mg	1725-2	220	3.7115	TiAl5Sn2,5	17860	262
3.2373	G-AlSi9Mg	1725-2	220	3.7115	TiAl5Sn2,5	17862	262
3.2381	G-AlSi10Mg	1725-2	220	3.7115	TiAl5Sn2,5	17864	262
3.2382	GD-AlSi10Mg	1725-2	220	3.7145	TiAl6Sn2Zr4Mo2Si	17851	215
3.2383	G-AlSi10Mg(Cu)	1725-2	220	3.7145.7	TiAl6Sn2Zr4Mo2Si	17862	262
3.2581	G-AlSi12	1725-2	221	3.7145.7	TiAl6Sn2Zr4Mo2Si	17864	262
3.2582	GD-AlSi12	1725-2	221	3.7155	TiAl6Zr5Mo0,5Si	17851	215
3.2583	G-AlSi12(Cu)	1725-2	221	3.7155.7	TiAl6Zr5Mo0,5Si	17864	262
3.2982	GD-AlSi12(Cu)	1725-2	221	3.7165	Ti1Al6V4	17851	215
3.3261	G-AlMg5Si	1725-2	221	3.7165	TiAl6V4	17860	262
3.3292	GD-AlMg9	1725-2	221	3.7165	TiAl6V4	17862	262
3.3541	G-AlMg3	1725-2	221	3.7165	TiAl6V4	17864	262
3.3561	G-AlMg5	1725-2	221	3.7165.1	TiAl6V4	17862	263
3.5106.61	MgAg3SE2Zr1	1729-2	222	3.7165.1	TiAl6V4	17864	263
3.5101.91	MgZn4SE1Zr1	1729-2	222	3.7165.7	TiAl6V4	17862	263
3.5103.91	MgSE3Zn2Zr1	1729-2	222	3.7165.7	TiAl6V4	17864	263
3.5200	MgMn2	1729	214	3.7175	TiAl6V6Sn2	17851	215
3.5200.08	MgMn2 F20	9715	261	3.7175	TiAl6V6Sn2	17860	262
3.5200.08	MgMn2 F22	9715	261	3.7175	TiAl6V6Sn2	17862	262
3.5312	MgAl3Zn	1729	214	3.7175	TiAl6V6Sn2	17864	262
3.5312.08	MgAl3Zn F24	9715	261	3.7185	TiAl4Mo4Sn2	17851	215
3.5479.05	MgAl4Si1	1729-2	222	3.7185	TiAl4Mo4Sn2	17860	262
3.5612	MgAl6Zn	1729	214	3.7185.7	TiAl4Mo4Sn2	17862	262
3.5612.08	MgAl6Zn F27	9715	261	3.7185.7	TiAl4Mo4Sn2	17864	262
3.5612.08	MgAl6Zn F25	9715	262	3.7195	TiAl3V2,5	17851	215
3.5812	MgAl8Zn1	1729-2	222	3.7195	TiAl3V2,5	17862	262
3.5812	MgAl8Zn	1729	214	3.7225	Ti1Pd	17851	215
3.5812.08	MgAl8Zn F27	9715	262	3.7225	Ti1Pd	17860	262
3.5812.08	MgAl8Zn F29	9715	262	3.7225	Ti1Pd	17862	262
3.5812.66	MgAl8Zn F31	9715	262	3.7225	Ti1Pd	17864	262
3.5912	MgAl9Zn1	1729-2	222	3.7235	Ti2Pd	17851	215
3.7025	Ti1	17850	211	3.7235	Ti2Pd	17860	262
3.7025	Ti1	17860	262	3.7235	Ti2Pd	17862	262
3.7025	Ti1	17862	262	3.7235	Ti2Pd	17864	262
3.7025	Ti1	17864	262	3.7255	Ti3Pd	17851	215
3.7035	Ti2	17850	211	3.7255	Ti3Pd	17860	262
3.7035	Ti2	17860	262	3.7255	Ti3Pd	17860	262
3.7035	Ti2	17862	262	3.7255	Ti3Pd	17862	262
3.7035	Ti2	17864	262	3.7255	Ti3Pd	17864	262
3.7055	Ti3	17850	211	3.7255	Ti3Pd	17864	262

## 23.3 Vergleich der DIN EN- und DIN-Werkstoffbezeichnungen

### 23.3.1 Kupfer und Kupferlegierungen

Gegenüberstellungen der neuen Europäischen Werkstoffbezeichnungen zu den früheren Werkstoffbezeichnungen sind z. B. in DIN CEN/TS 13399 „Kupfer und Kupferlegierungen“ aufgeführt. Dieses Dokument enthält in den Anhängen Tabellen, welche die aktuellen Werkstoffbezeichnungen nach

Europäischen Normen zu den Werkstoffbezeichnungen nach den zurückgezogenen DIN-Zusammensetzungsnormen für Kupfer und Kupferlegierungen zum Inhalt haben. Weiterhin wird zur Umschlüsselung von DIN zu EN auf das Beuth-Pocket „Europäische Kupferwerkstoffe“ verwiesen.<sup>1)</sup>

Bei der Anwendung der neuen Werkstoffe, insbesondere bei bereits bestehenden Projekten, sollte stets die Übereinstimmung der Eigenschaften geprüft werden. Hinweis: Die Abkürzung GV bei den Gusswerkstoffen bedeutet hier Gießverfahren.

Tabelle 1045.1 Auswahl Kupferknetwerkstoffe: Gegenüberstellung der Bezeichnungen nach DIN EN und DIN (EN-Kurzzeichen)

		DIN 1787 Kupfer-Halbzeug		
EN-Kurzzeichen	EN-Nummer	DIN-Kurzzeichen	WNr.	Seite
Cu-ETP	CW004A	E-Cu58	2.0065	225
Cu-FRHC	CW005A	E-Cu58	2.0065	209
Cu-OF	CW008A	OF-Cu	2.0040	225
Cu-PHC	CW020A	SE-Cu	2.0070	210
Cu-HCP	CW021A	SE-Cu	2.0070	225
Cu-DLP	CW023A	SW-Cu	2.0076	225
Cu-DHP	CW024A	SF-Cu	2.0090	225
		DIN 17666 Niedriglegierte Kupfer-Knetlegierungen		
EN-Kurzzeichen	EN-Nummer	DIN-Kurzzeichen	WNr.	Seite
CuAg0,10	CW013A	CuAg0,1	2.1203	210
CuAg0,10P	CW016A	CuAg0,1P	2.1191	210
CuBe1,7	CW100C	CuBe1,7	2.1245	225
CuBe2	CW101C	CuBe2	2.1247	225
CuBe2Pb	CW102C	CuBe2Pb	2.1248	225
CuCo2Be	CW104C	CuCo2Be	2.1285	225
CuCr1Zr	CW106C	CuCrZr	2.1293	225
CuFe2P	CW107C	CuFe2P	2.1310	232
CuNi1Si	CW109C	CuNi1,5Si	2.0853	247
CuNi2Be	CW110C	CuNi2Be	2.0850	225
CuNi2Si	CW111C	CuNi2Si	2.0855	232
CuNi3Si1	CW112C	CuNi3Si	2.0857	s.
				Norm
CuPb1P	CW113C	CuPb1P	2.1160	225
CuSP	CW114C	CuSP	2.1498	225
CuTeP	CW118C	CuTeP	2.1546	225
CuZn0,5	CW119C	CuZn0,5	2.0205	225
CuZr	CW120C	CuZr	2.1580	225
		DIN 17665 Kupfer-Aluminium-Legierungen (Aluminiumbronze)		
EN-Kurzzeichen	EN-Nummer	DIN-Kurzzeichen	WNr.	Seite
CuAl5As	CW300G	CuAl5As	2.0918	225
CuAl8Fe3	CW303G	CuAl8Fe3	2.0932	225
CuAl9Ni3Fe2	CW304G	CuAl9Ni3Fe2	2.0971	232
CuAl10Fe3Mn2	CW306G	CuAl10Fe3Mn2	2.0936	225
CuAl10Ni5Fe4	CW307G	CuAl10Ni5Fe4	2.0966	225
CuAl11Fe6Ni6	CW308G	CuAl11Ni6Fe5	2.0978	225

		DIN 17664 Kupfer-Nickel-Legierungen		
EN-Kurzzeichen	EN-Nummer	DIN-Kurzzeichen	WNr.	Seite
CuNi25	CW350H	CuNi25	2.0830	225
CuNi9Sn2	CW351H	CuNi9Sn2	2.0875	225
CuNi10Fe1Mn	CW352H	CuNi10Fe1Mn	2.0872	225
CuNi30Fe2Mn2	CW353H	CuNi30Fe2Mn2	2.0883	225
CuNi30Mn1Fe	CW354H	CuNi30Mn1Fe	2.0882	226
		DIN 17663 Kupfer-Nickel-Zink-Legierungen (Neusilber)		
EN-Kurzzeichen	EN-Nummer	DIN-Kurzzeichen	WNr.	Seite
CuNi12Zn24	CW403J	CuNi12Zn24	2.0730	226
CuNi12Zn30Pb1	CW406J	CuNi12Zn30Pb1	2.0780	226
CuNi18Zn19Pb1	CW408J	CuNi18Zn19Pb1	2.0790	226
CuNi18Zn20	CW409J	CuNi18Zn20	2.0740	226
CuNi18Zn27	CW410J	CuNi18Zn27	2.0742	226
		DIN 17662 Kupfer-Zinn-Legierungen (Zinnbronze)		
EN-Kurzzeichen	EN-Nummer	DIN-Kurzzeichen	WNr.	Seite
CuSn4	CW450K	CuSn4	2.1016	226
CuSn6	CW452K	CuSn6	2.1020	226
CuSn8	CW453K	CuSn8	2.1030	226
CuSn8P	CW459K	CuSn8	2.1030	s.
				Norm
		DIN 17660 Kupfer-Zink-Legierungen (Messing, Sondermessing)		
EN-Kurzzeichen	EN-Nummer	DIN-Kurzzeichen	WNr.	Seite
CuZn5	CW500L	CuZn5	2.0220	226
CuZn10	CW501L	CuZn10	2.0230	226
CuZn15	CW502L	CuZn15	2.0240	226
CuZn20	CW503L	CuZn20	2.0250	226
CuZn28	CW504L	CuZn28	2.0261	240
CuZn30	CW505L	CuZn30	2.0265	226
CuZn33	CW506L	CuZn33	2.0280	226
CuZn36	CW507L	CuZn36	2.0335	230
CuZn37	CW508L	CuZn37	2.0321	226
CuZn40	CW509L	CuZn40	2.0360	226

<sup>1)</sup> Beuth Verlag GmbH, Berlin, Wien, Zürich

Tabelle 1045.1, Fortsetzung

		DIN 17660 Kupfer-Zink-Legierungen (Messing, Sondermessing)		
EN-Kurzzeichen	EN-Nummer	DIN-Kurzzeichen	WNr.	Seite
CuZn35Pb1	CW600N	CuZn36Pb1,5	2.0331	226
CuZn35Pb2	CW601N	CuZn36Pb1,5	2.0331	226
CuZn36Pb3	CW603N	CuZn36Pb3	2.0375	226
CuZn37Pb0,5	CW604N	CuZn37Pb0,5	2.0332	226
CuZn39Pb0,5	CW610N	CuZn39Pb0,5	2.0372	226
CuZn39Pb2	CW612N	CuZn39Pb2	2.0380	226
CuZn39Pb3	CW614N	CuZn39Pb3	2.0401	226
CuZn40Pb2	CW617N	CuZn40Pb2	2.0402	226
CuZn43Pb2	CW623N	CuZn44Pb2	2.0410	226
CuZn20Al2As	CW702R	CuZn20Al2	2.0460	227
CuZn23Al6	CW704R	CuZn23Al6Mn4	2.0500	227
Mn4Fe3Pb		Fe3		
CuZn28Sn1As	CW706R	CuZn28Sn1	2.0470	227
CuZn31Si1	CW708R	CuZn31Si1	2.0490	227
CuZn35Ni3Mn2AlPb	CW710R	CuZn35Ni2	2.0540	227
CuZn37Mn3Al2PbSi	CW713R	CuZn40Al2	2.0550	227
CuZn38AlFeNiPbSn	CW715R	CuZn38SnAl	2.0525	227
CuZn38Mn1Al	CW716R	CuZn37Al1	2.0510	227
CuZn38Sn1As	CW717R	CuZn38Sn1	2.0530	227
CuZn39Mn1AlPbSi	CW718R	CuZn40Al1	2.0561	227
CuZn39Sn1	CW719R	CuZn38Sn1	2.0530	232
CuZn40Mn1Pb1	CW720R	CuZn40Mn1Pb	2.0580	227
CuZn40Mn2Fe1	CW723R	CuZn40Mn2	2.0572	248

Tabelle 1046.1 Auswahl Blockmetalle Kupfer: Gegenüberstellung der Bezeichnungen nach DIN EN und DIN (EN-Kurzzeichen)

		DIN 17656 Kupfer-Gusslegierungen, Blockmetalle		
EN-Kurzzeichen	EN-Nummer	DIN-Kurzzeichen	WNr.	Seite
CuAl10Fe2-B	CB331G	GB-CuAl10Fe	2.0941	s. Norm
CuAl10Ni3Fe2-B	CB332G	GB-CuAl9Ni	2.0972	s. Norm
CuAl10Fe5Ni5-B	CB333G	GB-CuAl10Ni	2.0976	s. Norm
CuAl11Fe6Ni6-B	CB334G	GB-CuAl11Ni	2.0981	s. Norm
CuSn10-B	CB480K	GB-CuSn10	2.1051	s. Norm
CuSn11Pb2-B	CB482K	GB-CuSn12Pb	2.1065	s. Norm
CuSn12-B	CB483K	GB-CuSn12	2.1053	s. Norm
CuSn12Ni2-B	CB484K	GB-CuSn12Ni	2.1063	s. Norm
CuSn3Zn8Pb5-B	CB490K	GB-CuSn2ZnPb	2.1099	s. Norm
CuSn5Zn5Pb5-B	CB491K	GB-CuSn5ZnPb	2.1097	s. Norm

		DIN 17656 Kupfer-Gusslegierungen, Blockmetalle		
EN-Kurzzeichen	EN-Nummer	DIN-Kurzzeichen	WNr.	Seite
CuSn7Zn2Pb3-B	CB492K	GB-CuSn6ZnNi	2.1095	s. Norm
CuSn7Zn4Pb7-B	CB493K	GB-CuSn7ZnPb	2.1091	s. Norm
CuSn10Pb10-B	CB495K	GB-CuPb10Sn	2.1177	s. Norm
CuSn7Pb15-B	CB496K	GB-CuPb15Sn	2.1183	s. Norm
CuSn5Pb20-B	CB497K	GB-CuPb20Sn	2.1189	s. Norm
CuZn33Pb2-B	CB750S	GB-CuZn33Pb	2.0291	s. Norm
CuZn39Pb1Al-B	CB754S	GB-CuZn37Pb	2.0342	s. Norm
CuZn16Si4-B	CB761S	GB-CuZn15Si4	2.0493	s. Norm
CuZn25Al5Mn4Fe3-B	CB762S	GB-CuZn25Al5	2.0608	s. Norm
CuZn34Mn3Al2Fe1-B	CB764S	GB-CuZn34Al2	2.0606	s. Norm
CuZn35Mn2Al1Fe1-B	CB765S	GB-CuZn35Al1	2.0602	s. Norm
CuZn37Al1-B	CB766S	GB-CuZn37Al1	2.0605	s. Norm
CuZn38Al-B	CB767S	GB-CuZn38Al	2.0601	s. Norm

Tabelle 1046.2 Auswahl Gusslegierungen Kupfer: Gegenüberstellung der Bezeichnungen nach DIN EN und DIN (EN-Kurzzeichen)

		DIN 17655 Kupfer-Gusswerkstoffe, unlegiert und niedriglegiert, Gussstücke			
EN-Kurzzeichen	EN-Nummer	GV	DIN-Kurzzeichen	WNr.	Seite
Cu-C	CC040A Sorte C	GS	G-Cu L35	2.0109.01	217
Cu-C	CC040A Sorte B	GS	G-Cu L45	2.0082.01	217
Cu-C	CC040A Sorte A	GS	G-Cu L50	2.0085.01	217
Cu-C	CC040A	GM	GK-Cu L50	2.0085.02	217
CuCr1-C	CC140C	GS	G-CuCr F35	2.1292.91	217
		DIN 1714 Kupfer-Aluminium-Gusslegierungen (Guss-Aluminiumbronze), Gussstücke			
EN-Kurzzeichen	EN-Nummer	GV	DIN-Kurzzeichen	WNr.	Seite
CuAl10Fe2-C	CC331G	GS	G-CuAl10Fe	2.0940.01	218
		GM	GK-CuAl10Fe	2.0940.02	218
		GZ	GZ-CuAl10Fe	2.0940.03	218
CuAl10Ni3Fe2-C	CC332G	GS	G-CuAl9Ni	2.0970.01	s. Norm
		GM	GK-CuAl9Ni	2.0970.02	s. Norm
		GZ	GZ-CuAl9Ni	2.0970.03	s. Norm

Tabelle 1046.2, Fortsetzung

			DIN 1714 Kupfer-Aluminium-Gusslegierungen (Guss-Aluminiumbronze), Gussstücke		
EN-Kurzzeichen	EN-Nummer	GV	DIN-Kurzzeichen	WNr.	Seite
CuAl10Fe5Ni5-C	CC333G	GS	G-CuAl10Ni	2.0975.01	s. Norm s.
		GM	GK-CuAl10Ni	2.0975.02	Norm s.
		GZ	GZ-CuAl10Ni	2.0975.03	Norm s.
CuAl11Fe6Ni6-C	CC334G	GC	GC-CuAl10Ni	2.0975.04	Norm s.
		GS	G-CuAl11Ni	2.0980.01	218
		GM	GK-CuAl11Ni	2.0980.02	218
GZ	GZ-CuAl11Ni	2.0980.03	218		
			DIN 17658 Kupfer-Nickel-Gusslegierungen, Gussstücke		
EN-Kurzzeichen	EN-Nummer	GV	DIN-Kurzzeichen	WNr.	Seite
CuNi10 Fe1Mn1-C CuNi30 Fe1Mn1NbSi-C	CC380H	GS	G-CuNi10	2.0815.01	218
	CC383H	GS	G-CuNi30	2.0835.01	218
			DIN 1705 Kupfer-Zinn- und Kupfer-Zinn-Zink-Gusslegierungen (Guss-Zinnbronze und Rotguss), Gussstücke		
EN-Kurzzeichen	EN-Nummer	GV	DIN-Kurzzeichen	WNr.	Seite
CuSn10-C	CC480K	GS	G-CuSn10	2.1050.01	s. Norm
		GM	GK-CuSn10	2.1050.02	217
CuSn11Pb2-C	CC482K	GS	G-CuSn12Pb	2.1061.01	217
		GZ	GZ-CuSn12Pb	2.1061.03	217
CuSn12-C	CC483K	GC	GC-CuSn12Pb	2.1061.04	217
		GS	G-CuSn12	2.1052.01	217
CuSn12Ni2-C	CC484K	GZ	GZ-CuSn12	2.1052.03	217
		GC	GC-CuSn12	2.1052.04	217
		GS	G-CuSn12Ni	2.1060.01	s. Norm
		GZ	GZ-CuSn12Ni	2.1060.03	Norm s.
		GC	GC-CuSn12Ni	2.1060.04	Norm s.
			DIN 1716 Kupfer-Blei-Zinn-Gusslegierungen (Guss-Zinn-Blei-Bronze), Gussstücke		
EN-Kurzzeichen	EN-Nummer	GV	DIN-Kurzzeichen	WNr.	Seite
CuSn3Zn8Pb5-C CuSn5Zn5Pb5-C	CC490K	GS	G-CuSn2ZnPb	2.1098.01	218
	CC491K	GS	G-CuSn5ZnPb	2.1096.01	s. Norm
CuSn7Zn2Pb3-C	CC492K	GS	G-CuSn6ZnNi	2.1093.01	s. Norm
CuSn7Zn4Pb7-C	CC493K	GS	G-CuSn7ZnPb	2.1090.01	s. Norm
		GZ	GZ-CuSn7ZnPb	2.1090.03	s. Norm
		GC	GC-CuSn7ZnPb	2.1090.04	s. Norm

			DIN 1716 Kupfer-Blei-Zinn-Gusslegierungen (Guss-Zinn-Blei-Bronze), Gussstücke		
EN-Kurzzeichen	EN-Nummer	GV	DIN-Kurzzeichen	WNr.	Seite
CuSn10Pb10-C	CC495K	GS	G-CuPb10Sn	2.1176.01	218
		GZ	GZ-CuPb10Sn	2.1176.03	218
		GC	GC-CuPb10Sn	2.1176.04	218
CuSn7Pb15-C	CC496K	GS	G-CuPb15Sn	2.1182.01	218
		GZ	GZ-CuPb15Sn	2.1182.03	218
		GC	GC-CuPb15Sn	2.1182.04	218
CuSn5Pb20-C	CC497K	GS	G-CuPb20Sn	2.1188.01	218
			DIN 1709 Kupfer-Zink-Gusslegierungen (Guss-Messing und Guss-Sondermessing), Gussstücke		
EN-Kurzzeichen	EN-Nummer	GV	DIN-Kurzzeichen	WNr.	Seite
CuZn33Pb2-C CuZn39Pb1Al-C	CC750S	GS	G-CuZn33Pb	2.0290.01	217
	CC754S	GM	GK-CuZn37Pb	2.0340.02	217
CuZn15As-C CuZn16Si4-C	CC760S	GP	GD-CuZn37Pb	2.0340.05	217
	CC761S	GS	G-CuZn15	2.0241.01	217
		GS	G-CuZn15Si4	2.0492.01	s. Norm
		GM	GK-CuZn15 Si4	2.0492.02	s. Norm
CuZn25Al5Mn4 Fe3-C	CC762S	GP	GD-CuZn15 Si4	2.0492.05	s. Norm
		GS	G-CuZn25Al5	2.0598.01	217
		GM	GK-CuZn25 Al5	2.0598.02	217
		GZ	GZ-CuZn25 Al5	2.0598.03	217
CuZn34Mn3 Al2Fe1-C	CC764S	GS	G-CuZn34Al2	2.0596.01	s. Norm
		GM	GK-CuZn34 Al2	2.0596.02	s. Norm
		GZ	GZ-CuZn34 Al2	2.0596.03	s. Norm
CuZn35Mn2 Al1Fe1-C	CC765S	GS	G-CuZn35Al1	2.0592.01	s. Norm
		GM	GK-CuZn35 Al1	2.0592.02	s. Norm
		GZ	GZ-CuZn35 Al1	2.0592.03	s. Norm
CuZn37Al1-C	CC766S	GM	GK-CuZn37 Al1	2.0595.02	s. Norm
CuZn38Al-C	CC767S	GM	GK-CuZn38 Al	2.0591.02	s. Norm

Tabelle 1047.1 Auswahl Kupferknetwerkstoffe: Gegenüberstellung der Bezeichnungen nach DIN EN und DIN (EN-Nummer)

DIN 1787 Kupfer-Halbzeug				
EN-Nummer	EN-Kurzzeichen	DIN-Kurzzeichen	WNr.	Seite
CW004A	Cu-ETP	E-Cu58	2.0065	225
CR005A	Cu-FRHC	E1-Cu58	2.0061	209
CW008A	Cu-OF	OF-Cu	2.0040	225
CW020A	Cu-PHC	SE-Cu	2.0070	210

Tabelle 1047.1, Fortsetzung

DIN 1787 Kupfer-Halbzeug				
EN-Nummer	EN-Kurzzeichen	DIN-Kurzzeichen	W.Nr.	Seite
CW021A	Cu-HCP	SE-Cu	2.0070	225
CW023A	Cu-DLP	SW-Cu	2.0076	225
CW024A	Cu-DHP	SF-Cu	2.0090	225
DIN 17666 Niedriglegierte Kupfer-Knetlegierungen				
EN-Nummer	EN-Kurzzeichen	DIN-Kurzzeichen	W.Nr.	Seite
CW013A	CuAg <sub>0,10</sub>	CuAg <sub>0,1</sub>	2.1203	210
CW016A	CuAg <sub>0,10P</sub>	CuAg <sub>0,1P</sub>	2.1191	210
CW100C	CuBe <sub>1,7</sub>	CuBe <sub>1,7</sub>	2.1245	225
CW101C	CuBe <sub>2</sub>	CuBe <sub>2</sub>	2.1247	225
CW102C	CuBe <sub>2</sub> Pb	CuBe <sub>2</sub> Pb	2.1248	225
CW104C	CuCo <sub>2</sub> Be	CuCo <sub>2</sub> Be	2.1285	225
CW106C	CuCr <sub>1</sub> Zr	CuCr <sub>1</sub> Zr	2.1293	225
CW107C	CuFe <sub>2</sub> P	CuFe <sub>2</sub> P	2.1310	232
CW109C	CuNi <sub>1</sub> Si	CuNi <sub>1,5</sub> Si	2.0853	247
CW110C	CuNi <sub>2</sub> Be	CuNi <sub>2</sub> Be	2.0850	225
CW111C	CuNi <sub>2</sub> Si	CuNi <sub>2</sub> Si	2.0855	232
CW112C	CuNi <sub>3</sub> Si <sub>1</sub>	CuNi <sub>3</sub> Si	2.0857	s. Norm
CW113C	CuPb <sub>1</sub> P	CuPb <sub>1</sub> P	2.1160	225
CW114C	CuSP	CuSP	2.1498	225
CW118C	CuTeP	CuTeP	2.1546	225
CW119C	CuZn <sub>0,5</sub>	CuZn <sub>0,5</sub>	2.0205	225
CW120C	CuZr	CuZr	2.1580	225
DIN 17665 Kupfer-Aluminium-Legierungen (Aluminiumbronze)				
EN-Nummer	EN-Kurzzeichen	DIN-Kurzzeichen	W.Nr.	Seite
CW300G	CuAl <sub>5</sub> As	CuAl <sub>5</sub> As	2.0918	225
CW303G	CuAl <sub>8</sub> Fe <sub>3</sub>	CuAl <sub>8</sub> Fe <sub>3</sub>	2.0932	225
CW304G	CuAl <sub>9</sub> Ni <sub>3</sub> Fe <sub>2</sub>	CuAl <sub>9</sub> Ni <sub>3</sub> Fe <sub>2</sub>	2.0971	232
CW306G	CuAl <sub>10</sub> Fe <sub>3</sub> Mn <sub>2</sub>	CuAl <sub>10</sub> Fe <sub>3</sub> Mn <sub>2</sub>	2.0936	225
CW307G	CuAl <sub>10</sub> Ni <sub>5</sub> Fe <sub>4</sub>	CuAl <sub>10</sub> Ni <sub>5</sub> Fe <sub>4</sub>	2.0966	225
CW308G	CuAl <sub>11</sub> Fe <sub>6</sub> Ni <sub>6</sub>	CuAl <sub>11</sub> Ni <sub>6</sub> Fe <sub>5</sub>	2.0978	225
DIN 17664 Kupfer-Nickel-Legierungen				
EN-Nummer	EN-Kurzzeichen	DIN-Kurzzeichen	W.Nr.	Seite
CW350H	CuNi <sub>25</sub>	CuNi <sub>25</sub>	2.0830	225
CW351H	CuNi <sub>9</sub> Sn <sub>2</sub>	CuNi <sub>9</sub> Sn <sub>2</sub>	2.0875	225
CW352H	CuNi <sub>10</sub> Fe <sub>1</sub> Mn	CuNi <sub>10</sub> Fe <sub>1</sub> Mn	2.0872	225
CW353H	CuNi <sub>30</sub> Fe <sub>2</sub> Mn <sub>2</sub>	CuNi <sub>30</sub> Fe <sub>2</sub> Mn <sub>2</sub>	2.0883	225
CW354H	CuNi <sub>30</sub> Mn <sub>1</sub> Fe	CuNi <sub>30</sub> Mn <sub>1</sub> Fe	2.0882	226
DIN 17663 Kupfer-Nickel-Zink-Legierungen (Neusilber)				
EN-Nummer	EN-Kurzzeichen	DIN-Kurzzeichen	W.Nr.	Seite
CW403J	CuNi <sub>12</sub> Zn <sub>24</sub>	CuNi <sub>12</sub> Zn <sub>24</sub>	2.0730	226
CW406J	Cu-Ni <sub>12</sub> Zn <sub>30</sub> Pb <sub>1</sub>	CuNi <sub>12</sub> Zn <sub>30</sub> Pb <sub>1</sub>	2.0780	226

DIN 17663 Kupfer-Nickel-Zink-Legierungen (Neusilber)				
EN-Nummer	EN-Kurzzeichen	DIN-Kurzzeichen	W.Nr.	Seite
CW408J	Cu-Ni <sub>18</sub> Zn <sub>19</sub> Pb <sub>1</sub>	CuNi <sub>18</sub> Zn <sub>19</sub> Pb <sub>1</sub>	2.0790	226
CW409J	CuNi <sub>18</sub> Zn <sub>20</sub>	CuNi <sub>18</sub> Zn <sub>20</sub>	2.0740	226
CW410J	CuNi <sub>18</sub> Zn <sub>27</sub>	CuNi <sub>18</sub> Zn <sub>27</sub>	2.0742	226
DIN 17662 Kupfer-Zinn-Legierungen (Zinnbronze)				
EN-Nummer	EN-Kurzzeichen	DIN-Kurzzeichen	W.Nr.	Seite
CW450K	CuSn <sub>4</sub>	CuSn <sub>4</sub>	2.1016	226
CW452K	CuSn <sub>6</sub>	CuSn <sub>6</sub>	2.1020	226
CW453K	CuSn <sub>8</sub>	CuSn <sub>8</sub>	2.1030	226
CW459K	CuSn <sub>8</sub> P	CuSn <sub>8</sub>	2.1030	s. Norm
DIN 17660 Kupfer-Zink-Legierungen (Messing, Sondermessing)				
EN-Nummer	EN-Kurzzeichen	DIN-Kurzzeichen	W.Nr.	Seite
CW500L	CuZn <sub>5</sub>	CuZn <sub>5</sub>	2.0220	226
CW501L	CuZn <sub>10</sub>	CuZn <sub>10</sub>	2.0230	226
CW502L	CuZn <sub>15</sub>	CuZn <sub>15</sub>	2.0240	226
CW503L	CuZn <sub>20</sub>	CuZn <sub>20</sub>	2.0250	226
CW504L	CuZn <sub>28</sub>	CuZn <sub>28</sub>	2.0261	240
CW505L	CuZn <sub>30</sub>	CuZn <sub>30</sub>	2.0265	226
CW506L	CuZn <sub>33</sub>	CuZn <sub>33</sub>	2.0280	226
CW507L	CuZn <sub>36</sub>	CuZn <sub>36</sub>	2.0335	230
CW508L	CuZn <sub>37</sub>	CuZn <sub>37</sub>	2.0321	226
CW509L	CuZn <sub>40</sub>	CuZn <sub>40</sub>	2.0360	226
CW600N	CuZn <sub>35</sub> Pb <sub>1</sub>	CuZn <sub>36</sub> Pb <sub>1,5</sub>	2.0331	226
CW601N	CuZn <sub>35</sub> Pb <sub>2</sub>	CuZn <sub>36</sub> Pb <sub>1,5</sub>	2.0331	226
CW603N	CuZn <sub>36</sub> Pb <sub>3</sub>	CuZn <sub>36</sub> Pb <sub>3</sub>	2.0375	226
CW604N	CuZn <sub>37</sub> Pb <sub>0,5</sub>	CuZn <sub>37</sub> Pb <sub>0,5</sub>	2.0332	226
CW610N	CuZn <sub>39</sub> Pb <sub>0,5</sub>	CuZn <sub>39</sub> Pb <sub>0,5</sub>	2.0372	226
CW612N	CuZn <sub>39</sub> Pb <sub>2</sub>	CuZn <sub>39</sub> Pb <sub>2</sub>	2.0380	226
CW614N	CuZn <sub>39</sub> Pb <sub>3</sub>	CuZn <sub>39</sub> Pb <sub>3</sub>	2.0401	226
CW617N	CuZn <sub>40</sub> Pb <sub>2</sub>	CuZn <sub>40</sub> Pb <sub>2</sub>	2.0402	226
CW623N	CuZn <sub>43</sub> Pb <sub>2</sub>	CuZn <sub>44</sub> Pb <sub>2</sub>	2.0410	226
CW702R	CuZn <sub>20</sub> Al <sub>2</sub> As	CuZn <sub>20</sub> Al <sub>2</sub>	2.0460	227
CW704R	CuZn <sub>23</sub> Al <sub>6</sub> Mn <sub>4</sub> Fe <sub>3</sub> Pb	CuZn <sub>23</sub> Al <sub>6</sub> Mn <sub>4</sub> Fe <sub>3</sub>	2.0500	227
CW706R	CuZn <sub>28</sub> Sn <sub>1</sub> As	CuZn <sub>28</sub> Sn <sub>1</sub>	2.0470	227
CW708R	CuZn <sub>31</sub> Si <sub>1</sub>	CuZn <sub>31</sub> Si <sub>1</sub>	2.0490	227
CW710R	CuZn <sub>35</sub> Ni <sub>3</sub> Mn <sub>2</sub> AlPb	CuZn <sub>35</sub> Ni <sub>2</sub>	2.0540	227
CW713R	CuZn <sub>37</sub> Mn <sub>3</sub> Al <sub>2</sub> PbSi	CuZn <sub>40</sub> Al <sub>2</sub>	2.0550	227
CW715R	CuZn <sub>38</sub> AlFeNiPbSn	CuZn <sub>38</sub> SnAl	2.0525	227
CW716R	CuZn <sub>38</sub> Mn <sub>1</sub> Al	CuZn <sub>37</sub> Al <sub>1</sub>	2.0510	227
CW717R	CuZn <sub>38</sub> Sn <sub>1</sub> As	CuZn <sub>38</sub> Sn <sub>1</sub>	2.0530	227
CW718R	CuZn <sub>39</sub> Mn <sub>1</sub> AlPbSi	CuZn <sub>40</sub> Al <sub>1</sub>	2.0561	227
CW719R	CuZn <sub>39</sub> Sn <sub>1</sub>	CuZn <sub>38</sub> Sn <sub>1</sub>	2.0530	232
CW720R	CuZn <sub>40</sub> Mn <sub>1</sub> Pb <sub>1</sub>	CuZn <sub>40</sub> Mn <sub>1</sub> Pb	2.0580	227
CW723R	CuZn <sub>40</sub> Mn <sub>2</sub> Fe <sub>1</sub>	CuZn <sub>40</sub> Mn <sub>2</sub>	2.0572	248

Tabelle 1049.1 Auswahl Blockmetalle Kupfer:  
Gegenüberstellung der Bezeichnungen  
nach DIN EN und DIN (EN-Nummer)

		DIN 17656 Kupfer-Gusslegierungen, Blockmetalle		
EN-Nummer	EN-Kurzzeichen	DIN-Kurzzeichen	WNr.	Seite
CB331G	CuAl10Fe2-B	GB-CuAl10Fe	2.0941	s. Norm
CB332G	CuAl10Ni3Fe2-B	GB-CuAl9Ni	2.0972	s. Norm
CB333G	CuAl10Fe5Ni5-B	GB-CuAl10Ni	2.0976	s. Norm
CB334G	CuAl11Fe6Ni6-B	GB-CuAl11Ni	2.0981	s. Norm
CB480K	CuSn10-B	GB-CuSn10	2.1051	s. Norm
CB482K	CuSn11Pb2-B	GB-CuSn12Pb	2.1065	s. Norm
CB483K	CuSn12-B	GB-CuSn12	2.1053	s. Norm
CB484K	CuSn12Ni2-B	GB-CuSn12Ni	2.1063	s. Norm
CB490K	CuSn3Zn8Pb5-B	GB-CuSn2ZnPb	2.1099	s. Norm
CB491K	CuSn5Zn5Pb5-B	GB-CuSn5ZnPb	2.1097	s. Norm
CB492K	CuSn7Zn2Pb3-B	GB-CuSn6ZnNi	2.1095	s. Norm
CB493K	CuSn7Zn4Pb7-B	GB-CuSn7ZnPb	2.1091	s. Norm
CB495K	CuSn10Pb10-B	GB-CuPb10Sn	2.1177	s. Norm
CB496K	CuSn7Pb15-B	GB-CuPb15Sn	2.1183	s. Norm
CB497K	CuSn5Pb20-B	GB-CuPb20Sn	2.1189	s. Norm
CB750S	CuZn33Pb2-B	GB-CuZn33Pb	2.0291	s. Norm
CB754S	CuZn39Pb1Al-B	GB-CuZn37Pb	2.0342	s. Norm
CB761S	CuZn16Si4-B	GB-CuZn15Si4	2.0493	s. Norm
CB762S	CuZn25Al5Mn4Fe3-B	GB-CuZn25Al5	2.0608	s. Norm
CB764S	CuZn34Mn3Al2Fe1-B	GB-CuZn34Al2	2.0606	s. Norm
CB765S	CuZn35Mn2Al1Fe1-B	GB-CuZn35Al1	2.0602	s. Norm
CB766S	CuZn37Al1-B	GB-CuZn37Al1	2.0605	s. Norm
CB767S	CuZn38Al-B	GB-CuZn38Al	2.0601	s. Norm

Tabelle 1049.2 Auswahl Gusslegierungen Kupfer:  
Gegenüberstellung der Bezeichnungen  
nach DIN EN und DIN (EN-Nummer)

		DIN 17655 Kupfer-Gusswerkstoffe, unlegiert und niedriglegiert, Gussstücke			
EN-Nummer	EN-Kurzzeichen	GV	DIN-Kurzzeichen	WNr.	Seite
CC040A Sorte C	Cu-C	GS	G-Cu L35	2.0109.01	217
CC040A Sorte B	Cu-C	GS	G-Cu L45	2.0082.01	217
CC765S	Cu-C	GS	G-Cu L50	2.0085.01	217

			DIN 17655 Kupfer-Gusswerkstoffe, unlegiert und niedriglegiert, Gussstücke		
EN-Nummer	EN-Kurzzeichen	GV	DIN-Kurzzeichen	WNr.	Seite
CC040A	Cu-C	GM	GK-Cu L50	2.0085.02	217
CC140C	CuCr1-C	GS	G-CuCr F35	2.1292.91	217
			DIN 1714 Kupfer-Aluminium-Gusslegierungen (Guss-Aluminiumbronze), Gussstücke		
EN-Nummer	EN-Kurzzeichen	GV	DIN-Kurzzeichen	WNr.	Seite
CC331G	CuAl10Fe2-C	GS	G-CuAl10Fe	2.0940.01	218
CC331G	CuAl10Fe2-C	GM	GK-CuAl10Fe	2.0940.02	218
CC331G	CuAl10Fe2-C	GZ	GZ-CuAl10Fe	2.0940.03	218
CC332G	CuAl10Ni3Fe2-C	GS	G-CuAl9Ni	2.0970.01	s. Norm
CC332G	CuAl10Ni3Fe2-C	GM	GK-CuAl9Ni	2.0970.02	s. Norm
CC332G	CuAl10Ni3Fe2-C	GZ	GZ-CuAl9Ni	2.0970.03	s. Norm
CC333G	CuAl10Fe5Ni5-C	GS	G-CuAl10Ni	2.0975.01	s. Norm
CC333G	CuAl10Fe5Ni5-C	GM	GK-CuAl10Ni	2.0975.02	s. Norm
CC333G	CuAl10Fe5Ni5-C	GZ	GZ-CuAl10Ni	2.0975.03	s. Norm
CC333G	CuAl10Fe5Ni5-C	GC	GC-CuAl10Ni	2.0975.04	s. Norm
CC334G	CuAl11Fe6Ni6-C	GS	G-CuAl11Ni	2.0980.01	218
CC334G	CuAl11Fe6Ni6-C	GM	GK-CuAl11Ni	2.0980.02	218
CC334G	CuAl11Fe6Ni6-C	GZ	GZ-CuAl11Ni	2.0980.03	218
			DIN 17658 Kupfer-Nickel-Gusslegierungen, Gussstücke		
EN-Nummer	EN-Kurzzeichen	GV	DIN-Kurzzeichen	WNr.	Seite
CC380H	CuNi10Fe1Mn1-C	GS	G-CuNi10	2.0815.01	218
CC383H	CuNi30Fe1Mn1NbSi-C	GS	G-CuNi30	2.0835.01	218
			DIN 1705 Kupfer-Zinn- und Kupfer-Zinn-Zinn-Gusslegierungen (Guss-Zinnbronze und Rotguss), Gussstücke		
EN-Nummer	EN-Kurzzeichen	GV	DIN-Kurzzeichen	WNr.	Seite
CC480K	CuSn10-C	GS	G-CuSn10	2.1050.01	s. Norm
CC482K	CuSn11Pb2-C	GS	G-CuSn12Pb	2.1061.01	217
CC482K	CuSn11Pb2-C	GZ	GZ-CuSn12Pb	2.1061.03	217
CC482K	CuSn11Pb2-C	GC	GC-CuSn12Pb	2.1061.04	217
CC483K	CuSn12-C	GS	G-CuSn12	2.1052.01	217
CC483K	CuSn12-C	GZ	GZ-CuSn12	2.1052.03	217
CC483K	CuSn12-C	GC	GC-CuSn12	2.1052.04	217
CC484K	CuSn12Ni2-C	GS	G-CuSn12Ni	2.1060.01	s. Norm

Tabelle 1049.2, Fortsetzung

			DIN 1705 Kupfer-Zinn- und Kupfer-Zinn-Zink-Gusslegierungen (Guss-Zinnbronze und Rotguss), Gussstücke		
EN-Nummer	EN-Kurzzeichen	GV	DIN-Kurzzeichen	WNr.	Seite
CC484K	CuSn12Ni2-C	GZ	GZ-CuSn12Ni	2.1060.03	s. Norm
CC484K	CuSn12Ni2-C	GC	GC-CuSn12Ni	2.1060.04	s. Norm
			DIN 1716 Kupfer-Blei-Zinn-Gusslegierungen (Guss-Zinn-Blei-Bronze), Gussstücke		
EN-Nummer	EN-Kurzzeichen	GV	DIN-Kurzzeichen	WNr.	Seite
CC490K	CuSn3Zn8 Pb5-C	GS	G-CuSn2ZnPb	2.1098.01	218
CC491K	CuSn5Zn5 Pb5-C	GS	G-CuSn5ZnPb	2.1096.01	s. Norm
CC492K	CuSn7Zn2 Pb3-C	GS	G-CuSn6ZnNi	2.1093.01	s. Norm
CC493K	CuSn7Zn4 Pb7-C	GS	G-CuSn7ZnPb	2.1090.01	s. Norm
CC493K	CuSn7Zn4 Pb7-C	GZ	GZ-CuSn7ZnPb	2.1090.03	s. Norm
CC493K	CuSn7Zn4 Pb7-C	GC	GC-CuSn7ZnPb	2.1090.04	s. Norm
CC496K	CuSn10Pb10-C	GS	G-CuPb10Sn	2.1176.01	218
CC496K	CuSn10Pb10-C	GZ	GZ-CuPb10Sn	2.1176.03	218
CC496K	CuSn10Pb10-C	GC	GC-CuPb10Sn	2.1176.04	218
CC497K	CuSn7Pb15-C	GS	G-CuPb15Sn	2.1182.01	218
CC497K	CuSn7Pb15-C	GZ	GZ-CuPb15Sn	2.1182.03	218
CC497K	CuSn7Pb15-C	GC	GC-CuPb15Sn	2.1182.04	218
CC497K	CuSn5Pb20-C	GS	G-CuPb20Sn	2.1188.01	218
			DIN 1709 Kupfer-Zink-Gusslegierungen (Guss-Messing und Guss-Sondermessing), Gussstücke		
EN-Nummer	EN-Kurzzeichen	GV	DIN-Kurzzeichen	WNr.	Seite
CC750S	CuZn33Pb2-C	GS	G-CuZn33Pb	2.0290.01	217
CC754S	CuZn39Pb1Al-C	GM	GK-CuZn37Pb	2.0340.02	217
CC754S	CuZn39Pb1Al-C	GP	GD-CuZn37Pb	2.0340.05	217
CC760S	CuZn15As-C	GS	G-CuZn15	2.0241.01	217
CC761S	CuZn16Si4-C	GS	G-CuZn15Si4	2.0492.01	s. Norm
CC761S	CuZn16Si4-C	GM	GK-CuZn15Si4	2.0492.02	s. Norm
CC761S	CuZn16Si4-C	GP	GD-CuZn15Si4	2.0492.05	s. Norm
CC762S	CuZn25 Al5Mn4Fe3-C	GS	G-CuZn25Al5	2.0598.01	217
CC762S	CuZn25Al5 Mn4Fe3-C	GM	GK-CuZn25Al5	2.0598.02	217
CC762S	CuZn25Al5 Mn4Fe3-C	GZ	GZ-CuZn25Al5	2.0598.03	217
CC764S	CuZn34Mn3 Al2Fe1-C	GS	G-CuZn34Al2	2.0596.01	s. Norm
CC764S	CuZn34Mn3 Al2Fe1-C	GM	GK-CuZn34Al2	2.0596.02	s. Norm

			DIN 1709 Kupfer-Zink-Gusslegierungen (Guss-Messing und Guss-Sondermessing), Gussstücke		
EN-Nummer	EN-Kurzzeichen	GV	DIN-Kurzzeichen	WNr.	Seite
CC764S	CuZn34Mn3 Al2Fe1-C	GZ	GZ-CuZn34Al2	2.0596.03	s. Norm
CC765S	CuZn35Mn2 Al1Fe1-C	GS	G-CuZn35Al1	2.0592.01	s. Norm
CC765S	CuZn35Mn2 Al1Fe1-C	GM	GK-CuZn35Al1	2.0592.02	s. Norm
CC765S	CuZn35Mn2 Al1Fe1-C	GZ	GZ-CuZn35Al1	2.0592.03	s. Norm
CC766S	CuZn37Al1-C	GM	GK-CuZn37Al1	2.0595.02	s. Norm
CC767S	CuZn38Al-C	GM	GK-CuZn38Al	2.0591.02	s. Norm

Tabelle 1050.1 Auswahl Kupferknetwerkstoffe: Gegenüberstellung der Bezeichnungen nach DIN und DIN EN (DIN-Kurzzeichen)

DIN-Kurzzeichen	WNr.	EN-Kurzzeichen	EN-Nummer	Seite
CuAg0,1	2.1203	CuAg0,10	CW013A	210
CuAg0,1P	2.1191	CuAg0,10P	CW016A	210
CuAl10Fe3Mn2	2.0936	CuAl10Fe3Mn2	CW306G	225
CuAl10Ni5Fe4	2.0966	CuAl10Ni5Fe4	CW307G	225
CuAl11Ni6Fe5	2.0978	CuAl11Fe6Ni6	CW308G	225
CuAl5As	2.0918	CuAl5As	CW300G	225
CuAl8Fe3	2.0932	CuAl8Fe3	CW303G	225
CuAl9Ni3Fe2	2.0971	CuAl9Ni3Fe2	CW304G	232
CuBe1,7	2.1245	CuBe1,7	CW100C	225
CuBe2	2.1247	CuBe2	CW101C	225
CuBe2Pb	2.1248	CuBe2Pb	CW102C	225
CuCo2Be	2.1285	CuCo2Be	CW104C	225
CuCrZr	2.1293	CuCr1Zr	CW106C	225
CuFe2P	2.1310	CuFe2P	CW107C	232
CuNi1,5Si	2.0853	CuNi1Si	CW109C	247
CuNi10Fe1Mn	2.0872	CuNi10Fe1Mn	CW352H	225
CuNi12Zn24	2.0730	CuNi12Zn24	CW403J	226
CuNi12Zn30Pb1	2.0780	CuNi12Zn30Pb1	CW406J	226
CuNi18Zn19Pb1	2.0790	CuNi18Zn19Pb1	CW408J	226
CuNi18Zn20	2.0740	CuNi18Zn20	CW409J	226
CuNi18Zn27	2.0742	CuNi18Zn27	CW410J	226
CuNi25	2.0830	CuNi25	CW350H	225
CuNi2Be	2.0850	CuNi2Be	CW110C	225
CuNi2Si	2.0855	CuNi2Si	CW111C	232
CuNi30Fe2Mn2	2.0883	CuNi30Fe2Mn2	CW353H	225
CuNi30Mn1Fe	2.0882	CuNi30Mn1Fe	CW354H	226
CuNi3Si	2.0857	CuNi3Si1	CW112C	s. Norm
CuNi9Sn2	2.0875	CuNi9Sn2	CW351H	225
CuPb1P	2.1160	CuPb1P	CW113C	225
CuSn4	2.1016	CuSn4	CW450K	226
CuSn6	2.1020	CuSn6	CW452K	226
CuSn8	2.1030	CuSn8	CW453K	226
CuSn8	2.1030	CuSn8P	CW459K	s. Norm
CuSP	2.1498	CuSP	CW114C	225
CuTeP	2.1546	CuTeP	CW118C	225
CuZn0,5	2.0205	CuZn0,5	CW119C	225
CuZn10	2.0230	CuZn10	CW501L	226
CuZn15	2.0240	CuZn15	CW502L	226



Tabelle 1050.1, Fortsetzung

DIN-Kurzzeichen	WNr.	EN-Kurzzeichen	EN-Nummer	Seite
CuZn20	2.0250	CuZn20	CW503L	226
CuZn20Al2	2.0460	CuZn20Al2As	CW702R	227
CuZn23Al6	2.0500	CuZn23Al6	CW704R	227
Mn4Fe3		Mn4Fe3Pb		
CuZn28	2.0261	CuZn28	CW504L	240
CuZn28Sn1	2.0470	CuZn28Sn1As	CW706R	227
CuZn30	2.0265	CuZn30	CW505L	226
CuZn31Si1	2.0490	CuZn31Si1	CW708R	227
CuZn33	2.0280	CuZn33	CW506L	226
CuZn35Ni2	2.0540	CuZn35Ni3	CW710R	227
		Mn2AlPb		
CuZn36	2.0335	CuZn36	CW507L	230
CuZn36Pb1,5	2.0331	CuZn35Pb1	CW600N	226
CuZn36Pb1,5	2.0331	CuZn35Pb2	CW601N	226
CuZn36Pb3	2.0375	CuZn36Pb3	CW603N	226
CuZn37	2.0321	CuZn37	CW508L	226
CuZn37Al1	2.0510	CuZn38Mn1Al	CW716R	227
CuZn37Pb0,5	2.0332	CuZn37Pb0,5	CW604N	226
CuZn38Sn1	2.0530	CuZn38Sn1As	CW717R	227
CuZn38Sn1	2.0530	CuZn39Sn1	CW719R	232
CuZn38SnAl	2.0525	CuZn38-	CW715R	227
		AlFeNiPbSn		
CuZn39Pb0,5	2.0372	CuZn39Pb0,5	CW610N	226
CuZn39Pb2	2.0380	CuZn39Pb2	CW612N	226
CuZn39Pb3	2.0401	CuZn39Pb3	CW614N	226
CuZn40	2.0360	CuZn40	CW509L	226
CuZn40Al1	2.0561	CuZn39Mn1	CW718R	227
		AlPbSi		
CuZn40Al2	2.0550	CuZn37Mn3	CW713R	227
		Al2PbSi		
CuZn40Mn1Pb	2.0580	CuZn40Mn1Pb1	CW720R	227
CuZn40Mn2	2.0572	CuZn40Mn2Fe1	CW723R	248
CuZn40Pb2	2.0402	CuZn40Pb2	CW617N	226
CuZn44Pb2	2.0410	CuZn43Pb2	CW623N	226
CuZn5	2.0220	CuZn5	CW500L	226
CuZr	2.1580	CuZr	CW120C	225
E-Cu58	2.0065	Cu-ETP	CW004A	225
E2-Cu58	2.0062	Cu-FRHC	CR005A	209
OF-Cu	2.0040	Cu-OF	CW008A	225
SE-Cu	2.0070	Cu-PHC	CW020A	210
SE-Cu	2.0070	Cu-HCP	CW021A	225
SF-Cu	2.0090	Cu-DHP	CW024A	225
SW-Cu	2.0076	Cu-DLP	CW023A	225

Tabelle 1051.1 Auswahl Blockmetalle Kupfer: Gegenüberstellung der Bezeichnungen nach DIN und DIN EN (DIN-Kurzzeichern)

DIN-Kurzzeichen	WNr.	EN-Kurzzeichen	EN-Nummer	Seite
GB-CuAl9Ni	2.0972	CuAl10Ni3Fe2-B	CB332G	s. Norm s.
GB-CuAl10Fe	2.0941	CuAl10Fe2-B	CB331G	s. Norm s.
GB-CuAl10Ni	2.0976	CuAl10Fe5Ni5-B	CB333G	s. Norm s.
GB-CuAl11Ni	2.0981	CuAl11Fe6Ni6-B	CB334G	s. Norm s.
GB-CuPb10Sn	2.1177	CuSn10Pb10-B	CB495K	s. Norm s.
GB-CuPb15Sn	2.1183	CuSn7Pb15-B	CB496K	s. Norm s.
GB-CuPb20Sn	2.1189	CuSn5Pb20-B	CB497K	s. Norm

DIN-Kurzzeichen	WNr.	EN-Kurzzeichen	EN-Nummer	Seite
GB-CuSn2ZnPb	2.1099	CuSn3Zn8Pb5-B	CB490K	s. Norm
GB-CuSn5ZnPb	2.1097	CuSn5Zn5Pb5-B	CB491K	s. Norm
GB-CuSn6ZnNi	2.1095	CuSn7Zn2Pb3-B	CB492K	s. Norm
GB-CuSn7ZnPb	2.1091	CuSn7Zn4Pb7-B	CB493K	s. Norm
GB-CuSn10	2.1051	CuSn10-B	CB480K	s. Norm
GB-CuSn12	2.1053	CuSn12-B	CB483K	s. Norm
GB-CuSn12Ni	2.1063	CuSn12Ni2-B	CB484K	s. Norm
GB-CuSn12Pb	2.1065	CuSn11Pb2-B	CB482K	s. Norm
GB-CuZn15Si4	2.0493	CuZn16Si4-B	CB761S	s. Norm
GB-CuZn25Al5	2.0608	CuZn25Al5Mn4-Fe3-B	CB762S	s. Norm
GB-CuZn33Pb	2.0291	CuZn33Pb2-B	CB750S	s. Norm
GB-CuZn34Al2	2.0606	CuZn34Mn3Al2-Fe1-B	CB764S	s. Norm
GB-CuZn35Al1	2.0602	CuZn35Mn2Al1-Fe1-B	CB765S	s. Norm
GB-CuZn37Al1	2.0605	CuZn37Al1-B	CB766S	s. Norm
GB-CuZn37Pb	2.0342	CuZn39Pb1Al-B	CB754S	s. Norm
GB-CuZn38Al	2.0601	CuZn38Al-B	CB767S	s. Norm

Tabelle 1051.2 Auswahl Gusslegierungen Kupfer: Gegenüberstellung der Bezeichnungen nach DIN EN und DIN (DIN-Kurzzeichern)

DIN-Kurzzeichen	WNr.	EN-Kurzzeichen	GV	EN-Nummer	Seite
G-CuZn33Pb	2.0290.01	CuZn33Pb2-C	GS	CC750S	217
GC-CuAl10Ni	2.0975.04	CuAl10Fe5Ni5-C	GC	CC333G	s. Norm
GC-CuPb10Sn	2.1176.04	CuSn10Pb10-C	GC	CC496K	218
GC-CuPb15Sn	2.1182.04	CuSn7Pb15-C	GC	CC497K	218
GC-CuSn12	2.1052.04	CuSn12-C	GC	CC483K	217
GC-CuSn12	2.1060.04	CuSn12Ni2-C	GC	CC484K	s. Norm
Ni					
GC-CuSn12Pb	2.1061.04	CuSn11Pb2-C	GC	CC482K	217
GC-CuSn7ZnPb	2.1090.04	CuSn7Zn4Pb7-C	GC	CC493K	s. Norm
G-Cu L35	2.0109.01	Cu-C	GS	CC040A	217
G-Cu L45	2.0082.01	Cu-C	GS	CC040A	217
G-Cu L50	2.0085.01	Cu-C	GS	CC040A	217
G-CuAl10Fe	2.0940.01	CuAl10Fe2-C	GS	CC331G	218
G-CuAl10Ni	2.0975.01	CuAl10Fe5Ni5-C	GS	CC333G	s. Norm
G-CuAl11Ni	2.0980.01	CuAl11Fe6Ni6-C	GS	CC334G	218
G-CuAl9Ni	2.0970.01	CuAl10Ni3Fe2-C	GS	CC332G	s. Norm

Tabelle 1051.2, Fortsetzung

DIN-Kurzzeichen	Wnr.	EN-Kurzzeichen	GV	EN-Nummer	Seite
G-CuCr F35	2.1292.91	CuCr1-C	GS	CC140C	217
G-CuNi10	2.0815.01	CuNi10	GS	CC380H	218
G-CuNi30	2.0835.01	Fe1Mn1-C CuNi30	GS	CC383H	218
G-CuPb10Sn	2.1176.01	CuSn10Pb10-C	GS	CC495K	218
G-CuPb15Sn	2.1182.01	CuSn7Pb15-C	GS	CC496K	218
G-CuPb20Sn	2.1188.01	CuSn5Pb20-C	GS	CC497K	218
G-CuSn10	2.1050.01	CuSn10-C	GS	CC480K	s. Norm
G-CuSn12	2.1052.01	CuSn12-C	GS	CC483K	217
G-CuSn12Ni	2.1060.01	CuSn12Ni2-C	GS	CC484K	s. Norm
G-CuSn12Pb	2.1061.01	CuSn11Pb2-C	GS	CC482K	218
G-CuSn2ZnPb	2.1098.01	CuSn3Zn8Pb5-C	GS	CC490K	218
G-CuSn5ZnPb	2.1096.01	CuSn5Zn5Pb5-C	GS	CC491K	s. Norm
G-CuSn6ZnNi	2.1093.01	CuSn7Zn2Pb3-C	GS	CC492K	s. Norm
G-CuSn7ZnPb	2.1090.01	CuSn7Zn4Pb7-C	GS	CC493K	s. Norm
G-CuZn15	2.0241.01	CuZn15As-C	GS	CC760S	217
G-CuZn15Si4	2.0492.01	CuZn16Si4-C	GS	CC761S	s. Norm
G-CuZn25Al5	2.0598.01	CuZn25Al5Mn4 Fe3-C	GS	CC762S	217
G-CuZn34Al2	2.0596.01	CuZn34Mn3Al2 Fe1-C	GS	CC764S	s. Norm
G-CuZn35Al1	2.0592.01	CuZn35Mn2Al1 Fe1-C	GS	CC765S	s. Norm
GD-CuZn15 Si4	2.0492.05	CuZn16Si4-C	GP	CC761S	s. Norm
GD-CuZn37Pb	2.0340.05	CuZn39Pb1Al-C	GP	CC754S	217
GK-Cu L50	2.0085.02	Cu-C	GM	CC040A	217
GK-CuAl10Fe	2.0940.02	CuAl10Fe2-C	GM	CC331G	218
GK-CuAl10Ni	2.0975.02	CuAl10Fe5Ni5-C	GM	CC333G	s. Norm
GK-CuAl11Ni	2.0980.02	CuAl11Fe6Ni6-C	GM	CC334G	218
GK-CuAl9Ni	2.0970.02	CuAl10Ni3Fe2-C	GM	CC332G	s. Norm
GK-CuZn15 Si4	2.0492.02	CuZn16Si4-C	GM	CC761S	s. Norm
GK-CuZn25 Al5	2.0598.02	CuZn25Al5Mn4 Fe3-C	GM	CC762S	217
GK-CuZn34 Al2	2.0596.02	CuZn34Mn3Al2 Fe1-C	GM	CC764S	s. Norm
GK-CuZn35 Al1	2.0592.02	CuZn35Mn2Al1 Fe1-C	GM	CC765S	s. Norm
GK-CuZn37 Al1	2.0595.02	CuZn37Al1-C	GM	CC766S	s. Norm
GK-CuZn37Pb	2.0340.02	CuZn39Pb1Al-C	GM	CC754S	217
GK-CuZn38 Al	2.0591.02	CuZn38Al-C	GM	CC767S	s. Norm
GZ-CuAl10Fe	2.0940.03	CuAl10Fe2-C	GZ	CC331G	218
GZ-CuAl10Ni	2.0975.03	CuAl10Fe5Ni5-C	GZ	CC333G	s. Norm
GZ-CuAl11Ni	2.0980.03	CuAl11Fe6Ni6-C	GZ	CC334G	218
GZ-CuAl9Ni	2.0970.03	CuAl10Ni3Fe2-C	GZ	CC332G	s. Norm
GZ-CuPb10Sn	2.1176.03	CuSn10Pb10-C	GZ	CC495K	218
GZ-CuPb15Sn	2.1182.03	CuSn7Pb15-C	GZ	CC496K	218
GZ-CuSn12	2.1052.03	CuSn12-C	GZ	CC483K	217

DIN-Kurzzeichen	Wnr.	EN-Kurzzeichen	GV	EN-Nummer	Seite
GZ-CuSn12 Ni	2.1060.03	CuSn12Ni2-C	GZ	CC484K	s. Norm
GZ-CuSn12Pb	2.1061.03	CuSn11Pb2-C	GZ	CC482K	217
GZ-CuSn7ZnPb	2.1090.03	CuSn7Zn4Pb7-C	GZ	CC493K	s. Norm
GZ-CuZn25 Al5	2.0598.03	CuZn25Al5Mn4 Fe3-C	GZ	CC762S	217
GZ-CuZn34 Al2	2.0596.03	CuZn34Mn3 Al2Fe1-C	GZ	CC764S	s. Norm
GZ-CuZn35 Al1	2.0592.03	CuZn35Mn2 Al1Fe1-C	GZ	CC765S	s. Norm

Tabelle 1052.1 Auswahl Kupferknetwerkstoffe:  
Gegenüberstellung der Bezeichnungen nach  
DIN EN und DIN (DIN-Werkstoffnummer)

Wnr.	DIN-Kurzzeichen	EN-Kurzzeichen	EN-Nummer	Seite
2.0040	OF-Cu	Cu-OF	CW008A	225
2.0065	E-Cu58	Cu-ETP	CW004A	225
2.0065	E-Cu58	Cu-FRHC	CW005A	209
2.0070	SE-Cu	Cu-PHC	CW020A	210
2.0070	SE-Cu	Cu-HCP	CW021A	225
2.0076	SW-Cu	Cu-DLP	CW023A	225
2.0090	SF-Cu	Cu-DHP	CW024A	225
2.0205	CuZn0,5	CuZn0,5	CW119C	225
2.0220	CuZn5	CuZn5	CW500L	226
2.0230	CuZn10	CuZn10	CW501L	226
2.0240	CuZn15	CuZn15	CW502L	226
2.0250	CuZn20	CuZn20	CW503L	226
2.0261	CuZn28	CuZn28	CW504L	226
2.0265	CuZn30	CuZn30	CW505L	225
2.0280	CuZn33	CuZn33	CW506L	225
2.0321	CuZn37	CuZn37	CW508L	225
2.0331	CuZn36Pb1,5	CuZn35Pb1	CW600N	225
2.0331	CuZn36Pb1,5	CuZn35Pb2	CW601N	225
2.0332	CuZn37Pb0,5	CuZn37Pb0,5	CW604N	225
2.0335	CuZn36	CuZn36	CW507L	230
2.0360	CuZn40	CuZn40	CW509L	226
2.0372	CuZn39Pb0,5	CuZn39Pb0,5	CW610N	226
2.0375	CuZn36Pb3	CuZn36Pb3	CW603N	226
2.0380	CuZn39Pb2	CuZn39Pb2	CW612N	226
2.0401	CuZn39Pb3	CuZn39Pb3	CW614N	226
2.0402	CuZn40Pb2	CuZn40Pb2	CW617N	226
2.0410	CuZn44Pb2	CuZn43Pb2	CW623N	226
2.0460	CuZn20Al2	CuZn20Al2As	CW702R	226
2.0470	CuZn28Sn1	CuZn28Sn1As	CW706R	227
2.0490	CuZn31Si1	CuZn31Si1	CW708R	227
2.0500	CuZn23Al6Mn4 Fe3	CuZn23Al6 Mn4Fe3Pb	CW704R	227
2.0510	CuZn37Al1	CuZn38Mn1Al	CW716R	227
2.0525	CuZn38SnAl	CuZn38	CW715R	227
2.0530	CuZn38Sn1	AlFeNiPbSn	CW717R	227
2.0530	CuZn38Sn1	CuZn38Sn1As	CW719R	232
2.0540	CuZn35Ni2	CuZn35Ni3	CW710R	227
2.0550	CuZn40Al2	Mn2AlPb CuZn37Mn3Al2 PbSi	CW713R	227
2.0561	CuZn40Al1	CuZn39Mn1 AlPbSi	CW718R	227
2.0572	CuZn40Mn2	CuZn40Mn2Fe1	CW723R	248

Tabelle 1052.1, Fortsetzung

W.Nr.	DIN-Kurzzeichen	EN-Kurzzeichen	EN-Nummer	Seite
2.0580	CuZn40Mn1Pb	CuZn40Mn1Pb1	CW720R	227
2.0730	CuNi12Zn24	CuNi12Zn24	CW403J	226
2.0740	CuNi18Zn20	CuNi18Zn20	CW409J	226
2.0742	CuNi18Zn27	CuNi18Zn27	CW410J	226
2.0780	CuNi12Zn30Pb1	CuNi12Zn30Pb1	CW406J	226
2.0790	CuNi18Zn19Pb1	CuNi18Zn19Pb1	CW408J	226
2.0830	CuNi25	CuNi25	CW350H	225
2.0850	CuNi2Be	CuNi2Be	CW110C	225
2.0853	CuNi1,5Si	CuNi1Si	CW109C	247
2.0855	CuNi2Si	CuNi2Si	CW111C	232
2.0857	CuNi3Si	CuNi3Si1	CW112C	s. Norm
2.0872	CuNi10Fe1Mn	CuNi10Fe1Mn	CW352H	225
2.0875	CuNi9Sn2	CuNi9Sn2	CW351H	225
2.0882	CuNi30Mn1Fe	CuNi30Mn1Fe	CW354H	226
2.0883	CuNi30Fe2Mn2	CuNi30Fe2Mn2	CW353H	225
2.0918	CuAl5As	CuAl5As	CW300G	225
2.0932	CuAl8Fe3	CuAl8Fe3	CW303G	225
2.0936	CuAl10Fe3Mn2	CuAl10Fe3Mn2	CW306G	225
2.0966	CuAl10Ni5Fe4	CuAl10Ni5Fe4	CW307G	225
2.0971	CuAl9Ni3Fe2	CuAl9Ni3Fe2	CW304G	232
2.0978	CuAl11Ni6Fe5	CuAl11Ni6Fe5	CW308G	225
2.1016	CuSn4	CuSn4	CW450K	226
2.1020	CuSn6	CuSn6	CW452K	226
2.1030	CuSn8	CuSn8	CW453K	226
2.1030	CuSn8	CuSn8P	CW459K	s. Norm
2.1160	CuPb1P	CuPb1P	CW113C	225
2.1191	CuAg0,1P	CuAg0,10P	CW016A	210
2.1203	CuAg0,1	CuAg0,10	CW013A	210
2.1245	CuBe1,7	CuBe1,7	CW100C	225
2.1247	CuBe2	CuBe2	CW101C	225
2.1248	CuBe2Pb	CuBe2Pb	CW102C	225
2.1285	CuCo2Be	CuCo2Be	CW104C	225
2.1293	CuCrZr	CuCr1Zr	CW106C	225
2.1310	CuFe2P	CuFe2P	CW107C	232
2.1498	CuSP	CuSP	CW114C	225
2.1546	CuTeP	CuTeP	CW118C	225
2.1580	CuZr	CuZr	CW120C	225

Tabelle 1053.1 Auswahl Blockmetalle Kupfer: Gegenüberstellung der Bezeichnungen nach DIN und DIN EN (DIN-Werkstoffnummer)

W.Nr.	DIN-Kurzzeichen	EN-Kurzzeichen	EN-Nummer	Seite
2.0291	GB-CuZn33Pb	CuZn33Pb2-B	CB750S	s. Norm
2.0342	GB-CuZn37Pb	CuZn39Pb1Al-B	CB754S	s. Norm
2.0493	GB-CuZn15Si4	CuZn16Si4-B	CB761S	s. Norm
2.0601	GB-CuZn38Al	CuZn38Al-B	CB767S	s. Norm
2.0602	GB-CuZn35Al1	CuZn35Mn2Al1Fe1-B	CB765S	s. Norm
2.0605	GB-CuZn37Al1	CuZn37Al1-B	CB766S	s. Norm
2.0606	GB-CuZn34Al2	CuZn34Mn3Al2Fe1-B	CB764S	s. Norm
2.0608	GB-CuZn25Al5	CuZn25Al5Mn4Fe3-B	CB762S	s. Norm

W.Nr.	DIN-Kurzzeichen	EN-Kurzzeichen	EN-Nummer	Seite
2.0941	GB-CuAl10Fe	CuAl10Fe2-B	CB331G	s. Norm
2.0972	GB-CuAl9Ni	CuAl10Ni3Fe2-B	CB332G	s. Norm
2.0976	GB-CuAl10Ni	CuAl10Fe5Ni5-B	CB333G	s. Norm
2.0981	GB-CuAl11Ni	CuAl11Fe6Ni6-B	CB334G	s. Norm
2.1051	GB-CuSn10	CuSn10-B	CB480K	s. Norm
2.1053	GB-CuSn12	CuSn12-B	CB483K	s. Norm
2.1063	GB-CuSn12Ni	CuSn12Ni2-B	CB484K	s. Norm
2.1065	GB-CuSn12Pb	CuSn11Pb2-B	CB482K	s. Norm
2.1091	GB-CuSn7ZnPb	CuSn7Zn4Pb7-B	CB493K	s. Norm
2.1095	GB-CuSn6ZnNi	CuSn7Zn2Pb3-B	CB492K	s. Norm
2.1097	GB-CuSn5ZnPb	CuSn5Zn5Pb5-B	CB491K	s. Norm
2.1099	GB-CuSn2ZnPb	CuSn3Zn8Pb5-B	CB490K	s. Norm
2.1177	GB-CuPb10Sn	CuSn10Pb10-B	CB495K	s. Norm
2.1183	GB-CuPb15Sn	CuSn7Pb15-B	CB496K	s. Norm
2.1189	GB-CuPb20Sn	CuSn5Pb20-B	CB497K	s. Norm

Tabelle 1053.2 Auswahl Gusslegierungen Kupfer: Gegenüberstellung der Bezeichnungen nach DIN und DIN EN (DIN-Werkstoffnummer)

W.Nr.	DIN-Kurzzeichen	EN-Kurzzeichen	GV	EN-Nummer	Seite
2.0082.01	G-Cu L45	Cu-C	GS	CC040A Sorte B	217
2.0085.01	G-Cu L50	Cu-C	GS	CC040A Sorte A	217
2.0085.02	GK-Cu L50	Cu-C	GM	CC040A	217
2.0109.01	G-Cu L35	Cu-C	GS	CC040A Sorte C	217
2.0241.01	G-CuZn15	CuZn15As-C	GS	CC760S	217
2.0290.01	G-CuZn33Pb	CuZn33Pb2-C	GS	CC750S	217
2.0340.02	GK-CuZn37Pb	CuZn39Pb1Al-C	GM	CC754S	217
2.0340.05	GD-CuZn37Pb	CuZn39Pb1Al-C	GP	CC754S	217
2.0492.01	G-CuZn15Si4	CuZn16Si4-C	GS	CC761S	s. Norm
2.0492.02	GK-CuZn15Si4	CuZn16Si4-C	GM	CC761S	s. Norm
2.0492.05	GD-CuZn15Si4	CuZn16Si4-C	GP	CC761S	s. Norm
2.0591.02	GK-CuZn38Al	CuZn38Al-C	GM	CC767S	s. Norm
2.0592.01	G-CuZn35Al1	CuZn35Mn2Al1Fe1-C	GS	CC765S	s. Norm
2.0592.02	GK-CuZn35Al1	CuZn35Mn2Al1Fe1-C	GM	CC765S	s. Norm
2.0592.03	GZ-CuZn35Al1	CuZn35Mn2Al1Fe1-C	GZ	CC765S	s. Norm
2.0595.02	GK-CuZn37Al1	CuZn37Al1-C	GM	CC766S	s. Norm

Tabelle 1053.2 Fortsetzung

Wnr.	DIN-Kurzzeichen	EN-Kurzzeichen	GV	EN-Nummer	Seite	Wnr.	DIN-Kurzzeichen	EN-Kurzzeichen	GV	EN-Nummer	Seite
2.0596.01	G-CuZn34Al2	CuZn34Mn3Al2Fe1-C	GS	CC764S	s. Norm	2.0980.02	GK-CuAl11Ni	CuAl11Fe6Ni6-C	GM	CC334G	218
2.0596.02	GK-CuZn34Al2	CuZn34Mn3Al2Fe1-C	GM	CC764S	s. Norm	2.0980.03	GZ-CuAl11Ni	CuAl11Fe6Ni6-C	GZ	CC334G	218
2.0596.03	GZ-CuZn34Al2	CuZn34Mn3Al2Fe1-C	GZ	CC764S	s. Norm	2.1050.01	G-CuSn10	CuSn10-C	GS	CC480K	s. Norm
2.0598.01	G-CuZn25Al5	CuZn25Al5Mn4Fe3-C	GS	CC762S	217	2.1052.01	G-CuSn12	CuSn12-C	GS	CC483K	217
2.0598.02	GK-CuZn25Al5	CuZn25Al5Mn4Fe3-C	GM	CC762S	217	2.1052.03	GZ-CuSn12	CuSn12-C	GZ	CC483K	217
2.0598.03	GZ-CuZn25Al5	CuZn25Al5Mn4Fe3-C	GZ	CC762S	217	2.1052.04	GC-CuSn12	CuSn12-C	GC	CC483K	217
2.0815.01	G-CuNi10	CuNi10Fe1Mn1-C	GS	CC380H	218	2.1060.01	G-CuSn12Ni	CuSn12Ni2-C	GS	CC484K	s. Norm
2.0835.01	G-CuNi30	CuNi30Fe1Mn1NbSi-C	GS	CC383H	218	2.1061.01	G-CuSn12Pb	CuSn11Pb2-C	GS	CC482K	217
2.0940.01	G-CuAl10Fe	CuAl10Fe2-C	GS	CC331G	218	2.1060.03	GZ-CuSn12Ni	CuSn12Ni2-C	GZ	CC484K	s. Norm
2.0940.02	GK-CuAl10Fe	CuAl10Fe2-C	GM	CC331G	218	2.1060.04	GC-CuSn12Ni	CuSn12Ni2-C	GC	CC484K	s. Norm
2.0940.03	GZ-CuAl10Fe	CuAl10Fe2-C	GZ	CC331G	218	2.1061.03	GZ-CuSn12Pb	CuSn11Pb2-C	GZ	CC482K	217
2.0970.01	G-CuAl9Ni	CuAl10Ni3Fe2-C	GS	CC332G	s. Norm	2.1061.04	GC-CuSn12Pb	CuSn11Pb2-C	GC	CC482K	217
2.0970.02	GK-CuAl9Ni	CuAl10Ni3Fe2-C	GM	CC332G	s. Norm	2.1090.01	G-CuSn7ZnPb	CuSn7Zn4Pb7-C	GS	CC493K	s. Norm
2.0970.03	GZ-CuAl9Ni	CuAl10Ni3Fe2-C	GZ	CC332G	s. Norm	2.1090.03	GZ-CuSn7ZnPb	CuSn7Zn4Pb7-C	GZ	CC493K	s. Norm
2.0975.01	G-CuAl10Ni	CuAl10Fe5Ni5-C	GS	CC333G	s. Norm	2.1090.04	GC-CuSn7ZnPb	CuSn7Zn4Pb7-C	GC	CC493K	s. Norm
2.0975.02	GK-CuAl10Ni	CuAl10Fe5Ni5-C	GM	CC333G	s. Norm	2.1093.01	G-CuSn6ZnNi	CuSn7Zn2Pb3-C	GS	CC492K	s. Norm
2.0975.03	GZ-CuAl10Ni	CuAl10Fe5Ni5-C	GZ	CC333G	s. Norm	2.1096.01	G-CuSn5ZnPb	CuSn5Zn5Pb5-C	GS	CC491K	s. Norm
2.0975.04	GC-CuAl10Ni	CuAl10Fe5Ni5-C	GC	CC333G	s. Norm	2.1098.01	G-CuSn2ZnPb	CuSn3Zn8Pb5-C	GS	CC490K	218
2.0980.01	G-CuAl11Ni	CuAl11Fe6Ni6-C	GS	CC334G	218	2.1176.01	G-CuPb10Sn	CuSn10Pb10-C	GS	CC496K	218
						2.1176.03	GZ-CuPb10Sn	CuSn10Pb10-C	GZ	CC496K	218
						2.1176.04	GC-CuPb10Sn	CuSn10Pb10-C	GC	CC496K	218
						2.1182.01	G-CuPb15Sn	CuSn7Pb15-C	GS	CC497K	218
						2.1182.03	GZ-CuPb15Sn	CuSn7Pb15-C	GZ	CC497K	218
						2.1182.04	GC-CuPb15Sn	CuSn7Pb15-C	GC	CC497K	218
						2.1188.01	G-CuPb20Sn	CuSn5Pb20-C	GS	CC497K	218
						2.1292.91	G-CuCr F35	CuCr1-C	GS	CC140C	217

### 23.3.2 Aluminium und Aluminiumknetlegierungen für Halbzeug

Eine Gegenüberstellung der neuen Europäischen Werkstoffbezeichnungen zu den früheren Werkstoffbezeichnungen ist z. B. in DIN EN 485-2 „Aluminium und Aluminiumlegierungen – Bänder, Bleche und Platten Mechanische Eigenschaften“ enthalten. Die Europäischen Normen lösen die bisher geltenden nationalen DIN-Normen ab. Bei der Umsetzung konnten nicht alle nationalen Belange berücksichtigt werden. Das bedeutet, dass bei der Anwendung der neuen Werkstoffe, insbesondere bei einem bereits bestehenden Projekt, stets die Übereinstimmung der Eigenschaften geprüft werden sollte. Eine allen Gesichtspunkten gerecht werdende Arbeitshilfe zur Umschlüsselung der Bezeichnung von Aluminium-Werkstoffen von „alt“ auf „neu“ bietet das Beuth-Pocket „Europäische Aluminiumwerkstoffe“. <sup>1)</sup>

Tabelle 1054.1 Auswahl Aluminiumknetlegierungen: Gegenüberstellung der Bezeichnungen nach DIN EN und DIN (EN-Nr)

EN-Nr.	EN-Kurzzeichen	DIN-Kurzzeichen	Wnr. DIN	Seite
<b>Aluminium Serie 1000</b>				
EN AW-1199	EN AW-AI 99,99	—	—	s. Norm 261
EN AW-1098	EN AW-AI 99,98	—	—	s. Norm 261
EN AW-1198	EN AW-AI 99,98(A)	—	—	s. Norm 261
EN AW-1090	EN AW-AI 99,90	—	—	s. Norm 261

EN-Nr.	EN-Kurzzeichen	DIN-Kurzzeichen	Wnr. DIN	Seite
<b>Aluminium Serie 1000</b>				
EN AW-1085	EN AW-AI 99,85	—	—	s. Norm 258
EN AW-1080A	EN AW-AI 99,8(A)	Al99,8	3.0285	258
EN AW-1070A	EN AW-AI 99,7	Al99,7	3.0275	258
EN AW-1370	EN AW-EAI 99,7	—	—	309
EN AW-1060	EN AW-AI 99,6	—	—	s. Norm 258
EN AW-1050A	EN AW-AI 99,5	Al99,5	3.0255	258
EN AW-1350	EN AW-EAI 99,5	—	—	309
EN AW-1350A	EN AW-EAI 99,5(A)	E-AI	3.0257	308

<sup>1)</sup> Beuth Verlag GmbH Berlin, Wien, Zürich

Tabelle 1054.1, Fortsetzung

EN-Nr.	EN-Kurzzeichen	DIN-Kurzzeichen	WNr. DIN	Seite
<b>Aluminium Serie 1000</b>				
EN AW-1450	EN AW-Al 99,5Ti	–	–	s. Norm
EN AW-1235	EN AW-Al 99,35	–	–	s. Norm
EN AW-1200	EN AW-Al 99,0	Al99	3.0205	258
EN AW-1200A	EN AW-Al 99,0(A)	–	–	s. Norm
EN AW-1100	EN AW-Al 99,0Cu	–	–	s. Norm
<b>Aluminiumlegierungen Serie 2000, Al Cu</b>				
EN AW-2001	EN AW-Al Cu5,5MgMn	–	–	s. Norm
EN AW-2007	EN AW-Al Cu4PbMgMn	AlCuMgPb	3.1645	s. Norm
EN AW-2011	EN AW-Al Cu6BiPb	AlCuBiPb	3.1655	212
EN AW-2011A	EN AW-Al Cu6BiPb(A)	–	–	260
EN AW-2014	EN AW-Al Cu4SiMg	AlCuSiMn	3.1255	212
EN AW-2014A	EN AW-Al Cu4SiMg(A)	–	–	260
EN AW-2214	EN AW-Al Cu4SiMg(B)	AlCuSiMn	3.1255	s. Norm
EN AW-2017A	EN AW-Al Cu4MgSi(A)	AlCuMg1	3.1325	258
EN AW-2117	EN AW-Al Cu2,5Mg	–	–	261
EN AW-2618A	EN AW-Al Cu2Mg1,5Ni	–	–	s. Norm
EN AW-2219	EN AW-Al Cu6Mn	–	–	s. Norm
EN AW-2319	EN AW-Al Cu6Mn(A)	–	–	260
EN AW-2024	EN AW-Al Cu4Mg1	AlCuMg2	3.1355	212
EN AW-2124	EN AW-Al Cu4Mg1(A)	–	–	s. Norm
EN AW-2030	EN AW-Al Cu4PbMg	–	–	260
EN AW-2031	EN AW-Al Cu2,5NiMg	–	–	s. Norm
EN AW-2091	EN AW-Al Cu2Li2Mg1,5	–	–	s. Norm
<b>Aluminiumlegierungen Serie 3000, Al Mn</b>				
EN AW-3002	EN AW-Al Mn0,2Mg0,1	–	–	s. Norm
EN AW-3102	EN AW-Al Mn0,2	–	–	s. Norm
EN AW-3003	EN AW-Al Mn1Cu	AlMnCu	3.0517	258
EN AW-3103	EN AW-Al Mn1	AlMn1	3.0515	258
EN AW-3103A	EN AW-Al Mn1(A)	–	–	s. Norm
EN AW-3004	EN AW-Al Mn1Mg1	AlMn1Mg1	3.0526	258
EN AW-3104	EN AW-Al Mn1Mg1Cu	–	–	s. Norm
EN AW-3005	EN AW-Al Mn1Mg0,5	AlMn1-Mg0,5	3.0525	258
EN AW-3005A	EN AW-Al Mn1Mg0,5(A)	–	–	s. Norm
EN AW-3105	EN AW-Al Mn0,5Mg0,5	AlMn0,5-Mg0,5	3.0505	258
EN AW-3105A	EN AW-Al Mn0,5Mg0,5(A)	–	–	s. Norm
<b>Aluminiumlegierungen Serie 3000, Al Mn</b>				
EN AW-3105B	EN AW-Al Mn0,6Mg0,5	–	–	–
EN AW-3207	EN AW-Al Mn0,6	AlMn0,6	3.0506	s. Norm
EN AW-3207A	EN AW-Al Mn0,6(A)	–	–	s. Norm
EN AW-3017	EN AW-Al Mn1Cu0,3	–	–	s. Norm
<b>Aluminiumlegierungen Serie 4000, Al Si</b>				
EN AW-4004	EN AW-Al Si10Mg1,5	–	–	s. Norm
EN AW-4104	EN AW-Al Si10MgBi	–	–	s. Norm
EN AW-4006	EN AW-Al Si1Fe	–	–	258
EN AW-4007	EN AW-Al Si1,5Mn	–	–	258
EN AW-4015	EN AW-Al Si2Mn	–	–	258
EN AW-4016	EN AW-Al Si2MnZn	–	–	s. Norm
EN AW-4017	EN AW-Al SiMnMgCu	–	–	s. Norm
EN AW-4018	EN AW-Al Si7Mg	–	–	s. Norm
EN AW-4032	EN AW-Al Si12,5MgCuNi	–	–	s. Norm
EN AW-4043A	EN AW-Al Si5(A)	–	–	s. Norm
EN AW-4343	EN AW-Al Si7,5	–	–	s. Norm
EN AW-4045	EN AW-Al Si10	–	–	s. Norm
EN AW-4046	EN AW-Al Si10Mg	–	–	s. Norm
EN AW-4047A	EN AW-Al Si12(A)	–	–	s. Norm
<b>Aluminiumlegierungen Serie 5000, Al Mg</b>				
EN AW-5005	EN AW-Al Mg1(B)	–	–	259
EN AW-5005A	EN AW-Al Mg1(C)	AlMg1	3.3315	261
EN AW-5305	EN AW-Al 99,85Mg1	Al99,85-Mg1	3.3317	s. Norm
EN AW-5505	EN AW-Al 99,9Mg1	Al99,9Mg1	3.3318	s. Norm
EN AW-5605	EN AW-Al 99,98Mg1	AlRMg1	3.3319	s. Norm
EN AW-5010	EN AW-Al Mg0,5Mn	–	–	–
EN AW-5110	EN AW-Al 99,85Mg0,5	Al99,85-Mg0,5	3.3307	s. Norm
EN AW-5210	EN AW-Al 99,9Mg0,5	Al99,9-Mg0,5	3.3308	s. Norm
EN AW-5310	EN AW-Al 99,98Mg0,5	AlRMg0,5	3.3309	s. Norm
EN AW-5018	EN AW-Al Mg3Mn0,4	–	–	s. Norm
EN AW-5019	EN AW-Al Mg5	AlMg5	3.3555	213
EN AW-5119	EN AW-Al Mg5(A)	–	–	s. Norm
EN AW-5119A	EN AW-Al Mg5(B)	–	–	s. Norm
EN AW-5040	EN AW-Al Mg1,5Mn	–	–	s. Norm
EN AW-5042	EN AW-Al Mg3,5Mn	–	–	s. Norm

Tabelle 1054.1, Fortsetzung

EN-Nr.	EN-Kurzzeichen	DIN-Kurzzeichen	WNr. DIN	Seite
<b>Aluminiumlegierungen Serie 5000, Al Mg</b>				
EN AW-5049	EN AW-Al Mg2Mn0,8	AlMg2Mn0,8	3.3527	258
EN AW-5149	EN AW-Al Mg2Mn0,8(A)	—	—	s. Norm
EN AW-5249	EN AW-Al Mg2Mn0,8Zr	—	—	s. Norm
EN AW-5449	EN AW-Al Mg2Mn0,8(B)	—	—	258
EN AW-5050	EN AW-Al Mg1,5(C)	—	—	261
EN AW-5050A	EN AW-Al Mg1,5(D)	—	—	261
EN AW-5051A	EN AW-Al Mg2(B)	AlMg1,8	3.3326	s. Norm
EN AW-5251	EN AW-Al Mg2Mn0,3	AlMg2Mn0,3	3.3525	260
EN AW-5052	EN AW-Al Mg2,5	AlMg2,5	3.3523	267
EN AW-5252	EN AW-Al Mg2,5(B)	—	—	s. Norm
EN AW-5352	EN AW-Al Mg2,5(A)	—	—	s. Norm
EN AW-5154A	EN AW-Al Mg3,5(A)	—	—	260
EN AW-5154B	EN AW-Al Mg3,5Mn0,3	—	—	s. Norm
EN AW-5354	EN AW-Al Mg2,5MnZr	—	—	s. Norm
EN AW-5454	EN AW-Al Mg3Mn	AlMg2,7Mn	3.3537	213
EN AW-5554	EN AW-Al Mg3Mn(A)	—	—	s. Norm
EN AW-5654	EN AW-Al Mg3,5Cr	—	—	s. Norm
EN AW-5654A	EN AW-Al Mg3,5Cr(A)	—	—	s. Norm
EN AW-5754	EN AW-Al Mg3	AlMg3	3.3535	213
EN AW-5056A	EN AW-Al Mg5	—	—	s. Norm
EN AW-5356	EN AW-Al Mg5Cr(A)	—	—	s. Norm
EN AW-5356A	EN AW-Al Mg5Cr(B)	—	—	s. Norm
EN AW-5456A	EN AW-Al Mg5Mn1(A)	—	—	s. Norm
EN AW-5456B	EN AW-Al Mg5Mn1(B)	—	—	s. Norm
EN AW-5556A	EN AW-Al Mg5Mn	—	—	s. Norm
EN AW-5556B	EN AW-Al Mg5Mn(A)	—	—	s. Norm
EN AW-5657	EN AW-Al 99,85Mg1(A)	—	—	s. Norm
EN AW-5058	EN AW-Al Mg5Pb1,5	—	—	s. Norm
EN AW-5082	EN AW-Al Mg4,5	AlMg4,5	3.3345	s. Norm
EN AW-5182	EN AW-Al Mg4,5Mn0,4	AlMg5Mn	3.3549	258
EN AW-5083	EN AW-Al Mg4,5Mn0,7	AlMg4,5Mn	3.3547	258
EN AW-5183	EN AW-Al Mg4,5Mn0,7(A)	—	—	s. Norm
EN AW-5183A	EN AW-Al Mg4,5Mn0,7(C)	—	—	s. Norm
EN AW-5283A	EN AW-Al Mg4,5Mn0,7(B)	—	—	s. Norm
<b>Aluminiumlegierungen Serie 5000, Al Mg</b>				
EN AW-5383	EN AW-Al Mg4,5Mn0,9	—	—	258
EN AW-5086	EN AW-Al Mg4	AlMg4Mn	3.3545	213
EN AW-5186	EN AW-Al Mg4Mn0,4	—	—	s. Norm
EN AW-5087	EN AW-Al Mg4,5MnZr	—	—	s. Norm
EN AW-5187	EN AW-Al Mg4,5MnZr(A)	—	—	s. Norm
<b>Aluminiumlegierungen Serie 6000, Al MgSi</b>				
EN AW-6101	EN AW-EAl MgSi	—	—	309
EN AW-6101A	EN AW-EAl MgSi(A)	—	—	260
EN AW-6101B	EN AW-EAl MgSi(B)	E-AlMgS0,5i	3.3207	308
EN AW-6201	EN AW-EAl Mg0,7Si	—	—	309
EN AW-6401	EN AW-Al 99,9MgSi	Al99,9MgSi	3.3208	s. Norm
EN AW-6003	EN AW-Al Mg1Si0,8	—	—	s. Norm
EN AW-6005	EN AW-Al SiMg	—	—	260
EN AW-6005A	EN AW-Al SiMg(A)	AlSiMg0,7	3.3210	265
EN AW-6005B	EN AW-Al SiMg(B)	—	—	s. Norm
EN AW-6106	EN AW-Al MgSiMn	—	—	260
EN AW-6008	EN AW-Al SiMgV	—	—	265
EN AW-6011	EN AW-Al Mg0,9Si0,9Cu	—	—	s. Norm
EN AW-6012	EN AW-Al MgSiPb	AlMgSiPb	3.0615	260
EN AW-6013	EN AW-Al Mg1Si0,8CuMn	—	—	s. Norm
EN AW-6015	EN AW-Al Mg1Si0,3Cu	—	—	s. Norm
EN AW-6016	EN AW-Al Si1,2Mg0,4	—	—	258
EN AW 6018	EN AW-Al Mg1SiPbMn	—	—	260
EN AW-6351	EN AW-Al Si1Mg0,5Mn	—	—	260
EN AW-6351A	EN AW-Al Si1Mg0,5Mn(A)	—	—	s. Norm
EN AW-6951	EN AW-Al MgSi0,3Cu	—	—	s. Norm
EN AW-6056	EN AW-Al Si1MgCuMn	—	—	s. Norm
EN AW-6060	EN AW-Al MgSi	AlMgSi0,5	3.3206	260
EN AW-6061	EN AW-AlMg1SiCu	AlMg1SiCu	3.3211	258
EN AW-6061A	EN AW-Al Mg1SiCu(A)	—	—	s. Norm
EN AW-6261	EN AW-Al Mg1SiCuMn	—	—	260
EN AW-6262	EN AW-Al Mg1SiPb	—	—	264
EN AW-6063	EN AW-Al Mg0,7Si	—	—	260
EN AW-6063A	EN AW-Al Mg0,7Si(A)	—	—	260
EN AW-6463	EN AW-Al Mg0,7Si(B)	—	—	260
EN AW-6081	EN AW-Al Si0,9MgMn	—	—	260
EN AW-6181	EN AW-Al Si1Mg0,8	—	—	s. Norm
EN AW-6082	EN AW-Al Si1MgMn	AlMgSi1	3.2315	259
EN AW-6082A	EN AW-Al Si1MgMn(A)	—	—	s. Norm
<b>Aluminiumlegierungen Serie 7000, Al Zn</b>				
EN AW-7003	EN AW-Al Zn6Mg0,8Zr	—	—	260
EN AW-7005	EN AW-Al Zn4,5Mg1,5Mn	—	—	260

Tabelle 1054.1, Fortsetzung

EN-Nr.	EN-Kurzzeichen	DIN-Kurzzeichen	WNr. DIN	Seite
<b>Aluminiumlegierungen Serie 7000, Al Zn</b>				
EN AW-7108	EN AW-Al Zn5Mg1Zr	—	—	s. Norm
EN AW-7009	EN AW-Al Zn5,5MgCuAg	—	—	s. Norm
EN AW-7010	EN AW-Al Zn6MgCu	—	—	s. Norm
EN AW-7012	EN AW-Al Zn6Mg2Cu	—	—	s. Norm
EN AW-7015	EN AW-Al Zn5Mg1,5CuZr	—	—	s. Norm
EN AW-7016	EN AW-Al Zn4,5Mg1Cu	—	—	s. Norm
EN AW-7116	EN AW-Al Zn4,5Mg1Cu0,8	—	—	s. Norm
EN AW-7020	EN AW-Al Zn4,5Mg1	AlZn4,5Mg1	3.4335	258
EN AW-7021	EN AW-Al Zn5,5Mg1,5	—	—	258
EN AW-7022	EN AW-Al Zn5Mg3Cu	AlZnMgCu0,5	3.4345	258
EN AW-7026	EN AW-Al Zn5Mg1,5Cu	—	—	s. Norm
EN AW-7029	EN AW-Al Zn4,5Mg1,5Cu	—	—	s. Norm
EN AW-7129	EN AW-Al Zn4,5Mg1,5Cu(A)	—	—	s. Norm
EN AW-7030	EN AW-Al Zn5,5Mg1Cu	—	—	s. Norm
EN AW-7039	EN AW-Al Zn4Mg3	—	—	s. Norm
EN AW-7049A	EN AW-Al Zn8MgCu	—	—	260
EN AW-7149	EN AW-Al Zn8MgCu(A)	—	—	s. Norm
EN AW-7050	EN AW-Al Zn6CuMgZr	—	—	s. Norm
EN AW-7150	EN AW-Al Zn6CuMgZr(A)	—	—	s. Norm
EN AW-7060	EN AW-Al Zn7CuMg	—	—	s. Norm
EN AW-7072	EN AW-Al Zn1	AlZn1	3.4415	s. Norm
EN AW-7075	EN AW-Al Zn5,5MgCu	AlZnMgCu1,5	3.4365	258
EN AW-7175	EN AW-Al Zn5,5MgCu(B)	—	—	s. Norm
EN AW-7475	EN AW-Al Zn5,5MgCu(A)	—	—	s. Norm
EN AW-7178	EN AW-Al Zn7MgCu	—	—	s. Norm
<b>Aluminiumlegierungen Serie 8000, Sonstige</b>				
EN AW-8006	EN AW-Al Fe1,5Mn	—	—	s. Norm
EN AW-8008	EN AW-Al Fe1Mn0,8	—	—	s. Norm
EN AW-8011A	EN AW-Al FeSi(A)	AlFeSi	3.0915	259
EN AW-8111	EN AW-Al FeSi(B)	—	—	s. Norm
EN AW-8211	EN AW-Al FeSi(C)	—	—	s. Norm
EN AW-8112	EN AW-Al 95	—	—	s. Norm

EN-Nr.	EN-Kurzzeichen	DIN-Kurzzeichen	WNr. DIN	Seite
<b>Aluminiumlegierungen Serie 8000, Sonstige</b>				
EN AW-8014	EN AW-Al Fe1,5Mn0,4	—	—	s. Norm
EN AW-8015	EN AW-Al FeMn0,3	—	—	s. Norm
EN AW-8016	EN AW-Al Fe1Mn	—	—	s. Norm
EN AW-8018	EN AW-Al FeSiCu	—	—	s. Norm
EN AW-8021B	EN AW-Al Fe1,5	—	—	s. Norm
EN AW-8079	EN AW-Al Fe1Si	—	—	s. Norm
EN AW-8090	EN AW-Al Li2,5Cu1,5Mg1	—	—	s. Norm
<b>Tabelle 1057.1 Auswahl Aluminiumknetlegierungen: Gegenüberstellung der EN-Kurzzeichen nach DIN EN und DIN (EN-Kurzzeichen)</b>				
EN-Kurzzeichen	EN-Nr	DIN-Kurzzeichen	WNr. DIN	Seite
<b>Aluminium Serie 1000</b>				
EN AW-Al 99,99	EN AW-1199	—	—	s. Norm
EN AW-Al 99,98	EN AW-1098	—	—	261
EN AW-Al 99,98(A)	EN AW-1198	—	—	s. Norm
EN AW-Al 99,90	EN AW-1090	—	—	s. Norm
EN AW-Al 99,85	EN AW-1085	—	—	s. Norm
EN AW-Al 99,8(A)	EN AW-1080A	Al99,8	3.0285	258
EN AW-Al 99,7	EN AW-1070A	Al99,7	3.0275	258
EN AW-EAl 99,7	EN AW-1370	—	—	309
EN AW-Al 99,6	EN AW-1060	—	—	s. Norm
EN AW-Al 99,5	EN AW-1050A	Al99,5	3.0255	258
EN AW-EAl 99,5	EN AW-1350	—	—	309
EN AW-EAl 99,5(A)	EN AW-1350A	E-Al	3.0257	308
EN AW-Al 99,5Ti	EN AW-1450	—	—	s. Norm
EN AW-Al 99,35	EN AW-1235	—	—	s. Norm
EN AW-Al 99,0	EN AW-1200	Al99	3.0205	258
EN AW-Al 99,0(A)	EN AW-1200A	—	—	s. Norm
EN AW-Al 99,0Cu	EN AW-1100	—	—	s. Norm
<b>Aluminiumlegierungen Serie 2000, Al Cu</b>				
EN AW-Al Cu5,5MgMn	EN AW-2001	—	—	s. Norm
EN AW-Al Cu4PbMgMn	EN AW-2007	AlCuMgPb	3.1645	s. Norm
EN AW-Al Cu6BiPb	EN AW-2011	AlCuBiPb	3.1655	212
EN AW-Al Cu6BiPb(A)	EN AW-2011A	—	—	260
EN AW-Al Cu4SiMg	EN AW-2014	AlCuSiMn	3.1255	212
EN AW-Al Cu4SiMg(A)	EN AW-2014A	—	—	260

Tabelle 1057.1, Fortsetzung

EN-Kurzzeichen	EN-Nr.	DIN-Kurzzeichen	WNr. DIN	Seite	EN-Kurzzeichen	EN-Nr.	DIN-Kurzzeichen	WNr. DIN	Seite
<b>Aluminiumlegierungen Serie 2000, Al Cu</b>					<b>Aluminiumlegierungen Serie 4000, Al Si</b>				
EN AW-Al Cu4SiMg(B)	EN AW-2214	AlCuSiMn	3.1255	s. Norm 258	EN AW-Al Si7Mg	EN AW-4018	—	—	s. Norm s.
EN AW-Al Cu4MgSi(A)	EN AW-2017A	AlCuMg1	3.1325	261	EN AW-Al Si12,5MgCuNi	EN AW-4032	—	—	Norm s.
EN AW-Al Cu2,5Mg	EN AW-2117	—	—	s. Norm 212	EN AW-Al Si5(A)	EN AW-4043A	—	—	Norm s.
EN AW-Al Cu2Mg1,5Ni	EN AW-2618A	—	—	s. Norm 260	EN AW-Al Si7,5	EN AW-4343	—	—	Norm s.
EN AW-Al Cu6Mn	EN AW-2219	—	—	s. Norm 258	EN AW-Al Si10	EN AW-4045	—	—	Norm s.
EN AW-Al Cu4Mg1	EN AW-2024	AlCuMg2	3.1355	260	EN AW-Al Si10Mg	EN AW-4046	—	—	Norm s.
EN AW-Al Cu4Mg1(A)	EN AW-2124	—	—	s. Norm 260	EN AW-Al Si12(A)	EN AW-4047A	—	—	Norm s.
EN AW-Al Cu4PbMg	EN AW-2030	—	—	s. Norm 258	<b>Aluminiumlegierungen Serie 5000, Al Mg</b>				
EN AW-Al Cu2,5NiMg	EN AW-2031	—	—	s. Norm 258	EN AW-Al Mg1(B)	EN AW-5005	—	—	259
EN AW-Al Cu2Li2Mg1,5	EN AW-2091	—	—	Norm	EN AW-Al Mg1(C)	EN AW-5005A	AlMg1	3.3315	261
<b>Aluminiumlegierungen Serie 3000, Al Mn</b>					EN AW-Al 99,85Mg1	EN AW-5305	Al99,85-Mg1	3.3317	s. Norm
EN AW-Al Mn0,2Mg0,1	EN AW-3002	—	—	s. Norm 258	EN AW-Al 99,9Mg1	EN AW-5505	Al99,9Mg1	3.3318	s. Norm
EN AW-Al Mn0,2	EN AW-3102	—	—	s. Norm 258	EN AW-Al 99,98Mg1	EN AW-5605	AlRMg1	3.3319	s. Norm
EN AW-Al Mn1Cu	EN AW-3003	AlMnCu	3.0517	258	EN AW-Al Mg0,5Mn	EN AW-5010	—	—	Norm
EN AW-Al Mn1	EN AW-3103	AlMn1	3.0515	258	EN AW-Al 99,85Mg0,5	EN AW-5110	Al99,85Mg0,5	3.3307	s. Norm
EN AW-Al Mn1(A)	EN AW-3103A	—	—	s. Norm 258	EN AW-Al 99,9Mg0,5	EN AW-5210	Al99,9Mg0,5	3.3308	s. Norm
EN AW-Al Mn1Mg1	EN AW-3004	AlMn1Mg1	3.0526	258	EN AW-Al 99,98Mg0,5	EN AW-5310	AlRMg0,5	3.3309	s. Norm
EN AW-Al Mn1Mg1Cu	EN AW-3104	—	—	s. Norm 258	EN AW-Al Mg3Mn0,4	EN AW-5018	—	—	s. Norm
EN AW-Al Mn1Mg0,5	EN AW-3005	AlMn1Mg0,5	3.0525	258	EN AW-Al Mg5	EN AW-5019	AlMg5	3.3555	213
EN AW-Al Mn1Mg0,5(A)	EN AW-3005A	—	—	s. Norm 258	EN AW-Al Mg5(A)	EN AW-5119	—	—	s. Norm
EN AW-Al Mn0,5Mg0,5	EN AW-3105	AlMn0,5Mg0,5	3.0505	258	EN AW-Al Mg5(B)	EN AW-5119A	—	—	s. Norm
EN AW-Al Mn0,5Mg0,5(A)	EN AW-3105A	—	—	s. Norm 258	EN AW-Al Mg1,5Mn	EN AW-5040	—	—	258
EN AW-Al Mn0,6Mg0,5	EN AW-3105B	—	—	s. Norm 258	EN AW-Al Mg3,5Mn	EN AW-5042	—	—	s. Norm
EN AW-Al Mn0,6	EN AW-3207	AlMn0,6	3.0506	s. Norm 258	EN AW-Al Mg2Mn0,8	EN AW-5049	AlMg2Mn0,8	3.3527	258
EN AW-Al Mn0,6(A)	EN AW-3207A	—	—	s. Norm 258	EN AW-Al Mg2Mn0,8(A)	EN AW-5149	—	—	s. Norm
EN AW-Al Mn1Cu0,3	EN AW-3017	—	—	s. Norm 258	EN AW-Al Mg2Mn0,8Zr	EN AW-5249	—	—	s. Norm
<b>Aluminiumlegierungen Serie 4000, Al Si</b>					EN AW-Al Mg2Mn0,8(B)	EN AW-5449	—	—	258
EN AW-Al Si10Mg1,5	EN AW-4004	—	—	s. Norm 258	EN AW-Al Mg1,5(C)	EN AW-5050	—	—	261
EN AW-Al Si10MgBi	EN AW-4104	—	—	s. Norm 258	EN AW-Al Mg1,5(D)	EN AW-5050A	—	—	261
EN AW-Al Si1Fe	EN AW-4006	—	—	s. Norm 258	EN AW-Al Mg2(B)	EN AW-5051A	AlMg1,8	3.3326	s. Norm
EN AW-Al Si1,5Mn	EN AW-4007	—	—	s. Norm 258	EN AW-Al Mg2Mn0,3	EN AW-5251	AlMg2Mn0,3	3.3525	261
EN AW-Al Si2Mn	EN AW-4015	—	—	s. Norm 258	EN AW-Al Mg2,5	EN AW-5052	AlMg2,5	3.3523	267
EN AW-Al Si2MnZn	EN AW-4016	—	—	s. Norm 258	EN AW-Al Mg2,5(B)	EN AW-5252	—	—	s. Norm
EN AW-Al SiMnMgCu	EN AW-4017	—	—	s. Norm 258	EN AW-Al Mg2,5(A)	EN AW-5352	—	—	s. Norm
				Norm	EN AW-Al Mg3,5(A)	EN AW-5154A	—	—	261
				Norm	EN AW-Al Mg3,5Mn0,3	EN AW-5154B	—	—	s. Norm



Tabelle 1057.1, Fortsetzung

EN-Kurz- zeichen	EN-Nr.	DIN-Kurz- zeichen	Wnr. DIN	Seite	EN-Kurz- zeichen	EN-Nr.	DIN-Kurz- zeichen	Wnr. DIN	Seite
<b>Aluminiumlegierungen Serie 5000, Al Mg</b>					<b>Aluminiumlegierungen Serie 6000, Al MgSi</b>				
EN AW-AI Mg2,5MnZr	EN AW-5354	—	—	s. Norm 215	EN AW-AI SiMg	EN AW-6005	—	—	262
EN AW-AI Mg3Mn	EN AW-5454	AlMg 2,7Mn	3.3537		EN AW-AI SiMg(A)	EN AW-6005A	AlSiMg0,7	3.3210	267 s. Norm
EN AW-AI Mg3Mn(A)	EN AW-5554	—	—	s. Norm 262	EN AW-AI SiMg(B)	EN AW-6005B	—	—	267 s. Norm
EN AW-AI Mg3,5Cr	EN AW-5654	—	—	s. Norm 215	EN AW-AI MgSiMn	EN AW-6106	—	—	262
EN AW-AI Mg3,5Cr(A)	EN AW-5654A	—	—	s. Norm 260	EN AW-AI SiMgV	EN AW-6008	—	—	267 s. Norm
EN AW-AI Mg3	EN AW-5754	AlMg3	3.3535		EN AW-AI	EN AW-6011	—	—	262
EN AW-AI Mg5	EN AW-5056A	—	—	s. Norm 262	Mg0,9Si0,9Cu	EN AW-6012	AlMgSiPb	3.0615	262 s. Norm
EN AW-AI Mg5Cr(A)	EN AW-5356	—	—	s. Norm 260	EN AW-AI	EN AW-6013	—	—	262
EN AW-AI Mg5Cr(B)	EN AW-5356A	—	—	s. Norm 262	Mg1Si0,8CuMn	EN AW-6015	—	—	262
EN AW-AI Mg5Mn1(A)	EN AW-5456A	—	—	s. Norm 260	EN AW-AI	EN AW-6016	—	—	262
EN AW-AI Mg5Mn1(B)	EN AW-5456B	—	—	s. Norm 262	Mg1Si0,3Cu	EN AW-6018	—	—	262
EN AW-AI Mg5Mn	EN AW-5556A	—	—	s. Norm 262	EN AW-AI	EN AW-6018	—	—	262
EN AW-AI Mg5Mn(A)	EN AW-5556B	—	—	s. Norm 262	Si1,2Mg0,4	EN AW-6018	—	—	262
EN AW-AI 99,85Mg1(A)	EN AW-5657	—	—	s. Norm 262	EN AW-AI	EN AW-6018	—	—	262
EN AW-AI Mg5Pb1,5	EN AW-5058	—	—	s. Norm 262	Mg1SiPbMn	EN AW-6018	—	—	262
EN AW-AI Mg4,5	EN AW-5082	AlMg4,5	3.3345		EN AW-AI	EN AW-6351	—	—	262
EN AW-AI Mg4,5Mn0,4	EN AW-5182	AlMg5Mn	3.3549	260	Si1Mg0,5Mn	EN AW-6351A	—	—	262
EN AW-AI Mg4,5Mn0,7	EN AW-5083	AlMg4,5 Mn	3.3547	260	EN AW-AI	EN AW-6351A	—	—	262
EN AW-AI Mg4,5Mn0,7(A)	EN AW-5183	—	—	s. Norm 262	Si1Mg0,5Mn(A)	EN AW-6951	—	—	262
EN AW-AI Mg4,5Mn0,7(C)	EN AW-5183A	—	—	s. Norm 262	EN AW-AI	EN AW-6951	—	—	262
EN AW-AI Mg4,5Mn0,7(B)	EN AW-5283A	—	—	s. Norm 262	MgSi0,3Cu	EN AW-6056	—	—	262
EN AW-AI Mg4,5Mn0,9	EN AW-5383	—	—	s. Norm 262	EN AW-AI	EN AW-6056	—	—	262
EN AW-AI Mg4	EN AW-5086	AlMg4Mn	3.3545	215	Si1MgCuMn	EN AW-6060	AlMgSi0,5	3.3206	262
EN AW-AI Mg4Mn0,4	EN AW-5186	—	—	s. Norm 262	EN AW-AI MgSi	EN AW-6061	AlMg1 SiCu	3.3211	260
EN AW-AI Mg4,5MnZr	EN AW-5087	—	—	s. Norm 262	EN AW-AIMg1SiCu	EN AW-6061	—	—	260
EN AW-AI Mg4,5MnZr(A)	EN AW-5187	—	—	s. Norm 262	EN AW-AI	EN AW-6061A	—	—	262
<b>Aluminiumlegierungen Serie 6000, Al MgSi</b>					<b>Aluminiumlegierungen Serie 7000, Al Zn</b>				
EN AW-EAl MgSi	EN AW-6101	—	—	311	EN AW-AI	EN AW-7003	—	—	262
EN AW-EAl MgSi(A)	EN AW-6101A	—	—	262	Zn6Mg0,8Zr	EN AW-7005	—	—	262
EN AW-EAl MgSi(B)	EN AW-6101B	E-AlMg S0,5i	3.3207	310	EN AW-AI	EN AW-7108	—	—	s. Norm 262
EN AW-EAl Mg0,7Si	EN AW-6201	—	—	311	Zn4,5Mg1,5Mn	EN AW-7108	—	—	s. Norm 262
EN AW-AI 99,9MgSi	EN AW-6401	Al99,9 MgSi	3.3208	s. Norm 260	EN AW-AI	EN AW-7009	—	—	s. Norm 262
EN AW-AI Mg1Si0,8	EN AW-6003	—	—	s. Norm 260	Zn5Mg1Zr	EN AW-7009	—	—	s. Norm 262
					EN AW-AI	EN AW-7010	—	—	s. Norm 262
					Zn5,5MgCuAg	EN AW-7010	—	—	s. Norm 262
					EN AW-AI	EN AW-7012	—	—	s. Norm 262
					Zn6MgCu	EN AW-7012	—	—	s. Norm 262
					EN AW-AI	EN AW-7015	—	—	s. Norm 262
					Zn6Mg2Cu	EN AW-7015	—	—	s. Norm 262
					EN AW-AI	EN AW-7016	—	—	s. Norm 262
					Zn5Mg1,5CuZr	EN AW-7016	—	—	s. Norm 262
					EN AW-AI	EN AW-7016	—	—	s. Norm 262
					Zn4,5Mg1Cu	EN AW-7016	—	—	s. Norm 262

Tabelle 1057.1, Fortsetzung

EN-Kurzzeichen	EN-Nr.	DIN-Kurzzeichen	WNr. DIN	Seite
<b>Aluminiumlegierungen Serie 7000, Al Zn</b>				
EN AW-Al Zn4,5Mg1Cu0,8	EN AW-7116	—	—	s. Norm 258
EN AW-Al Zn4,5Mg1	EN AW-7020	AlZn4,5Mg1	3.4335	258
EN AW-Al Zn5,5Mg1,5	EN AW-7021	—	—	258
EN AW-Al Zn5Mg3Cu	EN AW-7022	AlZnMgCu0,5	3.4345	258
EN AW-Al Zn5Mg1,5Cu	EN AW-7026	—	—	s. Norm s.
EN AW-Al Zn4,5Mg1,5Cu	EN AW-7029	—	—	s. Norm s.
EN AW-Al Zn4,5Mg1,5Cu(A)	EN AW-7129	—	—	s. Norm s.
EN AW-Al Zn5,5Mg1Cu	EN AW-7030	—	—	s. Norm s.
EN AW-Al Zn4Mg3	EN AW-7039	—	—	s. Norm 260
EN AW-Al Zn8MgCu	EN AW-7049A	—	—	s. Norm s.
EN AW-Al Zn8MgCu(A)	EN AW-7149	—	—	s. Norm s.
EN AW-Al Zn6CuMgZr	EN AW-7050	—	—	s. Norm s.
EN AW-Al Zn6CuMgZr(A)	EN AW-7150	—	—	s. Norm s.
EN AW-Al Zn7CuMg	EN AW-7060	—	—	s. Norm s.
EN AW-Al Zn1	EN AW-7072	AlZn1	3.4415	s. Norm 258
EN AW-Al Zn5,5MgCu	EN AW-7075	AlZnMgCu1,5	3.4365	s. Norm s.
EN AW-Al Zn5,5MgCu(B)	EN AW-7175	—	—	s. Norm s.
EN AW-Al Zn5,5MgCu(A)	EN AW-7475	—	—	s. Norm s.
EN AW-Al Zn7MgCu	EN AW-7178	—	—	s. Norm
<b>Aluminiumlegierungen Serie 8000, Sonstige</b>				
EN AW-Al Fe1,5Mn	EN AW-8006	—	—	s. Norm s.
EN AW-Al Fe1Mn0,8	EN AW-8008	—	—	s. Norm 259
EN AW-Al FeSi(A)	EN AW-8011A	AlFeSi	3.0915	s. Norm s.
EN AW-Al FeSi(B)	EN AW-8111	—	—	s. Norm s.
EN AW-Al FeSi(C)	EN AW-8211	—	—	s. Norm s.
EN AW-Al 95	EN AW-8112	—	—	s. Norm s.
EN AW-Al Fe1,5Mn0,4	EN AW-8014	—	—	s. Norm s.
EN AW-Al FeMn0,3	EN AW-8015	—	—	s. Norm s.
EN AW-Al Fe1Mn	EN AW-8016	—	—	s. Norm s.
EN AW-Al FeSiCu	EN AW-8018	—	—	s. Norm s.
EN AW-Al Fe1,5	EN AW-8021B	—	—	s. Norm s.
EN AW-Al Fe1Si	EN AW-8079	—	—	s. Norm s.
EN AW-Al Li2,5Cu1,5Mg1	EN AW-8090	—	—	s. Norm

Tabelle 1060.1 Auswahl Aluminiumknetlegierungen: Gegenüberstellung der Kurzzeichen nach DIN und DIN EN (DIN-Kurzzeichen)

DIN-Kurzzeichen	WNr. DIN	EN-Kurzzeichen	EN-Nr.	Seite
Al99	3.0205	EN AW-Al 99,0	EN AW-1200	258
Al99,5	3.0255	EN AW-Al 99,5	EN AW-1050A	258
Al99,7	3.0275	EN AW-Al 99,7	EN AW-1070A	258
Al99,8	3.0285	EN AW-Al 99,8(A)	EN AW-1080A	258
Al99,85Mg0,5	3.3307	EN AW-Al 99,85Mg0,5	EN AW-5110	s. Norm s.
Al99,85Mg1	3.3317	EN AW-Al 99,85Mg1	EN AW-5305	s. Norm s.
Al99,9Mg0,5	3.3308	EN AW-Al 99,9Mg0,5	EN AW-5210	s. Norm s.
Al99,9Mg1	3.3318	EN AW-Al 99,9Mg1	EN AW-5505	s. Norm s.
Al99,9MgSi	3.3208	EN AW-Al 99,9MgSi	EN AW-6401	s. Norm 212
AlCuBiPb	3.1655	EN AW-Al Cu6BiPb	EN AW-2011	258
AlCuMg1	3.1325	EN AW-Al Cu4MgSi(A)	EN AW-2017A	212
AlCuMg2	3.1355	EN AW-Al Cu4Mg1	EN AW-2024	s. Norm 212
AlCuMgPb	3.1645	EN AW-Al Cu4PbMgMn	EN AW-2007	s. Norm 212
AlCuSiMn	3.1255	EN AW-Al Cu4SiMg	EN AW-2014	s. Norm 260
AlCuSiMn	3.1255	EN AW-Al Cu4SiMg(B)	EN AW-2214	261
AlFeSi	3.0915	EN AW-Al FeSi(A)	EN AW-8011A	258
AlMg1	3.3315	EN AW-Al Mg1(C)	EN AW-5005A	s. Norm 258
AlMg1,8	3.3326	EN AW-Al Mg2(B)	EN AW-5051A	213
AlMg1SiCu	3.3211	EN AW-AlMg1SiCu	EN AW-6061	267
AlMg2,5	3.3523	EN AW-Al Mg2,5	EN AW-5052	213
AlMg2,7Mn	3.3537	EN AW-Al Mg3Mn	EN AW-5454	261
AlMg2Mn0,3	3.3525	EN AW-Al Mg2Mn0,3	EN AW-5251	258
AlMg2Mn0,8	3.3527	EN AW-Al Mg2Mn0,8	EN AW-5049	213
AlMg3	3.3535	EN AW-Al Mg3	EN AW-5754	s. Norm 258
AlMg4,5	3.3345	EN AW-Al Mg4,5	EN AW-5082	213
AlMg4,5Mn	3.3547	EN AW-Al Mg4,5Mn0,7	EN AW-5083	213
AlMg4Mn	3.3545	EN AW-Al Mg4	EN AW-5086	213
AlMg5	3.3555	EN AW-Al Mg5	EN AW-5019	258
AlMg5Mn	3.3549	EN AW-Al Mg4,5Mn0,4	EN AW-5182	260
AlMgSi0,5	3.3206	EN AW-Al MgSi	EN AW-6060	259
AlMgSi1	3.2315	EN AW-Al Si1MgMn	EN AW-6082	

Tabelle 1060.1, Fortsetzung

DIN-Kurzzeichen	WNr. DIN	EN-Kurzzeichen	EN-Nr.	Seite	WNr. DIN	DIN-Kurzzeichen	EN-Kurzzeichen	EN-Nr.	Seite
AlMn0,5Mg0,5	3.0505	EN AW-Al Mn0,5Mg0,5	EN AW-3105	258	3.1255	AlCuSiMn	EN AW-Al Cu4SiMg(B)	EN AW-2214	s. Norm 260
AlMn0,6	3.0506	EN AW-Al Mn0,6	EN AW-3207	s. Norm 258	3.1325	AlCuMg1	EN AW-Al Cu4MgSi(A)	EN AW-2017A	212
AlMn1	3.0515	EN AW-Al Mn1	EN AW-3103	258	3.1355	AlCuMg2	EN AW-Al Cu4Mg1	EN AW-2024	260
AlMn1Mg0,5	3.0525	EN AW-Al Mn1Mg0,5	EN AW-3005	258	3.1645	AlCuMgPb	EN AW-Al Cu4PbMgMn	EN AW-2007	s. Norm 212
AlMn1Mg1	3.0526	EN AW-Al Mn1Mg1	EN AW-3004	258	3.1655	AlCuBiPb	EN AW-Al Cu6BiPb	EN AW-2011	260
AlMnCu	3.0517	EN AW-Al Mn1Cu	EN AW-3003	258	3.2315	AlMgSi1	EN AW-Al Si1MgMn	EN AW-6082	260
AlRMg0,5	3.3309	EN AW-Al 99,98Mg0,5	EN AW-5310	s. Norm 265	3.3206	AlMgSi0,5	EN AW-Al MgSi	EN AW-6060	260
AlRMg1	3.3319	EN AW-Al 99,98Mg1	EN AW-5605	s. Norm 265	3.3207	E-AlMgS0,5i	EN AW-EAl MgSi(B)	EN AW-6101B	308
AlSiMg0,7	3.3210	EN AW-Al SiMg(A)	EN AW-6005A	s. Norm 258	3.3208	Al99,9MgSi	EN AW-Al 99,9MgSi	EN AW-6401	s. Norm 265
AlZn1	3.4415	EN AW-Al Zn1	EN AW-7072	s. Norm 258	3.3210	AlSiMg0,7	EN AW-Al SiMg(A)	EN AW-6005A	258
AlZn4,5Mg1	3.4335	EN AW-Al Zn4,5Mg1	EN AW-7020	258	3.3211	AlMg1SiCu	EN AW-AlMg1SiCu	EN AW-6061	s. Norm s. Norm s. Norm 261
AlZnMgCu0,5	3.4345	EN AW-Al Zn5Mg3Cu	EN AW-7022	258	3.3307	Al99,85Mg0,5	EN AW-Al 99,85Mg0,5	EN AW-5110	s. Norm s. Norm s. Norm 261
AlZnMgCu1,5	3.4365	EN AW-Al Zn5,5MgCu	EN AW-7075	258	3.3308	Al99,9Mg0,5	EN AW-Al 99,9Mg0,5	EN AW-5210	261
E-Al	3.0257	EN AW-EAl 99,5(A)	EN AW-1350A	308	3.3309	AlRMg0,5	EN AW-Al 99,98Mg0,5	EN AW-5310	261
E-AlMgS0,5i	3.3207	EN AW-EAl MgSi(B)	EN AW-6101B	309	3.3315	AlMg1	EN AW-Al Mg1(C)	EN AW-5005A	s. Norm s. Norm s. Norm 267
Tabelle 1061.1 Auswahl Aluminiumknetlegierungen: Gegenüberstellung der EN-Kurzzeichen nach DIN EN und DIN (DIN-Werkstoffnummer)					3.3317	Al99,85Mg1	EN AW-Al 99,85Mg1	EN AW-5305	s. Norm s. Norm s. Norm 261
					3.3318	Al99,9Mg1	EN AW-Al 99,9Mg1	EN AW-5505	267
Tabelle 1061.1 Auswahl Aluminiumknetlegierungen: Gegenüberstellung der EN-Kurzzeichen nach DIN EN und DIN (DIN-Werkstoffnummer)					3.3319	AlRMg1	EN AW-Al 99,98Mg1	EN AW-5605	s. Norm s. Norm s. Norm 261
					3.3326	AlMg1,8	EN AW-Al Mg2(B)	EN AW-5051A	s. Norm s. Norm s. Norm 267
Tabelle 1061.1 Auswahl Aluminiumknetlegierungen: Gegenüberstellung der EN-Kurzzeichen nach DIN EN und DIN (DIN-Werkstoffnummer)					3.3345	AlMg4,5	EN AW-Al Mg4,5	EN AW-5082	267
					3.3523	AlMg2,5	EN AW-Al Mg2,5	EN AW-5052	261
Tabelle 1061.1 Auswahl Aluminiumknetlegierungen: Gegenüberstellung der EN-Kurzzeichen nach DIN EN und DIN (DIN-Werkstoffnummer)					3.3525	AlMg2Mn0,3	EN AW-Al Mg2Mn0,3	EN AW-5251	260
					3.3527	AlMg2Mn0,8	EN AW-Al Mg2Mn0,8	EN AW-5049	213
Tabelle 1061.1 Auswahl Aluminiumknetlegierungen: Gegenüberstellung der EN-Kurzzeichen nach DIN EN und DIN (DIN-Werkstoffnummer)					3.3535	AlMg3	EN AW-Al Mg3	EN AW-5754	213
					3.3537	AlMg2,7Mn	EN AW-Al Mg3Mn	EN AW-5454	213
Tabelle 1061.1 Auswahl Aluminiumknetlegierungen: Gegenüberstellung der EN-Kurzzeichen nach DIN EN und DIN (DIN-Werkstoffnummer)					3.3545	AlMg4Mn	EN AW-Al Mg4	EN AW-5086	258
					3.3547	AlMg4,5Mn	EN AW-Al Mg4,5Mn0,7	EN AW-5083	258
Tabelle 1061.1 Auswahl Aluminiumknetlegierungen: Gegenüberstellung der EN-Kurzzeichen nach DIN EN und DIN (DIN-Werkstoffnummer)					3.3549	AlMg5Mn	EN AW-Al Mg4,5Mn0,4	EN AW-5182	213
					3.3555	AlMg5	EN AW-Al Mg5	EN AW-5019	258
Tabelle 1061.1 Auswahl Aluminiumknetlegierungen: Gegenüberstellung der EN-Kurzzeichen nach DIN EN und DIN (DIN-Werkstoffnummer)					3.4335	AlZn4,5Mg1	EN AW-Al Zn4,5Mg1	EN AW-7020	258
					3.4345	AlZnMgCu0,5	EN AW-Al Zn5Mg3Cu	EN AW-7022	258
Tabelle 1061.1 Auswahl Aluminiumknetlegierungen: Gegenüberstellung der EN-Kurzzeichen nach DIN EN und DIN (DIN-Werkstoffnummer)					3.4365	AlZnMgCu1,5	EN AW-Al Zn5,5MgCu	EN AW-7075	258
					3.4415	AlZn1	EN AW-Al Zn1	EN AW-7072	s. Norm

# Nummernverzeichnis der behandelten Normen

DIN	Seite	DIN	Seite	DIN	Seite
DIN 13-1	649	DIN 502*	470	DIN 1313	937
DIN 13-2	649	DIN 504*	470	DIN 1314	951
DIN 13-3	649	DIN 505*	470	DIN 1315	948
DIN 13-4	650	DIN 509*	413	DIN 1319-1	984
DIN 13-5	650	DIN 513-1	661	DIN 1319-2	986
DIN 13-6	650	DIN 513-2	661	DIN 1319-3	986
DIN 13-7	650	DIN 513-3	661	DIN 1324-1	960
DIN 13-8	650	DIN 571	543	DIN 1324-2	960
DIN 13-9	650	DIN 580*	536	DIN 1324-3	960
DIN 13-10	650	DIN 582*	536	DIN 1333	968
DIN 13-11	650	DIN 615	450	DIN 1341	959
DIN 13-19	648	DIN 616	446	DIN 1342-2*	952
DIN 39*	497	DIN 623-1	446	DIN 1343	954
DIN 74	573	DIN 625-1	450	DIN 1448-1	435
DIN 76-1*	405	DIN 628-1	451	DIN 1449 <sup>+</sup>	435
DIN 78*	409	DIN 630	452	DIN 1450	399
DIN 79*	428	DIN 635-1	453	DIN 1451-2	400
DIN 82	412	DIN 660	570	DIN 1451-3	400
DIN 95	543	DIN 661	570	DIN 1498	468
DIN 96	543	DIN 677-1	341	DIN 1581	195
DIN 97	543	DIN 711	452	DIN 1587	555
DIN 98*	497	DIN 720	453	DIN 1615	129
DIN 99	498	DIN 747	433	DIN 1701	208
DIN 103-1	659	DIN 748-1	434	DIN 1715-1	318
DIN 103-2	659	DIN 780-1	473	DIN 1715-2	321
DIN 103-3	659	DIN 780-2	473	DIN 1729-1	214
DIN 103-4	659	DIN 820-1	14, 19	DIN 1742	223
DIN 109-1	437	DIN 820-2*	20, 21	DIN 1850-3	459
DIN 109-2	437	DIN 820-4	19	DIN 1850-4	459
DIN 111	437	DIN 820-12*	42	DIN 1850-5	459
DIN 115-1	440	DIN 820-120 <sup>+</sup>	43	DIN 1850-6	459
DIN 116	439	DIN 824	344	DIN 2098-1	493
DIN 118-1	438	DIN 835	533	DIN 2098-2	493
DIN 199-1*	338	DIN 867	474	DIN 2211-1	440
DIN 199-3	338	DIN 908	538	DIN 2215	440
DIN 199-4	338	DIN 909	538	DIN 2216	440
DIN 199-5	338	DIN 910	538	DIN 2218	442
DIN 202	643	DIN 935-1	553	DIN 2244*	646
DIN 254*	357	DIN 935-3	553	DIN 2310-6*	636
DIN 267-2	509	DIN 938	533	DIN 2403*	42
DIN 316	535	DIN 950	494	DIN 2429-2	397
DIN 319*	498	DIN 974-1	574	DIN 2500	430
DIN 322	469	DIN 974-2	574	DIN 2501-1	432
DIN 332-1	412	DIN 979	553	DIN 2510-1	537
DIN 323-1	22	DIN 988	471	DIN 2510-2	537
DIN 323-2	22	DIN 1022*	191	DIN 2510-3	537
DIN 405-1	662	DIN 1025-1	191	DIN 2510-4	537
DIN 406-10	352	DIN 1025-2	192	DIN 2510-5	537
DIN 406-11	352	DIN 1025-3	192	DIN 2510-6	537
DIN 406-12	352	DIN 1025-4	192	DIN 2510-7	537
DIN 442	501	DIN 1025-5	192	DIN 2510-8	537
DIN 443	501	DIN 1026-1*	193	DIN 3220*	496
DIN 444	536	DIN 1027*	194	DIN 3410	500
DIN 461	398	DIN 1301-1*	937	DIN 3760	507
DIN 470	502	DIN 1302	964	DIN 3771-1	504
DIN 471	559	DIN 1304-1*	940	DIN 3771-2	504
DIN 472	559	DIN 1305	950	DIN 3771-3	504
DIN 475-1	428	DIN 1306	950	DIN 3771-4	504
DIN 475-2	428	DIN 1311-1	955	DIN 3771-5	504
DIN 475-3	428	DIN 1311-2	958	DIN 3852-1*	539
DIN 476-2	340	DIN 1311-3	958	DIN 3966-1	473

\* Folgeausgabe, <sup>+</sup> neu aufgenommen

DIN	Seite	DIN	Seite	DIN	Seite
DIN 3966-2	473	DIN 9715	261	DIN 47302-10	832
DIN 3966-3	473	DIN 10126	315	DIN 50010-1	739
DIN 4074-1*	297	DIN 10165	315	DIN 50010-2	740
DIN 4760	687	DIN 13310	954	DIN 50014	740
DIN 4844-1*	41	DIN 16780-1	281	DIN 50115	726
DIN 4844-2*	41	DIN 16781-1	281	DIN 50960-2*	373
DIN 5381*	42	DIN 16901	288	DIN 51501 <sup>+</sup>	332
DIN 5401*	455	DIN 16945	288	DIN 51502 <sup>+</sup>	331
DIN 5412-1*	453	DIN 16946-2	288	DIN 51503-1 <sup>+</sup>	332
DIN 5418	454	DIN 17007-4	203	DIN 51506 <sup>+</sup>	332
DIN 5419	455	DIN 17212	156	DIN 51515-1 <sup>+</sup>	332
DIN 5425-1	456	DIN 17405	310	DIN 51517-1 <sup>+</sup>	332
DIN 5464	476	DIN 17470	317	DIN 51517-2 <sup>+</sup>	332
DIN 5481*	476	DIN 17471	318	DIN 51517-3 <sup>+</sup>	332
DIN 5520*	416	DIN 17560-1*	216	DIN 51519 <sup>+</sup>	330
DIN 6303	556	DIN 17560-2*	216	DIN 51524-1 <sup>+</sup>	333
DIN 6311	534	DIN 17611	260	DIN 51524-2 <sup>+</sup>	333
DIN 6332	534	DIN 17640-1*	211	DIN 51524-3 <sup>+</sup>	333
DIN 6773	375	DIN 17740*	214	DIN 51818 <sup>+</sup>	334
DIN 6779-2*	337	DIN 17742*	214	DIN 51825 <sup>+</sup>	334
DIN 6789-1	335	DIN 17743 <sup>+</sup>	214	DIN 51826 <sup>+</sup>	334
DIN 6789-2	335	DIN 17745*	214	DIN 53505	731
DIN 6789-3	335	DIN 17850	211	DIN 53512	731
DIN 6789-4	335	DIN 17851	215	DIN 53803-1	980
DIN 6789-5	335	DIN 17860 <sup>+</sup>	262	DIN 53803-3	980
DIN 6789-6	335	DIN 17862 <sup>+</sup>	262	DIN 53803-4	980
DIN 6799	558	DIN 17864 <sup>+</sup>	262	DIN 53804-1	980
DIN 6881	487	DIN 19221	897	DIN 53804-2	980
DIN 6883	487	DIN 19225	926	DIN 53804-3	980
DIN 6884	487	DIN 19226	915	DIN 53804-4	980
DIN 6885-1	490	DIN 19227-1	898	DIN 55350-12	973
DIN 6885-2	490	DIN 19227-2	907	DIN 55350-13	973
DIN 6885-3	490	DIN 24312	480	DIN 55900-1*	294
DIN 6886	487	DIN 24331	485	DIN 55900-2*	294
DIN 6887	487	DIN 24333	483	DIN 55928-9	708
DIN 6889	487	DIN 24336	483	DIN 55943*	295
DIN 7157	672	DIN 24339	486	DIN 55944*	295
DIN 7167	680	DIN 24340-2	483	DIN 55945	292
DIN 7340	570	DIN 24554	483	DIN 55950*	293
DIN 7341	565	DIN 24950-1	481	DIN 59051*	195
DIN 7500-1*	546	DIN 25570*	416	DIN 59200	196
DIN 7513	544	DIN 30910-1	329	DIN 59220	199
DIN 7523-2	420	DIN 30910-2	329	DIN 59610*	268
DIN 7603*	508	DIN 30910-3*	329	DIN 59740 <sup>+</sup>	270
DIN 7604	538	DIN 30910-4*	329	DIN 59742 <sup>+</sup>	270
DIN 7708-1	286	DIN 30910-6	329	DIN 59745 <sup>+</sup>	270
DIN 7711	324	DIN 32513-1*	626	DIN 59746 <sup>+</sup>	270
DIN 7715-1	426	DIN 33419*	83	DIN 59760 <sup>+</sup>	269
DIN 7715-5	426	DIN 40005	744	DIN 59761 <sup>+</sup>	269
DIN 7737	323	DIN 40146-1	963	DIN 59763 <sup>+</sup>	270
DIN 7742-1	275	DIN 40501-2*	308	DIN 60146-1-1*	805
DIN 7745-1	276	DIN 41751	805	DIN 68122	299
DIN 7952-1	415	DIN 42115-1 bis -3	846	DIN 68126-1	299
DIN 7952-2	415	DIN 43660	807	DIN 68364*	297
DIN 7753-1	444	DIN 43671	808	DIN 68705-2*	300
DIN 7753-2	444	DIN 44131	845	DIN 68705-4	300
DIN 7753-3	444	DIN 46211	792	DIN 68705-5	301
DIN 7993	561	DIN 46225	793	DIN 71412	501
DIN 7995	549	DIN 46420	310	DIN CEN/TS 13388*	227
DIN 7996	549	DIN 46425	310	DIN CEN/TS 15279 <sup>+</sup>	72
DIN 7997	549	DIN 46431	309	DIN EN 287-1*	598
DIN 8514*	620	DIN 46438	309	DIN EN 294*	50
DIN 8528-1	584	DIN 47302-1	832	DIN EN 313-1	300
DIN 8580*	105	DIN 47302-2	832	DIN EN 313-2	300
DIN 9711-3	266	DIN 47302-3	832	DIN EN 316	301

\* Folgeausgabe, <sup>+</sup> neu aufgenommen

DIN	Seite	DIN	Seite	DIN	Seite
DIN EN 336 <sup>+</sup>	298	DIN EN 1011-8 <sup>+</sup>	605	DIN EN 10028-1*	125
DIN EN 338 <sup>+</sup>	298	DIN EN 1037*	58	DIN EN 10028-2*	125
DIN EN 349*	52	DIN EN 1044	623	DIN EN 10028-3*	127
DIN EN 350-2 <sup>+</sup>	297	DIN EN 1045	624	DIN EN 10028-4*	128
DIN EN 418*	56	DIN EN 1088*	59	DIN EN 10028-5*	128
DIN EN 439	593	DIN EN 1088/A1 <sup>+</sup>	60	DIN EN 10028-6*	128
DIN EN 482 <sup>+</sup>	72	DIN EN 1092-2	202	DIN EN 10029	198
DIN EN 485-2*	257	DIN EN 1092-3 <sup>+</sup>	202	DIN EN 10045-1	726
DIN EN 485-3*	267	DIN EN 1127-1*	70	DIN EN 10048	198
DIN EN 485-4	267	DIN EN 1173	207	DIN EN 10051	198
DIN EN 515	206	DIN EN 1179*	209	DIN EN 10052	109
DIN EN 546-2	260	DIN EN 1274*	640	DIN EN 10055	191
DIN EN 546-3	267	DIN EN 1301-2	261	DIN EN 10056-1	194
DIN EN 571-1	738	DIN EN 1330-4	738	DIN EN 10058*	189
DIN EN 573-1*	204	DIN EN 1333*	201	DIN EN 10059*	189
DIN EN 573-2	205	DIN EN 1386	267	DIN EN 10060*	190
DIN EN 573-3*	212	DIN EN 1403	706	DIN EN 10061*	190
DIN EN 573-4*	212	DIN EN 1412	207	DIN EN 10079	108
DIN EN 574*	56	DIN EN 1418	600	DIN EN 10083-1	151
DIN EN 576*	209	DIN EN 1435*	737	DIN EN 10083-2	151
DIN EN 586-2	260	DIN EN 1559-1	326	DIN EN 10083-3	151
DIN EN 586-3*	267,	DIN EN 1559-2	327	DIN EN 10084	153
	420	DIN EN 1559-3	327	DIN EN 10085*	155
DIN EN 610	208	DIN EN 1559-5	327	DIN EN 10087	159
DIN EN 611-1 <sup>+</sup>	215	DIN EN 1559-6	327	DIN EN 10088-1*	170
DIN EN 614-1*	75	DIN EN 1560	177	DIN EN 10088-2*	172
DIN EN 614-2*	77	DIN EN 1561	179	DIN EN 10088-3*	174
DIN EN 622-1*	302	DIN EN 1562*	180	DIN EN 10089*	169
DIN EN 636 <sup>+</sup>	299	DIN EN 1563*	182	DIN EN 10090 <sup>+</sup>	176
DIN EN 657*	637	DIN EN 1564*	183	DIN EN 10092-1*	195
DIN EN 754-2	260	DIN EN 1652	228	DIN EN 10095 <sup>+</sup>	177
DIN EN 754-3	263	DIN EN 1653*	232	DIN EN 10106	313
DIN EN 754-4	263	DIN EN 1654	232	DIN EN 10107*	314
DIN EN 754-5	263	DIN EN 1655	208	DIN EN 10111 <sup>+</sup>	142
DIN EN 754-6	264	DIN EN 1663	551	DIN EN 10130	142
DIN EN 754-7	268	DIN EN 1664	551	DIN EN 10131	198
DIN EN 754-8	268	DIN EN 1706	219	DIN EN 10132-2	158
DIN EN 755-2	260	DIN EN 1715-2	309	DIN EN 10132-3	159
DIN EN 755-3	264	DIN EN 1753	221	DIN EN 10132-4*	159
DIN EN 755-4	264	DIN EN 1754	206	DIN EN 10139	143
DIN EN 755-5	264	DIN EN 1758	236	DIN EN 10140	198
DIN EN 755-6	264	DIN EN 1774	224	DIN EN 10143 <sup>+</sup>	199
DIN EN 755-7	269	DIN EN 1780-1*	205	DIN EN 10149-2 <sup>+</sup>	123
DIN EN 755-8	269	DIN EN 1780-2*	205	DIN EN 10149-3 <sup>+</sup>	123
DIN EN 755-9*	265	DIN EN 1780-3 <sup>+</sup>	206	DIN EN 10151*	169
DIN EN 760	594	DIN EN 1792*	578	DIN EN 10152*	145
DIN EN 764-1*	201	DIN EN 1976	209	DIN EN 10163-1 <sup>+</sup>	199
DIN EN 811*	54	DIN EN 1977	210	DIN EN 10163-2 <sup>+</sup>	199
DIN EN 842*	87	DIN EN 1978	210	DIN EN 10169-1 <sup>+</sup>	146
DIN EN 844-4	296	DIN EN 1982	216	DIN EN 10202*	149
DIN EN 894-1*	90	DIN EN 10002-1	715	DIN EN 10204*	741
DIN EN 894-2*	91	DIN EN 10002-5	715	DIN EN 10207*	128
DIN EN 894-3*	94	DIN EN 10016-1	163	DIN EN 10208-1 <sup>+</sup>	129
DIN EN 923*	294	DIN EN 10016-2	163	DIN EN 10208-2	130
DIN EN 953*	64	DIN EN 10017*	196	DIN EN 10209	146
DIN EN 971-1	292	DIN EN 10020	107	DIN EN 10210-1 <sup>+</sup>	124
DIN EN 981*	88	DIN EN 10021 <sup>+</sup>	108	DIN EN 10213-1	327
DIN EN 999*	65	DIN EN 10025-1 <sup>+</sup>	116	DIN EN 10213-2	187
DIN EN 1011-1*	604	DIN EN 10025-2*	117	DIN EN 10213-3	188
DIN EN 1011-2*	604	DIN EN 10025-3*	120	DIN EN 10213-4	188
DIN EN 1011-3*	605	DIN EN 10025-4*	120	DIN EN 10216-1*	137
DIN EN 1011-4*	605	DIN EN 10025-5*	122	DIN EN 10216-2*	138
DIN EN 1011-5 <sup>+</sup>	605	DIN EN 10025-6*	122	DIN EN 10217-1*	139
DIN EN 1011-6 <sup>+</sup>	605	DIN EN 10027-1*	110	DIN EN 10218-2	197
DIN EN 1011-7 <sup>+</sup>	605	DIN EN 10027-2	115	DIN EN 10220 <sup>+</sup>	200

\* Folgeausgabe, <sup>+</sup> neu aufgenommen

DIN	Seite	DIN	Seite	DIN	Seite
DIN EN 10224 <sup>+</sup>	132	DIN EN 13601*	304	DIN EN 60893-1	322
DIN EN 10226-1 <sup>+</sup>	656	DIN EN 13602*	304	DIN EN 60898-1 <sup>+</sup>	813
DIN EN 10226-2 <sup>+</sup>	656	DIN EN 13605*	305	DIN EN 60917-1*	789
DIN EN 10226-3 <sup>+</sup>	656	DIN EN 13835*	183	DIN EN 60917-2	791
DIN EN 10240	708	DIN EN 13861 <sup>+</sup>	75	DIN EN 60917-2-1	792
DIN EN 10250-2	150	DIN EN 13906-1*	493	DIN EN 60917-2-2	792
DIN EN 10254	417	DIN EN 14121*	308	DIN EN 60999*	792
DIN EN 10255*	133	DIN EN 14519 <sup>+</sup>	299	DIN EN 61008-1*	814
DIN EN 10264-1*	197	DIN EN 14598-1*	287	DIN EN 61008-2-1	814
DIN EN 10264-2*	197	DIN EN 14610 <sup>+</sup>	578	DIN EN 61009-1*	814
DIN EN 10268	148	DIN EN 15205 <sup>+</sup>	713	DIN EN 61009-2-1	814
DIN EN 10270-1*	164	DIN EN 20273	572	DIN EN 61082-1	767
DIN EN 10270-2*	166	DIN EN 20898-2	516	DIN EN 61082-2	773
DIN EN 10270-3*	168	DIN EN 22339	563	DIN EN 61082-3	773
DIN EN 10271	146	DIN EN 22340	561	DIN EN 61082-4	773
DIN EN 10272*	176	DIN EN 22341	561	DIN EN 61131-1*	934
DIN EN 10277-1	161	DIN EN 22553	393,	DIN EN 61131-2*	934
DIN EN 10277-2	161		583	DIN EN 61131-3*	934
DIN EN 10277-3	162	DIN EN 28206	637	DIN EN 61140 <sup>+</sup>	874
DIN EN 10277-4	154	DIN EN 29454-1	626	DIN EN 61175 <sup>+</sup>	773
DIN EN 10277-5	155	DIN EN 50001	805	DIN EN 61293	781
DIN EN 10278	196	DIN EN 50117-1*	830	DIN EN 61335 <sup>+</sup>	775
DIN EN 10283	188	DIN EN 50117-2-1 <sup>+</sup>	830	DIN EN 61346-1 <sup>+</sup>	774
DIN EN 10292 <sup>+</sup>	148	DIN EN 50117-3-1 <sup>+</sup>	830	DIN EN 61346-2 <sup>+</sup>	774
DIN EN 10293*	186	DIN EN 50117-4	832	DIN EN 61543*	814
DIN EN 10296-1*	133	DIN EN 50117-5	832	DIN EN 61429*	853
DIN EN 10297-1*	135	DIN EN 50117-6	832	DIN EN 61558-1*	803
DIN EN 10302 <sup>+</sup>	176	DIN EN 50342 <sup>+</sup>	853	DIN EN 61558-2-1 bis -2-23	803
DIN EN 10303 <sup>+</sup>	311	DIN EN 60034-1*	795	DIN EN 61797-1	803
DIN EN 10304 <sup>+</sup>	311	DIN EN 60034-7*	795	DIN EN 62040-1-1 <sup>+</sup>	805
DIN EN 10305-1*	140	DIN EN 60051-1	836	DIN EN 62079 <sup>+</sup>	776
DIN EN 10305-2*	141	DIN EN 60059	744	DIN EN 62326-1 <sup>+</sup>	848
DIN EN 10305-3*	141	DIN EN 60062*	843	DIN EN 62326-4-1	848
DIN EN 10327*	146	DIN EN 60073*	782	DIN EN 62326-4	848
DIN EN 10331 <sup>+</sup>	330	DIN EN 60086-1*	849	DIN EN 196500*	846
DIN EN 10336 <sup>+</sup>	149	DIN EN 60095-2*	854	DIN EN ISO 1 <sup>+</sup>	989
DIN EN 10341*	315	DIN EN 60097	848	DIN EN ISO 128-20*	352
DIN EN 10342 <sup>+</sup>	312	DIN EN 60127-1*	813	DIN EN ISO 128-21*	352
DIN EN 12163	237	DIN EN 60127-2*	813	DIN EN ISO 178*	729
DIN EN 12164*	240	DIN EN 60127-6*	813	DIN EN ISO 179-1*	730
DIN EN 12165	242	DIN EN 60269-1*	811	DIN EN ISO 216 <sup>+</sup>	340
DIN EN 12166	244	DIN EN 60296 <sup>+</sup>	333	DIN EN ISO 228-1	658
DIN EN 12167	248	DIN EN 60309-1	818	DIN EN ISO 406	579
DIN EN 12168*	251	DIN EN 60309-2	818	DIN EN ISO 472 <sup>+</sup>	271
DIN EN 12258-1	204	DIN EN 60320-1*	816	DIN EN ISO 527-1	728
DIN EN 12385-2*	487	DIN EN 60371-1*	326	DIN EN ISO 544 <sup>+</sup>	594
DIN EN 12421	209	DIN EN 60371-3	326	DIN EN ISO 898-1	511
DIN EN 12449	253	DIN EN 60439-1*	807	DIN EN ISO 1043-1*	271
DIN EN 12451	256	DIN EN 60445*	779	DIN EN ISO 1060-1	276
DIN EN 12476	707	DIN EN 60446	781	DIN EN ISO 1101*	674
DIN EN 12508 <sup>+</sup>	703	DIN EN 60447*	785	DIN EN ISO 1127	200
DIN EN 12513	186	DIN EN 60455-1	325	DIN EN ISO 1163-1	277
DIN EN 12548	211	DIN EN 60464-1*	325	DIN EN ISO 1207	531
DIN EN 12584 <sup>+</sup>	632	DIN EN 60477	842	DIN EN ISO 1302*	373
DIN EN 12659	211	DIN EN 60529*	787	DIN EN ISO 1461	708
DIN EN 12844	224	DIN EN 60584-1	318	DIN EN ISO 1519*	732
DIN EN 12890	328	DIN EN 60584-2	318	DIN EN ISO 1520*	732
DIN EN 13148	236	DIN EN 60626-3	322	DIN EN ISO 1478	545
DIN EN 13300*	294	DIN EN 60641-1	323	DIN EN ISO 1622-1	273
DIN EN 13353 <sup>+</sup>	299	DIN EN 60641-3-1	323	DIN EN ISO 1872-1	279
DIN EN 13463-1 <sup>+</sup>	69	DIN EN 60641-3-2	323	DIN EN ISO 1873-1	278
DIN EN 13478 <sup>+</sup>	72	DIN EN 60672-1	324	DIN EN ISO 1874-1	278
DIN EN 13556 <sup>+</sup>	296	DIN EN 60684-1*	324	DIN EN ISO 2009	532
DIN EN 13599*	304	DIN EN 60704-1 <sup>+</sup>	802	DIN EN ISO 2010	532
DIN EN 13600*	304	DIN EN 60757 <sup>+</sup>	781	DIN EN ISO 2064	710

\* Folgeausgabe, <sup>+</sup> neu aufgenommen

DIN	Seite	DIN	Seite	DIN	Seite
DIN EN ISO 2409	732	DIN EN ISO 7438*	727	DIN EN ISO 15252-3	287
DIN EN ISO 2580-1*	278	DIN EN ISO 7731*	86	DIN EN ISO 15480	546
DIN EN ISO 2702	526	DIN EN ISO 7792-1*	280	DIN EN ISO 15481	546
DIN EN ISO 2897-1	277	DIN EN ISO 8044 <sup>+</sup>	701	DIN EN ISO 15482	547
DIN EN ISO 2898-1	277	DIN EN ISO 8257-1*	276	DIN EN ISO 15483	547
DIN EN ISO 3098-0	401	DIN EN ISO 8673	550	DIN EN ISO 15607 <sup>+</sup>	600
DIN EN ISO 3098-2	401	DIN EN ISO 8674	550	DIN EN ISO 15609-1 <sup>+</sup>	601
DIN EN ISO 3098-3	401	DIN EN ISO 8676	527	DIN EN ISO 15609-2 <sup>+</sup>	601
DIN EN ISO 3098-4	401	DIN EN ISO 8734	563	DIN EN ISO 15609-3 <sup>+</sup>	601
DIN EN ISO 3098-5	401	DIN EN ISO 8739	566	DIN EN ISO 15609-4 <sup>+</sup>	601
DIN EN ISO 3252	329	DIN EN ISO 8740	566	DIN EN ISO 15609-5 <sup>+</sup>	601
DIN EN ISO 3269	519	DIN EN ISO 8741	566	DIN EN ISO 15614-1 <sup>+</sup>	604
DIN EN ISO 3274	690	DIN EN ISO 8742	566	DIN IEC 60038*	743
DIN EN ISO 3506-1	523	DIN EN ISO 8743	566	DIN IEC 60063	843
DIN EN ISO 3506-2	523	DIN EN ISO 8744	566	DIN IEC 60326-3	849
DIN EN ISO 3677	621	DIN EN ISO 8745	566	DIN IEC 60393-1	845
DIN EN ISO 3834-1 <sup>+</sup>	605	DIN EN ISO 8746	568	DIN IEC 60404-8-1*	312
DIN EN ISO 3834-2 <sup>+</sup>	605	DIN EN ISO 8747	568	DIN IEC 60469-1	842
DIN EN ISO 3834-3 <sup>+</sup>	605	DIN EN ISO 8752	565	DIN IEC 60740-2	316, 803
DIN EN ISO 3834-4 <sup>+</sup>	605	DIN EN ISO 8765	527	DIN IEC 60747-1	847
DIN EN ISO 3834-5 <sup>+</sup>	605	DIN EN ISO 8785	697	DIN IEC 60747-2	847
DIN EN ISO 3882*	710	DIN EN ISO 9000	971	DIN IEC 60747-3	847
DIN EN ISO 4014	527	DIN EN ISO 9001	973	DIN IEC 60747-5-1 <sup>+</sup>	847
DIN EN ISO 4017*	527	DIN EN ISO 9004	973	DIN IEC 60747-5-2 <sup>+</sup>	847
DIN EN ISO 4026*	533	DIN EN ISO 9013	628	DIN IEC 60747-5-3 <sup>+</sup>	847
DIN EN ISO 4027*	533	DIN EN ISO 9241 (N-Reihe)*	97	DIN ISO 14*	476
DIN EN ISO 4028*	533	DIN EN ISO 9241-11*	97	DIN ISO 128-22	352
DIN EN ISO 4029*	533	DIN EN ISO 9453 <sup>+</sup>	622	DIN ISO 128-24	352
DIN EN ISO 4032*	550	DIN EN ISO 9606-2*	598	DIN ISO 128-30 <sup>+</sup>	345
DIN EN ISO 4034	550	DIN EN ISO 9606-3 <sup>+</sup>	598	DIN ISO 128-40 <sup>+</sup>	345
DIN EN ISO 4035	550	DIN EN ISO 9606-4 <sup>+</sup>	598	DIN ISO 261	650
DIN EN ISO 4042	522	DIN EN ISO 9606-5 <sup>+</sup>	598	DIN ISO 262	654
DIN EN ISO 4287	688	DIN EN ISO 9692-1*	587	DIN ISO 272	527
DIN EN ISO 4288	692	DIN EN ISO 9692-2	587	DIN ISO 286-1	663
DIN EN ISO 4613-1	280	DIN EN ISO 9692-3	587	DIN ISO 286-2	663
DIN EN ISO 4618-2	293	DIN EN ISO 9692-4 <sup>+</sup>	587	DIN ISO 857-2 <sup>+</sup>	618
DIN EN ISO 4628-1*	733	DIN EN ISO 9988-1*	281	DIN ISO 965-1	654
DIN EN ISO 4628-3*	709	DIN EN ISO 10042	607	DIN ISO 965-2	654
DIN EN ISO 4753 <sup>+</sup>	411	DIN EN ISO 10642*	529	DIN ISO 965-3	654
DIN EN ISO 4757	548	DIN EN ISO 11562	695	DIN ISO 1219-1	477
DIN EN ISO 4759-1	509	DIN EN ISO 12100-1 <sup>+</sup>	44	DIN ISO 1219-2	477
DIN EN ISO 4762*	529	DIN EN ISO 12100-2 <sup>+</sup>	46	DIN ISO 1479	544
DIN EN ISO 4894-1	279	DIN EN ISO 12944-1 bis -8	708	DIN ISO 1481	544
DIN EN ISO 4957	157	DIN EN ISO 13732-1 <sup>+</sup>	99	DIN ISO 1482	544
DIN EN ISO 5457	341	DIN EN ISO 13732-2 <sup>+</sup>	100	DIN ISO 1483	544
DIN EN ISO 5817 <sup>+</sup>	607	DIN EN ISO 13849-1 <sup>+</sup>	61	DIN ISO 1488	682
DIN EN ISO 6385*	73	DIN EN ISO 13919-1	607	DIN ISO 2768-1	683
DIN EN ISO 6402-1*	279	DIN EN ISO 13919-2	607	DIN ISO 2768-2	976
DIN EN ISO 6506-1*	719	DIN EN ISO 13920	592	DIN ISO 2859-1	485
DIN EN ISO 6507-1*	723	DIN EN ISO 14121-1 <sup>+</sup>	49	DIN ISO 3019-2*	357
DIN EN ISO 6508-1*	721	DIN EN ISO 14526-1	282	DIN ISO 3040	426
DIN EN ISO 6520-1*	580	DIN EN ISO 14526-3	283	DIN ISO 3302-1	459
DIN EN ISO 6520-2 <sup>+</sup>	580	DIN EN ISO 14527-1	283	DIN ISO 4379	344
DIN EN ISO 6708	201	DIN EN ISO 14527-3	283	DIN ISO 5455	351
DIN EN ISO 6947	582	DIN EN ISO 14528-1	283	DIN ISO 5456-3	674
DIN EN ISO 7040	551	DIN EN ISO 14528-3	283	DIN ISO 5459	483
DIN EN ISO 7042	551	DIN EN ISO 14529-1	283	DIN ISO 5597	486
DIN EN ISO 7046-1	549	DIN EN ISO 14529-3	284	DIN ISO 5599-1*	391
DIN EN ISO 7047	549	DIN EN ISO 14530-1	284	DIN ISO 5854-1	378
DIN EN ISO 7089	556	DIN EN ISO 14530-3	284	DIN ISO 6410-1	378
DIN EN ISO 7090	556	DIN EN ISO 14577-1 <sup>+</sup>	724	DIN ISO 6410-2	378
DIN EN ISO 7091	556	DIN EN ISO 14731 <sup>+</sup>	600	DIN ISO 6410-3	403
DIN EN ISO 7200 <sup>+</sup>	341	DIN EN ISO 14919	638	DIN ISO 6411	382
DIN EN ISO 7250*	81	DIN EN ISO 15065	573	DIN ISO 6413	350
DIN EN ISO 7391-1	276	DIN EN ISO 15252-1	287	DIN ISO 6433	350

\* Folgeausgabe, <sup>+</sup> neu aufgenommen



DIN	Seite	DIN	Seite	DIN	Seite
DIN ISO 6547	483	DIN VDE 0100-610 <sup>+</sup>	891	DIN VDE 0311-32	322
DIN ISO 7368	483	DIN VDE 0100-701 <sup>+</sup>	89	DIN VDE 0311-33	322
DIN ISO 8015	680	DIN VDE 0281-1*	821	DIN VDE 0311-34	322
DIN ISO 8826-1	383	DIN VDE 0281-2*	821	DIN VDE 0311-35	322
DIN ISO 8992*	510	DIN VDE 0281-3*	821	DIN VDE 0636-201*	811
DIN ISO 9222-1	386	DIN VDE 0281-14 <sup>+</sup>	823	DIN VDE 0636-301*	812
DIN ISO 10209-2	351	DIN VDE 0281-5*	822	DIN VDE 0888-3	833
DIN ISO 11469	273	DIN VDE 0281-7 bis -13*	822	DIN VDE 0888-4	833
DIN ISO 12128	465	DIN VDE 0281-404	823	DIN VDE 0888-5	833
DIN ISO 13715	370	DIN VDE 0282-1*	823	DIN VDE 0888-6	833
DIN ISO 15226	335	DIN VDE 0282-2*	823	DIN-Fachbericht	585
DIN ISO 15552*	486	DIN VDE 0282-3*	823	CEN ISO/TR 15608 <sup>+</sup>	
DIN ISO 16016 <sup>+</sup>	344	DIN VDE 0282-4*	823	DIN-Fachbericht	587
DIN ISO/TS 16952-1 <sup>+</sup>	337	DIN VDE 0282-6 <sup>+</sup>	824	CEN ISO/TR 20172 <sup>+</sup>	
DIN V 19222 <sup>+</sup>	911	DIN VDE 0282-7 bis -15*	824	DIN-Fachbericht	587
DIN VDE 0100-200 <sup>+</sup>	856	DIN VDE 0282-16 <sup>+</sup>	825	CEN ISO/TR 20173 <sup>+</sup>	
DIN VDE 0100-300	864	DIN VDE 0282-807	825	DIN-Fachbericht	587
DIN VDE 0100-410	867	DIN VDE 0282-808	825	CEN ISO/TR 20174 <sup>+</sup>	
DIN VDE 0100-430	875	DIN VDE 0292	826	DIN-Fachbericht	578
DIN VDE 0100-520 <sup>+</sup>	881	DIN VDE 0311-10	322	CEN/TR 14599 <sup>+</sup>	
DIN VDE 0100-540	885	DIN VDE 0311-31	322	ISO/TR 14121-2 <sup>+</sup>	49

\* Folgeausgabe, <sup>+</sup> neu aufgenommen

# Sachverzeichnis

- Abdichtung 540
  - , durch Dichtkante 540
  - , durch Dichtring 540
  - , durch Kegelgewinde 540
  - , Welle 499
- Abgeleitete Reihen 23
- Ableitstrom 857
- Abmessung, Niederspannungsschaltgerät 805
- Abnahmebedingungen,
  - Brennschneidmaschine 637
  - , Elektronenstrahlschweißeinrichtungen 617
  - , Laserstrahlschweißeinrichtungen 617
  - , Lichtbogenschweißeinrichtungen 616
  - , thermische Spritzanlagen 641
- Abrunden von Zahlen 969
- Abschrecken, Wärmebehandlung 109
- ABS-Formmassen – Bezeichnungssystem 278
- Absolutdruck, Begriff 951
- Abtasten 842
- A<sub>c1</sub>-Temperatur, Wärmebehandlung 109
- A<sub>c3</sub>-Temperatur, Wärmebehandlung 109
- Achshöhen für Maschinen 433
- Acrylnitril Styrol-Formmassen, Bezeichnungssystem 279
- Acrylnitril-Butadien-Styrol-Formmassen – Bezeichnungssystem 278
- Acrylnitril-Styrol-Acrylester-Formmassen, Bezeichnungssystem 279
- Acrylnitril-Styrol-Formmassen, Bezeichnungssystem 279
- ACS-Formmassen, Bezeichnungssystem 279
- Additiv, Beschichtungstoff, Begriff 292
- ADI 183
- AEPDS-Formmassen, Bezeichnungssystem 279
- Agglomerat, Pulvermetallurgie 328
- AlNiCo-Werkstoffe 312
- Akkumulator 849, 853
- Al, s. Aluminium
- allgemeine Anerkennung 14
- Allgemeine Formelzeichen, Akustik 947
  - , Elektrizität und Magnetismus 943
  - , Länge und ihre Potenzen 941
  - , Licht und verwandte elektromagnetische Strahlungen 946
  - , Mechanik 942
  - , Physik 940
  - , Physikalische Chemie und Molekularphysik 946
  - , Raum und Zeit 941
  - , Thermodynamik und Wärmeübertragung 945
- Allgemeintoleranzen 682
  - , Bezeichnung 683
  - , Form und Lage 683
  - , Schweißkonstruktionen 592
  - , Zeichnungseintragung 683
- Alterung, Wärmebehandlung 109
- Aluminium für die Elektrotechnik 308
  - , anodisch oxidiert 260
  - , Bänder, kaltgewalzt, Grenzabmaße 267
  - , –, warmgewalzt, Grenzabmaße 267
  - , Begriff 204
  - , Biegeradien, Bleche 416
  - , Blech mit eingewalzten Mustern 267
  - , Bleche, kaltgewalzt, Grenzabmaße 267
  - , Bleche, warmgewalzt, Grenzabmaße 267
  - , Erzeugnisformen 212
  - , Folien, Grenzabmaße 267
  - , Folien, mechanische Eigenschaften 260
  - , gezogene nahtlose Rohre, Grenzabmaße 268
  - , gezogene Rechteckstangen, Maße 263
  - , gezogene Rohre 260
  - , gezogene Rundstangen, Maße 263
  - , gezogene Sechskantstangen, Maße 264
  - , gezogene Stangen 260
  - , gezogene Vierkantstangen, Maße 263
  - , Platten, kaltgewalzt, Grenzabmaße 267
  - , –, warmgewalzt, Grenzabmaße 267
  - , Schmiedestück 420
  - , –, Grenzabmaße 267
  - , stranggepresste nahtlose Rohre, Grenzabmaße 269
  - , stranggepresste Profile, Maße 265
  - , stranggepresste Rechteckstangen, Maße 264
  - , stranggepresste Rohre, Grenzabmaße 269
  - , stranggepresste Rundstangen, Maße 264
  - , stranggepresste Sechskantstangen, Maße 264
  - , stranggepresste Vierkantstangen, Maße 264
- Aluminiumbronze 1046
- Aluminium-Knetlegierungen, anodisch oxidiert 260
- Aluminiumlegierungen, gezogene nahtlose Rohre, Grenzabmaße 268
  - , Lote 624
  - , stranggepresste nahtlose Rohre, Grenzabmaße 269
- amorph, Kunststoff, Begriff 271
- Änderungen, Technische Produktdokumentation 335
- anerkannte Regeln der Technik 17
- Anforderungen, Muttern 511
  - , Schrauben 511
- Angaben von Zahlen, Grundlagen 968
- Anlage (el.), Schutzmaßnahme 867
- Anlassen, Wärmebehandlung 109
- Anlasssprüdigkeit, Wärmebehandlung 109
- Annahmeproofung für Schrauben und Muttern 519
- Annahmestichprobenprüfung 976
- annehmbare Qualitätsgrenzlage (AQL) 977
- Annehmbarkeit, Stichprobenprüfung 978
- anodisches Elektrotauchbeschichten, Begriff 292
- Anordnungsplan 773
- Ansprechschwelle, Begriff 986
- Anstrich, Begriff 292
- Anstrichstoff, Begriff 292
- Anteil fehlerhafter Einheiten 976
- Anthropometrie 81
- Antriebsselement 437
- Anwendung 17
- Anwendungspflicht 17
- Anzeigegerät, Farbkennzeichnung 783
- Anzeigen 90
- AQL (annehmbare Qualitätsgrenzlage) 977
- A<sub>v1</sub>-Temperatur, Wärmebehandlung 109
- Arbeitsablauf 73
- Arbeitsermüdung 74
- Arbeitsmittel 73
- Arbeitsplatz 73
- Arbeitsplatzatmosphäre 72
- Arbeitspositionen, Schweißen 582
- Arbeitsschutzgesetz 38
- Arbeitsschutz-Rahmenrichtlinie 38
- Arbeitssystem 73
- Arbeitsumgebung 73
- ASA-Formmassen, Bezeichnungssystem 279
- ATL, Begriff 294
- atmosphärische Druckdifferenz, Begriff 952
- Aufbereiten von Normen 25
- Auffährtbarkeit, Wärmebehandlung 109
- Aufkohlen, Stahl zum 153
  - , Wärmebehandlung 109
- Aufkohlungstiefe, Wärmebehandlung 109
- Auflösung, Begriff 986
- Aufrunden von Zahlen 969
- Aufsticken, Wärmebehandlung 110
- Augenlager, Gleitlager 472
- Augenschrauben 536

- Ausdehnungswerkstoffe 215  
 Aushärten, Wärmebehandlung 109  
 Aushärtung, Aluminium 204  
 Auslagerung, Aluminium 204  
 ausscheidungshärtbarer Stahl 170  
 Außensechskant, Verschlusschrauben 538  
 Austempered Ductil Iron 183  
 Austenit, Wärmebehandlung 109  
 austenitischer Stahl 170  
 austenitisches Gusseisen 183  
 austenitisch-ferritischer Stahl 170  
 Austenitisieren, Wärmebehandlung 109  
 Austenitisierungstemperatur, Wärmebehandlung 109  
 Auswahlnorm 20  
 Auswahlreihen, Metrisches ISO-Gewinde 654  
 Automaten-einsatzstahl 160  
 –, Blankstahlerzeugnisse 162  
 Automatenstahl 159  
 –, Blankstahlerzeugnisse 161  
 –, Einsatzautomatenstahl 160  
 Automatisierungstechnik, SPS 932  
 autonome Schwingung, Begriff 957  
 Axial-Rillenkugellager 452
- Badewanne, elektrische Anlage 890**  
 bainitisches Gusseisen 183  
 –, für Druckgeräte 183  
 Ballengriff, drehbar 497  
 –, fest 497  
 Band, Stahl, kontinuierlich schmelztauchveredelt, zum Kaltumformen 146  
 –, –, kontinuierlich warmgewalzt, zum Kaltumformen 142  
 Bänder für Federn, Kupferlegierungen 232  
 – für Steckverbinder, Kupferlegierungen 232  
 – für Systemträger, Kupferlegierungen 236  
 –, Aluminium 257  
 –, kaltgewalzt, Aluminium, Grenzabmaße 267  
 –, Kupferlegierungen 228  
 –, Titan 262  
 –, Titanlegierungen 262  
 –, warmgewalzt, Aluminium, Grenzabmaße 267  
 Basiseinheit, Begriff 939  
 Basiseinheiten 939  
 Basisgrößen 939  
 Basis-Polymere 271  
 Batterie 849  
 Bauelement, Elektrotechnik 843  
 –, Halbleiter 846  
 –, Optoelektronik 847  
 Bauform, Elektromotor 795  
 –, Maschine (el.), drehend 795  
 Baugruppe, elektronisch, Maße 792  
 Baugruppenträger, Maße 792  
 Bauholz, Festigkeitsklassen 298  
 –, Maße 298  
 Bau-Stäbchensperrholz 300  
 Bau-Stabsperrholz 300  
 Baustahl 115
- , Bezeichnungssystem 116  
 –, Feinkornbaustahl, schweißgeeignet 120  
 –, Hohlprofile 124  
 –, mit höherer Streckgrenze, vergütet 122  
 –, warmgewalzte Erzeugnisse 116  
 –, wetterfest 122  
 Baustellentransformator 804  
 Bauweise, elektronische Einrichtung 789  
 Bediener 600  
 Bedienteil 494, 785  
 –, Farbkennzeichnung 783  
 –, Vierkant 428  
 Bedienung, elektrische Einrichtung 785  
 Bedienungsanleitung 776  
 Bedienungsgrundsätze, elektrische Einrichtung 785  
 Begriff, Anschmelzung 631  
 –, Kolkung 631  
 –, Löten 618  
 –, Schweißtechnik 578  
 –, thermisches Schneiden 628  
 –, thermisches Spritzen 637  
 Begriffe, elektrische Anlage 856  
 –, Fertigungsverfahren 106  
 –, Form- und Lageabweichungen 675  
 –, Gewinde 645  
 –, Leittechnik 911  
 –, MSR-Technik 911  
 –, Qualitätsmanagement 971  
 –, Regelungstechnik 915  
 –, Steuerungstechnik 915  
 –, Technische Oberflächen, Gestaltabweichungen 687  
 –, –, Oberflächenbeschaffenheit 688  
 –, –, Oberflächenvollkommenheit 697  
 –, Technische Produktdokumentation 338  
 –, Toleranz- und Passungssystem 663  
 Beiblatt 20  
 Bemessungsdaten für die Stromversorgung 781  
 Bemessungsstrom 744  
 Benennung, Regelungstechnik 897  
 –, Regler 926  
 –, Steuerungstechnik 897  
 Benutzerinformation 46, 776  
 Berichtigung, Begriff 985  
 Berührungsschutz, Schutzgrad 787  
 Beschichtung, Begriff 292  
 –, Prüfverfahren 736  
 Beschichtungsaufbau, Begriff 292  
 Beschichtungsstoff, Begriff 292  
 –, verarbeitungsfertig 294  
 –, wasserhaltig 294  
 Beschichtungsstoffe, Prüfverfahren 733, 734, 735, 736  
 –, Rohstoffe für 293  
 Beschichtungssystem, Begriff 292  
 Beschleuniger, Isolierstoff, Begriff 325  
 Betriebsmittel (el.), Symbol 777
- , SPS 934  
 Beuth Verlag GmbH 16  
 Bewertung, Begriff 973  
 Bewertungsgruppen, Unregelmäßigkeiten 607  
 Bewertungssystem, Beschichtungsstoffe 733, 734, 735, 736  
 Bezeichnungssystem, Aluminium 205  
 –, Blei 207  
 –, Festigkeitsklassen, Muttern 516  
 –, –, Schrauben 511, 516  
 –, Formmassen 278, 279  
 –, Gusseisenwerkstoffe 177  
 –, Magnesium 206  
 –, Muttern aus Stahl mit Klemmteil 526  
 –, Schrauben und Muttern aus nicht rostenden Stählen 523  
 –, Stähle 110  
 –, –, Hauptsymbole 110  
 –, –, Nummernsysteme 115  
 –, –, Zusatzsymbole 110, 113  
 –, Zink 224  
 Bezug von Normen 17  
 Biegeradien, Aluminium, Bleche 416  
 –, Rohre 416  
 Biegeversuch, Kunststoffe 729  
 –, technologischer, metallische Werkstoffe 727  
 Bildliche Darstellungen, Grundlage und Grundregeln 345  
 Bildschirmarbeitsplätze 96  
 Bildsirmgeräte 97  
 Bildzeichen 777  
 –, EMSR-Technik 898, 907  
 –, Leittechnik 898, 907  
 –, Prozessleittechnik 898, 907  
 Bindemittel, Begriff 292  
 –, Beschichtungsstoff, Kurzzeichen 293  
 Binnenmarkt 37  
 Blankglühen, Wärmebehandlung 109  
 Blankstahl 161  
 Blankstahlerzeugnisse, Automaten-einsatzstahl 162  
 –, Automatenstahl 161  
 –, Einsatzstahl 154  
 –, geschält 161  
 –, geschliffen 161  
 –, gezogen 161  
 –, korrosionsbeständig 174  
 –, Oberflächengüteklassen 161  
 –, Vergütungsstahl 155  
 Blattfedern, Federstahl für, Maße 195  
 Blech, Aluminium 257  
 –, Aluminium, kaltgewalzt, Grenzabmaße 267  
 –, Aluminium, mit eingewalzten Mustern 267  
 –, Blei 268  
 –, Kupfer- und Kupferlegierungen 228  
 –, Nickel, kaltgewalzt, Grenzabmaße 270  
 –, –, warmgewalzt, Grenzabmaße 270

- , Stahl, kontinuierlich schmelztauchveredelt, zum Kaltumformen 146
- , –, kontinuierlich warmgewalzt, zum Kaltumformen 142
- , –, mit Mustern 199
- , Titan 262
- , Titanlegierungen 262
- Blechdicke, Kernblech 802
- Blechdurchzug mit Gewinde 415
- Bleche, Aluminium, Biegeradien 416
- , Aluminium, warmgewalzt, Grenzabmaße 267
- Blechschauben 544
- , Gewindeprofil 545
- , mechanische Eigenschaften 526
- , wärmebehandelt 526
- Blechschaubengewinde 545
- Blei 211
- , Druckgusslegierungen 211
- , gewalzte Bleche, Maße 268
- , Werkstoffnummernsystem 207
- Bleilegierungen 211
- , gewalzte Bleche, Maße 268
- Blei-Starterbatterie 853
- Blockform, Zink- und Zinklegierungen 224
- Blockmetall, Kupfer 209, 216
- , Magnesium 221
- Blocksystem, Thermoplast-Formmassen 273
- Bohrschrauben 546
- Bohrungen, Mechanische Verbindungselemente 561
- , mit Kopf 561
- , Normteile 561
- , ohne Kopf 561
- , Sicherungsringe 559
- Bolzen 561
- Bombierung, Aluminium, Begriff 204
- Borstahl 151
- Breitflachstahl 197
- Brinell-Härteprüfung 719
- Bruchdehnung, Prüfung 716 717
- Brucheinschnürung, Prüfung 716
- Bruchspannung, Prüfung, Kunststoffe 729
- Buche 296 297
- Buchsen, Gleitlager 459
- Bulk Moulding Compound 287
- Bund und Außensechskant, Verschlusschrauben 538
- Bund und Innensechskant, Verschlusschrauben 538
- CAB-Formmassen, Bezeichnung 275
- CAD, Begriff 338
- CAD-Modelle 338
- CAD-Normteile 26
- CAD-Schriften 401
- CA-Formmassen, Bezeichnung 275
- Carbonitrieren, Wärmebehandlung 109
- Celluloseester-Formmassen, Bezeichnung 275
- CEN 30
- CEN/CENELEC 30
- CENELEC 30, 743
- Cermet, Pulvermetallurgie, Begriff 329
- Charpy-Schlagzähigkeit, Kunststoffe 730
- chemische Symbole, internationale Nomenklatur 203
- chemische Zusammensetzung, Kupfer- und Kupferlegierungen 225
- , Muttern 517
- Chemisches Aufdampfverfahren CVD 704
- Chrom-VI-Gehalt, Prüfung 713
- CODATA-Bulletin 63, 940
- Codebuchstaben, Füll-/Verstärkungsstoffe 282
- Compound, Begriff 295
- Computer Aided Design (CAD), Begriff 338
- Copolymeres des Vinylchlorids, Bezeichnungssystem 276
- , Kurzzeichen 272
- CR-Formmassen, Bezeichnung 275
- CrNiMo-Stahl 170
- CrNi-Stahl 170
- Darrtrockenes Holz 296
- Datenfelder, Technische Produktdokumentation 341
- Dauermagnete 312
- , gebunden 312
- Dauermagnetwerkstoffe 312
- Deckellager, Gleitlager 470
- Definitionen, elektrische Anlage 856
- Dehngrenze, Prüfung 716, 717, 718
- Dehnschaft, Schrauben 537
- Desoxidationsart 117
- deterministische Schwingung, Begriff 955
- Deutsche Normen 14
- Deutsches Normenwerk 19
- Dezimalschreibweisen 968
- Diagnosedeckungsgrad (DC) 61
- Diamant, Aluminium, Bleche mit eingewalzten Mustern 267
- Dichte, Begriff 950
- Dichtkante, Abdichtung 540
- Dichtring 508
- , Abdichtung 540
- Differenzstrom 857
- Differenzstrom-Schutzschalter 814
- differenzverzinntes Weißblech 149
- Diffusionsglühen, Wärmebehandlung 109
- Dimension einer Größe, Begriff 939
- DIN 14
- DIN CEN/TS 20
- DIN CERTCO 33
- DIN CLC/TS 20
- DIN Deutsches Institut für Normung e. V. 14
- DIN KonRat 35
- DIN Software GmbH 16
- DIN V-ENV-Norm 19
- DIN-Anzeiger für technische Regeln 16
- DIN-EN-ISO-Norm 19
- DIN-EN-Norm 19
- DIN-ETS-Norm 19
- DIN-Fachbericht CEN/TR 20
- DIN-Fachbericht 20
- DIN-Gepprüft-Zeichen 34
- DIN-IEC-Norm 19
- DIN-ISO-Norm 19
- DIN-Katalog 15
- DIN-Lehrgänge 15
- DIN-Mitglied 14
- DIN-Mitteilungen + elektronorm 15
- DIN-Norm 19
- , Werdegang 19
- DIN-Normen 14,
- DIN-*plus*-Zeichen 34
- DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informations-technik im DIN und VDE 14, 743
- DN, Nennweite 201
- Dokumentationssystematik 335
- Dokumente, Elektrotechnik 745, 767
- Doppelhärten, Wärmebehandlung 109
- Dornbiegeversuch, Beschichtungen 732
- Douglasie 296, 297
- Draht, Aluminium, gezogen 261
- , Aluminiumlegierungen, gezogen 261
- , Kupfer 244
- , –, Begriff 244
- , Kupferlegierungen 236, 244
- , Stahl 163
- , - nicht rostend, Federn 168
- , –, Federn 164
- Drahtseile 487
- D-Regler 921
- drehbare Ballengriffe 497
- drehende elektrische Maschine 795
- Drehspul-Messgerät 836
- Dressieren 149
- Drossel 803
- Drosseln, Kernblech für 318
- Drosselspule 803
- Druck, Begriff 951
- , Druckgeräte, Begriff 201
- Druckbehälter, einfacher 129
- , korrosionsbeständiger Stahlguss für 188
- , Kupferlegierungen, Bleche 232
- , –, Platten 232
- , –, Ronden 232
- , nicht rostende Stäbe für 176
- , Stahlguss 187
- , –, Gießereiwesen, technische Lieferbedingungen 327
- Druckbehälterstähle 124
- , Bezeichnungssystem 125
- , Flacherzeugnisse 125
- , nickellegiert, kaltzäh 128
- , schweißgeeignete Feinkornbaustähle 127, 128
- Druckdifferenz, Begriff 951
- Druckfedern 493

- Druckflüssigkeiten 333  
 Druckgeräte, austenitisches Gusseisen 185  
 –, bainitisches Gusseisen 183  
 –, Temperguss 180  
 –, Terminologie 201  
 Druckgusslegierungen, Aluminium 219  
 –, Blei 211  
 –, Magnesium 222  
 –, Zink 224  
 –, Zinn 223  
 Druckstücke 534  
 Druckzapfen, Gewindestifte 534  
 D-Sicherung 812  
 Dualphasenstahl 149  
 Duett, Aluminium, Bleche mit eingewalzten Mustern 267  
 duktiles Gusseisen 182  
 Dünnband für Wärmeaustauscher 204  
 Duplex-Stahl 170  
 Durchgangslöcher für Schrauben 572  
 Durchhärtung, Wärmebehandlung 109  
 Durchstrahlungsprüfung, Schmelzschweißverbindungen 737  
 Duroplast, Begriff 271  
 Duroplast-Formmassen, rieselfähig 281  
 Dusche, elektrische Anlage 890  
 dynamische Messung, Begriff 984, 984  
 dynamische Viskosität, Begriff 953  
  
 E/VAC-Formmassen – Bezeichnungssystem 280  
 ebener Winkel, Begriff 948  
 Edelstahl, legiert, 107  
 –, unlegiert 107  
 –, Vergütungsstahl 151  
 Effektivwert-Messgerät 837  
 Eiche 296, 297  
 Einbaumaße, Wälzlager 454  
 Einbauteilung, elektronische Einrichtung 789  
 Eindringverfahren, zerstörungsfreie Prüfung 738  
 einfache Schwingung, Begriff 958  
 Einfachhärten, Wärmebehandlung, Begriff 109  
 Einhärtung, Wärmebehandlung, Begriff 109  
 Einhärtungstiefe, Wärmebehandlung, Begriff 109  
 Einheit, Begriff 938  
 Einheiten 939  
 –, Grundlagen 937  
 Einheitenamen 939  
 Einheitensystem eines Größensystems, Begriff 939  
 –, international, Begriff 939  
 –, Begriff 938  
 Einheitsbohrung, ISO-System für Grenzmaße und Passungen 671  
 Einheitswelle, ISO-System für Grenzmaße und Passungen 671  
 Einrichtung, elektrisch, Bedienungsgrundsätze 785  
  
 Einsatzhärten, Automatenstahl zum 160  
 –, Blankstahlerzeugnisse aus Automatenstahl zum 162  
 –, Stahl, Kaltband zum 158  
 –, Wärmebehandlung 109  
 Einsatzhärtungstiefe, Wärmebehandlung 109  
 Einsatzstahl 153  
 –, Automatenstahl 160  
 –, Blankstahlerzeugnisse 154  
 –, Kaltband 158  
 Einschraubende, Stiftschrauben 533  
 Einschraublängen, Metrisches ISO-Gewinde 655  
 Einschraublöcher mit metrischem Feingewinde, Konstruktionsmaße 539  
 Einschraubzapfen mit metrischem Feingewinde, Konstruktionsmaße 539  
 Einschub, Elektronik, Maße 792  
 Einspannbuchse, Lagerung 468  
 Einstelldauer, Messtechnik, Begriff 986  
 Einteilung, Regler 926  
 Einzelzelle, Nickel-Metallhydrid 854  
 Eisenguss, Gießereiwesen, technische Lieferbedingungen 327  
 Eisen-Kohlenstoff-Gusswerkstoffe 177  
 –, Bezeichnungssystem 177  
 elektrische Anlage, Begriffe 856  
 –, Definitionen 856  
 –, Niederspannung 855  
 elektrischer Schlag 857  
 elektrisches Messgerät 836  
 Elektroband 108  
 Elektroblech 108  
 –, -band, Bezeichnungssystem 310  
 –, Isolationen auf 312  
 –, kaltgewalzt, nicht schlussgeglüht 315  
 –, –, nichtkornorientiert, schlussgeglüht 313  
 –, kornorientiert, schlussgeglüht 314  
 Elektrofachkraft 862  
 Elektroisolierlacke 325  
 –, Anwendungsverfahren 325  
 –, Harze 325  
 –, –, Begriff 326  
 –, Lack, Begriff 326  
 –, Lacktypen 325  
 elektrolytisch spezialverchromter Stahl 149  
 Elektrolyt-Kondensatorpapier, Isolierpapier 322  
 elektromagnetisches Feld 960  
 –, Elektromagnetische Wellen 960  
 –, Materialgrößen 960  
 –, Zustandsgrößen 960  
 Elektromotor 795  
 Elektronenstrahlschweißen, Geräte 617  
 Elektronik 743  
 –, Modulordnung 789  
 elektronische Einrichtung, Maße 789  
 elektronisches Messgerät 836  
  
 Elektrotauchlackieren, anodisch, Begriff 292  
 –, kathodisch, Begriff 292  
 Elektrotechnik 743  
 –, Aluminium, Blech 308  
 –, –, Profile 308  
 –, –, Vordraht 308  
 –, Grundlagen 960  
 –, Isolierstoffe 322  
 –, Kupfer, Bänder 304  
 –, –, Bleche 304  
 –, –, Drähte 304  
 –, –, gezogener Runddraht 304  
 –, –, Nahtlose Kupferrohre 304  
 –, –, Platten 304  
 –, –, Profile 305  
 –, –, profilierte Drähte 305  
 –, –, Stangen 304  
 –, Leiterwerkstoffe 303  
 –, Schutzmaßnahmen 867  
 Eloxalqualität, Aluminium 261  
 Emaillieren, Stahl, Flacherzeugnisse zum 146  
 Empfehlungen zum Schweißen 604  
 Empfindlichkeit, Begriff 986  
 EMSR-Technik 898  
 endliche Keilriemen 440  
 endlose Keilriemen 440  
 entkohlend geglühter Temperguss 180  
 Entkohlung, Wärmebehandlung 109  
 Entkohlungstiefe, Wärmebehandlung 109  
 Entwicklung, Begriff 972  
 Epoxidharz-Formmassen, rieselfähig, Bezeichnungssystem 287  
 EP-PMC-Formmasse 287  
 EPR-isolierte Leitung 824  
 Erden 860  
 Erder 860  
 Ergonomie 73  
 Errichten, Anlage (el.), Gebäude 855  
 Errichtungsbestimmung, Elektrotechnik 855  
 Erstmuster, Gießereiwesen 326  
 Erwartungswert, Begriff 985  
 erzwungene Schwingung, Begriff 957  
 Ethylen-Vinylacetat-Formmassen – Bezeichnungssystem 280  
 ETSI 30, 32, 743  
 Europäische Normung 30  
 europäische Normungsarbeit 32  
 –, Mitwirkung 32  
 Europäische Richtlinien 31  
 Europäischer Binnenmarkt 31  
 EVA-Schlauchleitung 824  
 Evolventenverzahnung 472  
 Explosionsfähige Atmosphären 70  
 Explosionsschutz 69  
  
 Fachauskünfte 17  
 fachgerecht 17  
 Falversuch 727  
 Farbe, Beschichtungsstoff, Begriff 292  
 –, Farbmittel, Begriff 295  
 Farbkenzeichnung, Holzfaserverplatten 302

- , Kabel 781
- , Leiter (el.) 781
- , Modelle 328
- , Sicherung (el.) 812
- , Zink 223
- Farbkörper, Begriff 295
- Farbmittel, Begriff 295
- , Prüfverfahren 736
- Farbstoff, Begriff 295
- Fasebrett, Nadelholz 299
- Faserplatte, Holz 301, 302
- , Lasteinwirkungsdauer 301
- Feder 493
- Federband, Kupfer 232
- , Stahl, nicht rostend 169
- Federdraht 164
- Federn, Kupfer, Bänder für 232
- , Kupferlegierungen, Bänder für 232
- , Stahldraht 164
- , Technische Zeichnungen, Darstellung 377
- Federstahl, warmgewalzt, Blattfedern, Maße 195
- Federstahldraht, nicht rostend 168
- , ölschlussvergütet 166
- , patentiert-gezogen 164
- , rund, Maße 165
- , unlegiert 164
- Federstähle 164
- , Kaltband 159
- Fehlergrenzen, Begriff 986
- Fehlerstromschutzeinrichtung 814
- Fehlerstromschutzschalter 811, 814
- Feinkornbaustahl 120
- , Begriff 120
- , normalgeglüht 120
- , normalisierend gewalzt 120
- , schweißgeeignet 107, 120, 127
- , thermomechanisch gewalzt 120
- Feinkornstahl 120
- Feinstblech 108
- FELV 868
- ferritischer Stahl, Begriff 170
- , Eigenschaften 175
- Ferrobor 216
- Ferrochrom 216
- Ferrolegierungen 216
- Ferromangan 216
- Ferromolybdän 216
- Ferroniob 216
- Ferrosilicium 216
- Ferrotitan 216
- Ferrovandän 216
- Ferrowolfram 216
- Fertiglackierung, Beschichtungsstoff 294
- Fertigungsbeschichtung, Begriff 292
- Fertigungsverfahren 105
- , Begriffe 106
- , Hauptgruppen 106
- , Beschichten, Begriff 106
- , Einteilung 105–107
- , –, Fügen 579
- , –, Löten 620
- , –, thermisches Schneiden 636
- , –, thermisches Spritzen 638
- , –, Weichlöten 626
- , Fügen, Begriff 106
- , Gruppen 107
- Fertigungsverfahren, Stoffeigenschaft ändern, Begriff 106
- , Trennen, Begriff 106
- , Umformen, Begriff 106
- , Urformen, Begriff 106
- , Werkzeuge, Begriff 105
- , Wirkmedien, Begriff 105
- festе Ballengriffe 497
- Festigkeitsklassen, Muttern 517
- , Muttern aus Stahl mit Klemmteil 526
- , Schrauben 511, 513
- , Schrauben und Muttern aus nicht rostenden Stählen 523
- Feststoffdichte, Begriff 951
- Feuchtegehalt, Holz, Begriff 296
- Feuerverzinken 708
- feuerverzinnте Bänder, Kupferlegierungen 236
- Fichte 296, 297
- Filzring, Wälzlager 455
- Filzstreifen, Wälzlager 455
- Finstock 204
- FI-Schutzschalter 814
- Fitting 132
- flache Scheiben 556
- flacherzeugnisse 108, 416
- , mit Überzügen, Stahl, Oberflächenbeschaffenheit 147
- , Druckbehälterstähle 125
- , Stahl, elektrolytisch verzinkt, kaltgewalzt 145
- , –, mit hoher Streckgrenze 148
- , –, organisch beschichtet 146
- , –, zum Emailieren 146
- , –, zum Kaltumformen 142, 145
- Flachkopf-Blechschraben 544
- Flachkopf-Bohrschrauben 546
- Flachriemenscheibe 437
- Flachstangen, Kupferlegierungen 248
- Flammhärten, Stahl zum 156
- , Wärmebehandlung 109
- Flansche, Anschlussmaße 432
- , Gusseisenflansche 202
- , Kupferlegierungen 202
- , Übersicht 430
- Flanschlager, Gleitlager 470
- Flügel-schrauben 535
- Fluidtechnik 477
- Fluktuation, Impuls 842
- Flussmittel, Hartlöten 625
- Folien, Aluminium 260, 267
- , –, Grenzabmaße 267
- , –, mechanische Eigenschaften 260
- Folienschalter 846
- Folientastatur 846
- Folientastfeld 846
- Form- und Lageabweichungen 674
- , Begriffe 675
- , Entstehung 674
- Form- und Lagetoleranzen 678
- Form- und Lagetolerierung 674
- , Bezüge 674
- , Geometrische Tolerierung 674
- , Technische Zeichnungen 674
- Formate, Schreibpapier, Zeichnungsvordruck 341
- Formelzeichen für eine Größe, Begriff 937
- , Grundlagen 937
- , Indizes 947
- , Physik 940
- , Regelungstechnik 897
- , Steuerungstechnik 897
- Formmassen, Kunststoff, Begriff 271
- , Bezeichnungssystem 273 bis 283
- Formmikanit, Glimmer, Isolierstoff 326
- Formschrägen, Gießereiwesen 328
- Formtoleranzen, s. auch Grenzabmaße, – freie Schwingung, Begriff 957
- Freiformschmiedestücke, Stahl 150
- Freistich 413
- Fremdkörperschutz, Schutzgrad 787
- Frequenz (el.) 744
- Fretz-Moon-Rohre 131
- Führung, QM-Systeme, Begriff 973
- Füll-dichte, Begriff 951
- Füllstoff, Begriff 295
- , Isolierstoff, Begriff 325
- Fundamentalkonstanten 940
- funktionsbezogener Schaltplan 773
- Furnier, Sperrholz, Begriff 300
- Galvanische Überzüge, Bezeichnung 706**
- , Schrauben und Muttern 522
- , Verbindungselemente 522
- galvanisches Primärelement 849
- Gasnitrieren, Wärmebehandlung 110
- Gasschweißen, Geräte 615
- Gebäude, elektrische Anlage 855
- Gebäudeinstallationsplan 773
- Gebotszeichen 778
- Gefährdung 45
- Gefahrensignal 86
- Gehäuse-Schutzart 787
- Gelenkband-Profile 195
- Gemeinsame Europäische Normungsinstitution 31
- Gemeinschaftsarbeit 17
- Genauigkeit von Ermittlungsverfahren, Begriff 973
- genormte Erzeugnisse 21
- Geometrische Tolerierung, Form- und Lage 674
- Geräte- und Produktsicherheitsgesetz (GPSG) 40
- Geräteschutzsicherung 812
- Gerätesteckdose 816
- Gerätestecker 816
- Gerätesteckvorrichtung 816
- Gerstenkorn, Aluminium, Bleche mit eingewalzten Mustern 267
- geschälte Erzeugnisse, Blankstahl 161
- geschliffene Erzeugnisse, Blankstahl 161
- geschweißte kreisförmige Rohre, Stahl 129, 133
- geschweißte Präzisionsstahlrohre 141
- geschweißte Stahlrohre 129
- Gesenkschmiedestücke, Stahl 150
- Gesenkschmiedeteil, Stahl 417

- Gestaltung, Norm 20  
 gewalzte Bleche, Blei, Maße 268  
 Gewicht, Begriff 950  
 Gewichtskraft, Begriff 950  
 Gewinde 643  
 -, Begriffe 645  
 -, Blechdurchzug 415  
 -, Kurzzeichen 643  
 -, Metrisches ISO-Gewinde 648  
 -, mit Kopf, Sechskantschrauben 527  
 -, Rohrgewinde 656, 658  
 -, Rundgewinde 662  
 -, Sägewinde 661  
 -, Spitzgewinde 648  
 -, Trapezgewinde 659  
 -, Übersicht 643  
 Gewindeauslauf 405  
 Gewindedarstellung, Technische Zeichnungen 378  
 Gewindefreistich 403  
 gewindefurchende Schrauben 546  
 Gewindeprofil, Blechschrauben 545  
 Gewinde-Schneidschrauben 544  
 Gewindestifte 533  
 -, mit Druckzapfen 534  
 -, mit Innensechskant 533  
 -, mit Ringschneide 533  
 gezogene Drähte, Aluminium 261  
 -, Aluminiumlegierungen 261  
 gezogene nahtlose Rohre, Aluminium, Grenzabmaße 268  
 -, Aluminiumlegierungen, Grenzabmaße 268  
 gezogene Rechteckstangen, Aluminium, Maße 263  
 gezogene Rohre, Aluminium 260  
 gezogene Rundstangen, Aluminium, Maße 263  
 gezogene Sechskantstangen, Aluminium, Maße, 264  
 gezogene Stangen, Aluminium 260  
 gezogene Vierkantstangen, Maße, Aluminium 263  
 Gießereiwesen 326  
 -, Erstmuster 326  
 -, Formschrägen 328  
 -, Holzmodelle 328  
 -, Kernkästen 328  
 -, Kunststoffmodelle 328  
 -, Metallmodelle 328  
 -, Modelle 328  
 -, Modelleinrichtungen 328  
 -, Schwindmaße 328  
 -, technische Lieferbedingungen, Eisenguss 327  
 -, -, Magnesiumlegierungen 327  
 -, -, Stahlguss für Druckbehälter 327  
 -, -, Stahlguss 327  
 -, -, Zinklegierungen 327  
 Gießharzformstoffe 288  
 Gitterschnittprüfung, Beschichtungen 732, 733  
 Glanz, Beschichtungsstoff, Begriff 292  
 Glasisolierstoffe 325  
 glaskeramische Isolierstoffe 325  
 glass transition, Kunststoff, Begriff 271  
 Glasübergang, Kunststoff, Begriff 271  
 Glasumwandlung, Kunststoff, Begriff 271  
 Gleichgewichtsfeuchte, Holz, Begriff 296  
 Gleichrichter 805  
 Gleichrichterdiode 847  
 Gleichstrom-Messwiderstand 842  
 Gleichstromrelais, weichmagnetische Werkstoffe 310  
 Gleitlager 459  
 -, Augenlager 470  
 -, Buchsen 459  
 -, Deckellager 470  
 -, Flanschlager 470  
 -, Schmierlöcher 465  
 -, Schmiernut 465  
 -, Schmierring 469  
 -, Schmier Tasche 465  
 Glimmer, glasgebunden, Isolierstoff 325  
 -, Isolierstoff 326  
 -, -, Glimmerpapier 326  
 -, -, Muskovit 326  
 -, -, Phlogopit 326  
 -, -, Spaltglimmer 326  
 Glimmererzeugnisse, flexible 326  
 Glimmerpapier, Isolierstoff 326  
 Gon (bisher Neugrad), Begriff 948  
 Goss-Textur 314  
 Grad (Winkelgrad), Begriff 948  
 grafisches Symbol, Betriebsmittel (el.) 777  
 -, EMSR-Technik 898, 907  
 -, Leittechnik 898, 907  
 -, Prozessleittechnik 898, 907  
 -, für elektrische Betriebsmittel 777  
 -, Rohrleitungen, Technische Zeichnungen 397  
 -, Technische Zeichnungen 378, 393  
 Grenzabmaße, Aluminium Bänder, warmgewalzt 267  
 -, -, kaltgewalzt 267  
 -, Aluminium Bleche, kaltgewalzt 267  
 -, -, -, warmgewalzt 267  
 -, -, Folien 267  
 -, -, gezogene nahtlose Rohre 268  
 -, -, Platten, kaltgewalzt 267  
 -, -, -, warmgewalzt 267  
 -, -, Schmiedestücke 267  
 -, -, stranggepresste nahtlose Rohre 269  
 -, -, stranggepresste Rohre 269  
 -, -, gezogene nahtlose Rohre 268  
 -, Aluminiumlegierungen, stranggepresste nahtlose Rohre 269  
 -, autogenes Brennschneiden 635  
 -, Blankstahlerzeugnisse 196  
 -, Laserstrahlschneiden 635  
 -, Magnesium, Strangpressprofile 266  
 -, Metrisches ISO-Gewinde 654  
 -, Nickel, Blech, kaltgewalzt 270  
 -, -, -, warmgewalzt 270  
 -, -, Rechteckstangen, warmgewalzt 270  
 -, -, Ringe, warmgewalzt 270  
 -, -, Ronden, warmgewalzt 270  
 -, -, Rundstangen, warmgewalzt 269  
 -, -, Vierkantstangen, warmgewalzt 269  
 -, Plasmaschneiden 635  
 -, Stahl, Flacherzeugnisse 189  
 -, -, Flachstäbe für Federstahl 195  
 -, -, Kaltband 198  
 -, -, Rundstäbe 190  
 -, -, Sechskantstäbe 190  
 -, -, Vierkantstäbe 189  
 -, -, Walzdraht 196  
 -, Stahlrohre, nahtlos, geschweißt 200  
 -, -, nicht rostend 200  
 Grenzabweichungen, Schreibweisen 970  
 Grenzflächenspannung bei Fluiden 954  
 -, Begriffe 954  
 -, Einheiten 954  
 -, Formelzeichen 954  
 -, Größen 954  
 Grenzmaße und Passungen, ISO-System 665  
 Griechisches Alphabet, Schriften 401  
 Grobkornglühen, Wärmebehandlung 109  
 Größen 937  
 Größenarten, Begriff 938  
 Größensystem, Begriff 938  
 Größenwert, Begriff 937  
 Grundlagen, Qualitätsmanagement 971  
 Grundreihen 22  
 Gruppeneinteilung, Werkstoffe 585  
 G-Sicherungseinsatz 813  
 G-Sicherungshalter 813  
 Gummi 426  
 gummi-isolierte Starkstromleitung 823  
 Gummiteil 426  
 Gusseisen mit Kugelgraphit 182  
 Gusseisen mit Lamellengraphit 179  
 -, austenitisches 183  
 -, bainitisches 183  
 -, Flansch 202  
 Gusseisenflansche 202  
 Gusseisenwerkstoffe, Bezeichnungssystem 177  
 Gusslegierungen, Nichteisenmetalle 216  
 Guss-Sondermessung 218  
 Gussstück, Aluminium 219  
 -, -, Begriff 204  
 Gütegruppen Stahl 117  
 Halbleiterbauelement 846  
 Halbleiterstromrichter 805  
 Halbleiter-Stromrichtersatz 805  
 Halbrund-Holzschrauben 543  
 -, mit Kreuzschlitz 549  
 Halbrundkerbnägel 568  
 Halbrundniete 570

- Halbzeug, Aluminium, anodisch oxidiert 260  
 -, Begriff 108  
 -, Kunststoff, Übersicht 291  
 -, Magnesium-Knetlegierungen 261  
 -, Nickel 269  
 -, Stahl 189  
 Halteringe 558  
 Haltescheiben 558  
 Handelshölzer, Benennungsliste 296  
 Handrad, flach 496  
 -, gekröpft 494  
 Hardware, SPS 934  
 harmonische Schwingung, Begriff 956  
 Harnstoff-Formaldehyd-(UF), rieselfähig, Bezeichnungssystem 283  
 Harnstoff-Melamin-Formaldehyd-(UF/MF), rieselfähig, Bezeichnungssystem 283  
 Härte, Beschichtungsstoff, Begriff 292  
 Härten, Wärmebehandlung 110  
 Härteprüfung, metallische Werkstoffe 719  
 -, nach Brinell 719  
 -, nach Rockwell 721  
 -, nach Shore 731  
 -, nach Vickers 723  
 Härter, Isolierstoff, Begriff 325  
 Hartferit, anisotrop 312  
 -, isotrop 312  
 Hartgummi 324  
 Hartlöten, Begriff 618  
 -, Flussmittel 625  
 -, Lote 621 623  
 hartmagnetische Werkstoffe 312  
 Hartmetall, Pulvermetallurgie, Begriff 329  
 Hartmikanit, Glimmer, Isolierstoff 326  
 Harz, Elektroisolierlack, Begriff 326  
 -, Rohstoffe, Beschichtungsstoff 293  
 Harzmatten (SMC), Bezeichnung 287  
 Häufigkeitsverteilungen 981  
 -, grafische Darstellungen 981  
 -, klassierte Einzelwerte 981  
 -, Punktdiagramm für Einzelwerte 981  
 -, Summentreppe für Einzelwerte 981  
 Hauptgruppen, Fertigungsverfahren 106  
 Hautbelastung 72  
 Heizkörper-Beschichtungsstoff 294  
 Heizleiterlegierungen, Eigenschaften 317  
 Heizmikanit, Glimmer, Isolierstoff 326  
 Hilfsstoffe, Schweißzusätze 593  
 Hinweiszeichen 778  
 hitzebeständiger Stahl 175  
 Hochfrequenz-Hohlleiter 832  
 hochlegierter Stahl 170  
 Hochtemperaturlöten, Begriff 618  
 hochwärmefeste Stähle 176  
 Hohlleiter, Hochfrequenz 832  
 Hohlprofile, Stahl 124  
 Hohlstangen, Kupfer 251  
 -, -, Begriff 251  
 -, Kupferlegierungen 251  
 Holz 297  
 -, Begriff 296  
 -, Elastizitätsmodul 297  
 -, Fasebrett, Nadelholz 299  
 -, Festigkeit 297  
 -, Feuchtegehalt 296  
 -, Gleichgewichtsfeuchte 296  
 -, Holzschädlinge 297  
 -, Profildretter mit Schattennut 299  
 -, Quellung 296  
 -, Schwindmaß 296  
 -, Sortierklassen 298  
 -, Sortierkriterien 298  
 Holzarten, Dauerhaftigkeit von 297  
 -, Kennwerte 297  
 Holzfaserverplatte, Anwendung 301  
 -, Begriff 301  
 -, Farbkennzeichnung 302  
 -, Klassifizierung 301  
 Holzmodelle 328  
 -, Gießereiwesen 328  
 Holzschrauben 543  
 Holzwerkstoffe 297  
 Homopolymere des Vinylchlorids, Bezeichnungssystem 276  
 Homopolymere, Kurzzeichen 272  
 Hüllbedingungen, Tolerierungsgrundsatz 680  
 Hutmuttern 555  
 Hüttennickel 208  
 Hydraulik 483  
 Hydrauliköl HL 333  
 - HLP 333  
 - HVLP 333  
 Hydropumpe 485  
 Hysterese eines Messgeräts, Begriff 986  
 IACS 210  
 Identifizierung von Kunststoff-Formteilen 273  
 IEC 29, 743  
 IM-Code 795  
 Impulsabbild 842  
 Impulsbegriff 842  
 Impulsdefinition 842  
 Impulsgrößen 842  
 Impulstechnik 842  
 Induktionshärten, Stahl zum 156  
 -, Wärmebehandlung 110  
 Induktivität 802  
 Informationsdienste, 15  
 Informationstechnik 743  
 Inhibitor, Isolierstoff, Begriff 325  
 Innensechskant, Gewindestifte 533  
 -, Senkschrauben 529  
 -, Zylinderschrauben 529  
 Innensechsrund, Schrauben 531  
 Innenvielzahn, Schrauben 531  
 Innerbetriebliche Norm 26  
 Installationsdokument 773  
 Installationsplan 773  
 Instrumentierte Eindringprüfung 724  
 integrierte Schaltung 846  
 International Annealed Copper Standard 210  
 International Electrotechnical Commission 29  
 International Organization for Standardization 29  
 Internationale Normung 29  
 internationale Normungsarbeit 32  
 -, Mitwirkung 32  
 Internationales Einheitensystem (SI), Begriff 939  
 IPB-Reihe, Stahl 192  
 IPBI-Reihe, Stahl 192  
 IPBv-Reihe, Stahl 192  
 IP-Code 787  
 IPE-Reihe, Stahl 192  
 I-Regler 920  
 I-Reihe, Stahl 191  
 ISO 29  
 ISO/IEC 29  
 Isolierrolle 333  
 Isolierpapier 322  
 Isolierschläuche 324  
 Isolierstoff, Glas- 324  
 -, Glimmer, glasgebunden 325  
 -, Hartgummi 324  
 -, Isolierschläuche 324  
 -, Keramik 324  
 -, Schichtpressstoffe 322  
 ISO-Grundtoleranzen (IT) 665  
 ISO-System für Grenzmaße und Passungen 665  
 -, Einheitsbohrung 671  
 -, Einheitswelle 671  
 -, Grenzabmaße 667  
 -, Grundabmaße 667  
 -, Passtoleranzen 671  
 -, Passungsauswahl 672  
 ISO-Viskositätsklassen, Schmierstoffe 330  
 IT-Grundtoleranzen 665  
 I-Träger, schmal, Stahl 191  
 -, Stahl 193 192  
 -, -, IPB-Reihe 192  
 -, -, IPBv-Reihe 192  
 -, -, IPE-Reihe 192  
 Japanpapier, Isolierstoff 322  
 Jitter 842  
 Justierung, Begriff 986  
 Kabel (el.) 820  
 - Überstromschutz 875  
 Kabel- und Leitungsanlagen 881  
 Kabel, Farbkennzeichnung 781  
 -, Koaxial 830  
 -, Lichtwellenleiter 833  
 Kabelmäntel, Bleilegierungen 211  
 Kabelschuh, gestanzte 792  
 -, Krallen 793  
 -, Maße 793  
 Kalibrierung, Begriff 986  
 Kaltarbeitsstähle, Werkzeugstähle 157  
 Kaltauslagerung 204  
 Kaltband, Einsatzstähle 158  
 -, Federstähle 159  
 -, Stahl, zum Kaltumformen 143  
 -, Vergütungsstähle 159



- Kältemaschinenöl 332  
 –, gebraucht 332  
 –, KA 332  
 –, KD 332  
 Kaltrissigkeit 118  
 Kammerwerkzeug 204  
 –, stranggepresste Rohre, Aluminium 268  
 kathodisches Elektrotauchbeschichten, Begriff 292  
 Kegel, Technische Zeichnungen, Angaben 357  
 –, Bemaßung 359  
 Kegelgewinde, Abdichtung 540  
 Kegelgriff 498  
 kegeliges Wellenende 435  
 Kegelkerbstifte 566  
 Kegelstifte, ungehärtet 562  
 Keilriemen, endlich 440  
 –, endlos 440  
 Keilwellen, Technische Zeichnungen, Darstellung 382  
 Kennbuchstabe, EMSR-Technik 898  
 –, Leittechnik 898  
 –, Prozessleittechnik 898  
 Kennfarben 42  
 –, Holzfaserplatten 302  
 –, Modelle 328  
 –, Zink 223  
 Kennzeichnung, elektrische Betriebsmittel 781  
 –, Akkumulator 853  
 –, Batterie 852  
 –, Kabel (el.) 820  
 –, Kondensator 843  
 –, Leitung (el.) 820  
 –, Schrauben und Muttern aus nicht rostenden Stählen 523  
 –, Schrauben 516  
 –, Sicherung (el.) 812  
 –, Wendelleitung (el.) 820  
 –, Widerstand (el.) 843  
 Kennzeichnungssystematik 337  
 Keramikisolierstoffe 324  
 Kerbschlagbiegeversuch, metallische Werkstoffe 726  
 –, Schrauben 516  
 Kerbschlagproben 726 727  
 Kerbschlagzähigkeit, Prüfung, Kunststoffe 730  
 –, Schrauben 516  
 Kervverzahnung, Technische Zeichnungen, Darstellung 382  
 Kernblech 802  
 –, Blechdicke 802  
 –, Mindestpermeabilität 803  
 –, Transformatoren und Drosseln 316  
 Kernholz 297  
 Kessel, Kupferlegierungen, Bleche für 234  
 –, Platten für 232  
 –, Ronden für 232  
 Keymark 34  
 Kiefer 296, 297  
 Klebstoff, Begriff 294  
 Kleindrossel 804  
 Kleinspannung (el.) 867  
 Klemme, Leiter (el.) 792  
 Klemmstelle (el.), schraubenlos 792  
 Klimabegriffe 739  
 Klimate 739  
 –, technische Anwendung 739, 740  
 Klingeltransformator 804  
 Klopfdichte, Begriff 951  
 Knebelkerbstifte 566  
 Kneutzerzeugnis, Aluminium 204  
 Knetlegierungen, Kupfer 224  
 –, Magnesium 214  
 –, Nickel 215  
 Koaxialkabel 830  
 Kobaltlegierungen, hochwarmfest 176  
 Kohärentes Einheitensystem, Begriff 939  
 Kohlenstoffäquivalent 119, 127  
 Kohlunzustandsbestimmung, Schrauben 516  
 Kokillenguss, Kupfer 216  
 –, Zink 223  
 Kommission Sicherheitstechnik (KS) 39  
 Kommutatormikanit, Glimmer, Isolierstoff 326  
 Kondensator, Kennzeichnung 843  
 –, Kupfer, Rohre für 256  
 –, Nennwert 843  
 Kondensatorpapiere, Isolierpapier 322  
 Konformitätsbewertung 33, 35  
 –, Kupfer 208  
 Konformitätszeichen 34  
 Konformitäts-Zertifikat 34  
 Konsensverfahren 13  
 Konsistenz-Einteilung, Schmierfette 334  
 Konstruktionsmaße, Einschraublöcher mit metrischem Feingewinde 539  
 –, Einschraubzapfen mit metrischem Feingewinde 539  
 Konventioneller Wägewert, Begriff 950  
 Koordinatensystem, Technische Zeichnungen, Darstellung 400  
 Korn, Pulvermetallurgie 328  
 Körperkräfte 81  
 Körpermaße 81  
 Korrektur, Begriff 985  
 korrosionsbeständiger Stahl 172  
 korrosionsbeständiger Stahlguss 188  
 Korrosionsschutz 701  
 –, allgemeine Begriffe 701  
 –, Beschichtungsstoff, Begriff 293  
 –, Stahlbauten 708  
 Kraft, Begriff 950  
 Krallenkabelschuh 793  
 kreisförmige, geschweißte Rohre, Stahl 129  
 Krepppapier, Isolierpapier 322  
 Kreuzschlitze, für Schrauben 548  
 –, Halbbrund-Holzschrauben 549  
 –, Linsen-Senk-Holzschrauben 549  
 –, Linsensenschrauben 549  
 –, Senk-Holzschrauben 549  
 –, Senkschrauben 549  
 Kreuzschlitzschrauben 548  
 Kronenmuttern 553  
 –, niedrige 553  
 KTL, Begriff 294  
 Kugelgraphit, Gusseisen mit 182  
 Kugelknopf 498  
 Kunde, Begriff 972  
 Kundenorientierung, QM-Systeme, Begriff 973  
 Kundenzufriedenheit, Begriff 972  
 Kunststoff, Begriff 271  
 –, Halbzeug aus 290  
 –, Kennbuchstaben 271  
 –, Kurzzeichen 271  
 Kunststoffe 270  
 –, Identifizierung von Kunststoff-Formteilen 273  
 Kunststoffherzeugnisse, Formmassen 286  
 –, Formstoffe 286  
 –, Formteile 286  
 –, Halbzeug 286  
 Kunststoffmodelle 328  
 –, Gießereiwesen 328  
 Kunststoffrohre, Übersicht 290  
 Kunststoffteile, Toleranzen 288  
 Kupfer, für die Elektrotechnik 303  
 –, Blockmetalle 216  
 –, Draht 248  
 –, Gussstücke 216  
 –, Hohlstangen 251  
 –, nahtlose Rundrohre 253  
 –, Profile 248  
 –, Rechteckstangen 248  
 –, sauerstofffrei 306  
 –, Schmiedevormaterial 248  
 –, Stangen für die spanende Verarbeitung 240  
 Kupfer-Aluminium-Legierungen 218  
 Kupfer-Chrom-Legierungen 217  
 Kupfer-Kathoden 210  
 Kupferlegierungen, Bänder für Systemträger 236  
 –, Lote 624  
 –, nahtlose Rundrohre 253  
 –, Vormaterial für Schmiedestücke 242  
 –, Zusammensetzung 225  
 Kupfer-Mangan-Aluminium 218  
 Kupfer-Nickel-Legierungen 218  
 Kupfer-Zinn-Blei-Legierungen 218  
 Kupfer-Zinn-Legierungen 217  
 Kupplung, Schalen- 440  
 –, Scheiben- 439  
 –, Stecker 818  
 Kurznamen, Gusseisen 177  
 –, magnetische Stahlwerkstoffe 310  
 –, Stähle 110  
 –, Verpackungsblech 149  
 –, Leitungsrohre 129  
 Kurzschlusschutz, Kabel (el.) 875  
 –, Leitung (el.) 875  
 Kurzzeichen, Bindemittel, Beschichtungsstoff 293  
 –, Holz 296  
 –, Kunststoff 271  
 Lack 292  
 –, Elektroisierlack, Begriff 326  
 Lackfarbe, Begriff 293

- Lackierung, Begriff 293  
 Lage, Sperrholz, Begriff 300  
 Lagerung, Einspannbuchse 470  
 Lamellengraphit, Gusseisen mit 179  
 Langerzeugnis 108  
 -, Walzdraht 163  
 Laserstrahlschweißen, Geräte 617  
 Last, Begriff 950  
 Lasteinwirkungsdauer, Faserplatte 301  
 Lateinisches Alphabet, Schriften 401  
 Laubholz, Begriff 296  
 Lätewerktransformator 804  
 LC-Stähle 170  
 Lebenszyklusmodell, Technische Produktdokumentation 335  
 Legierte Stähle, Kurznamen 113  
 Legierung, magnetisch, Kernblech 802  
 Legierungskennzahlen 113  
 Leichtmetalle, Eigenschaften 257  
 Leistungselektronik 805  
 Leistungsfaktor-Messgerät 837  
 Leistungsschutzschalter 811  
 Leiteinrichtung 911  
 Leiten 911  
 Leiter (el.), Farbkennzeichnung 781  
 Leiterklemme (el.) 792  
 Leiterplatte 848  
 Leiterwerkstoffe 303  
 Leitfaden zur Qualitätsverbesserung, Begriff 973  
 Leittechnik 897, 911  
 Leitung (el.) 820  
 -, EPR-isoliert 824  
 -, flexibel 824  
 -, Polychloropren 824  
 -, PVC-isoliert 821  
 -, Typkurzzeichen 826  
 -, Überstromschutz 875  
 -, Wendel 820  
 Leitung, Schweißen 824  
 -, Starkstrom 820  
 -, -, gummi-isoliert 823  
 Leitungsrohre, Stahl 129  
 Leitungsschutzschalter 813  
 Lichtbogenschweißen, Geräte 616  
 Lichtbogenschweißleitung 824  
 Lichtwellenleiter 830  
 Lieferant, Begriff 972  
 Lieferbedingungen, s. technische Lieferbedingungen  
 Linien, Technische Zeichnungen 354  
 Linsensenk-Blechschraben mit Schlitz 544  
 Linsensenk-Bohrschrauben 547  
 Linsensenk-Holzschrauben 543  
 -, mit Kreuzschlitz 549  
 Linsen-Senkschrauben, mit Kreuzschlitz 549  
 -, mit Schlitz 532  
 Lösemittel, Beschichtungsstoff, Begriff 292  
 -, Rohstoffe, Beschichtungsstoff 293  
 Lötbarkeit, Begriff 620  
 Löten, Einteilung und Prozesse 620  
 -, Flussmittel, Hartlöten 625  
 -, -, Weichlöten 626  
 -, Hartlote 621, 623  
 -, Silberlote 622, 624  
 -, Weichlote 622  
 -, Weichlotpasten 626  
 Lötnähte, Technische Zeichnungen, Symbole 393  
 Lötprozesse, Begriffe 618  
 -, Einteilung 620  
 -, Ordnungsnummer 620  
 Low Carbon Stähle 170  
 LS-Schalter 813  
 LS-Stahl 191  
 L-Winkel, Stahl 194  
 LWL-Kabel 830  
  
**Magnesium, Bezeichnungssystem 206**  
 -, Knetlegierungen 214  
 -, -, Halbzeug 261  
 -, Strangpressprofile, Grenzabmaße 266  
 Magnesiumlegierungen 206  
 -, Blockmetalle 221  
 -, Gießereiwesen, technische Lieferbedingungen 327  
 -, Gussstücke 221  
 magnetische Legierung, Kernblech 802  
 magnetische Werkstoffe 310  
 -, Bezeichnungssystem 310  
 -, Dauermagnete 312  
 -, Kernbleche 316  
 -, Sintermetall 330  
 Managementsystem, Begriff 972  
 Mandel, Aluminium, Blech mit eingewalzten Mustern 267  
 martensitischer Stahl 170  
 Maschine 45  
 Maschine (el.), drehend 795  
 Maschinen, Achshöhen 433  
 Maschinenbauart, IM-Code 795  
 Maschinenbaustähle 115  
 Maschinenelemente 437  
 Maße, Baugruppenträger 792  
 Masse, Begriff 950  
 Maße, Blech, kaltgewalzt, Nickel 270  
 -, -, warmgewalzt, Nickel 270  
 -, elektronische Einrichtung 789  
 -, geschweißte Stahlrohre 200  
 -, gezogene Rechteckstangen, Aluminium 263  
 -, gezogene Rundstangen, Aluminium 263  
 -, gezogene Sechskantstangen, Aluminium 264  
 -, gezogene Vierkantstangen, Aluminium 263  
 -, I-Träger, Stahl 191  
 -, Kabelschuh 793  
 -, LS-Stahl 191  
 -, nahtlose Stahlrohre 200  
 -, nicht rostende Stahlrohre 200  
 -, Ringe, warmgewalzt, Nickel 270  
 -, Rohrgewinde 657 658  
 -, Ronden, warmgewalzt, Nickel 270  
 -, Rundstangen, warmgewalzt, Nickel 269  
 -, -, warmgewalzt, Nickel 270  
 -, Stabstahl 195  
 -, Stahldraht 197  
 -, stranggepresste Profile, Aluminium 265  
 -, stranggepresste Rechteckstangen, Aluminium 264  
 -, stranggepresste Rundstangen, Aluminium 264  
 -, stranggepresste Sechskantstangen, Aluminium 264  
 -, stranggepresste Vierkantstangen, Aluminium 264  
 -, Technische Zeichnungen, Anordnung 361  
 -, T-Stahl 191  
 -, U-Stahl 193  
 -, Vierkantstangen, warmgewalzt, Nickel 269  
 -, Warmgewalzte Flachstäbe aus Stahl 189  
 -, Warmgewalzte Rundstäbe aus Stahl 190  
 -, Warmgewalzte Sechskantstäbe aus Stahl 190  
 -, Warmgewalzte Vierkantstäbe aus Stahl 189  
 -, Winkelstahl 191, 194  
 -, Z-Stahl 194  
 Maßeinheit, Begriff 938  
 Maßeintragungen, Technische Zeichnungen 352  
 Massel, Aluminium 204  
 -, Zinn 208  
 Massivholzplatten (SWP) 299  
 Maßnormen für Stahl 189  
 Maßstäbe, Technische Zeichnungen 343  
 Maßtoleranzen 663  
 Maßverkörperung, Begriff 985  
 Maßzahl, Begriff 938  
 Materialprüfung 715  
 mathematische Zeichen 964  
 -, Begriffe 964  
 -, Grundlagen 964  
 Mechanik, Physikalische Grundlagen 950  
 mechanische Eigenschaften, Aluminium 259  
 -, -, Bänder 257  
 -, -, Drähte, gezogene 261  
 -, -, Folien 260  
 -, -, gezogene Rohre 260  
 -, -, gezogene Stangen 260  
 -, -, Rohre 257  
 -, -, Schmiedestücke 260  
 -, -, stranggepresste Profile 260  
 -, -, stranggepresste Rohre 260  
 -, -, stranggepresste Stangen 260  
 -, Blechschraben 526  
 -, Kupfer, Draht 244  
 -, -, Hohlstangen 251  
 -, -, nahtlose Rundrohre 253  
 -, -, Stangen, spanende Verarbeitung 240  
 -, Kupferlegierungen, Bänder für Federn, 232  
 -, -, Bänder für Steckverbinder, 232

- , –, Draht 244
- , –, Profile 248
- , –, Rechteckstangen 248
- , –, Schmiedevormaterial 242
- , Muttern 517
- , Schrauben 512
- , Schrauben und Muttern aus nicht rostenden Stählen 525
- Mechanische Verbindungselemente 511
  - , Bolzen 561
  - , Muttern 550
  - , Niete 561
  - , Scheiben 556
  - , Schrauben 527
  - , Sicherungen 556, 558
  - , Stifte 562
  - , Technische Lieferbedingungen 511
- medizinische Instrumente, Werkstoffe für 172
- mehradriger Draht, Kupfer, Elektrotechnik, Begriff 304
- Mehrlagen-Leiterplatte 848
- Mehrschichtisoliertstoffe, flexible 322
- Melamin/Phenol-Formmassen (MP-PMC), rieselfähig, Bezeichnungssystem 283
- Melamin-Formaldehyd-Formmassen (MF-PMC), rieselfähig, Bezeichnungssystem 283
- Mensch-Maschine-Schnittstelle 779, 781, 782, 785
  - , Bedienungsgrundsätze 785
  - , Kennzeichnung, Anzeigerät 782
  - , Kennzeichnung, Bediengerät 782
  - , Leiterkennzeichnung 781
- Merkmal, Oberbegriff 937
- Merkmalsbezogene Begriffe der Qualitätssicherung 973
- Messabweichung 838
  - , Begriff 985
  - , eines Messgeräts, Begriff 986
- Messbereich, Begriff 986
- Messeinrichtung, Begriff 985
- Messen 897, 911
- Messergebnis, Begriff 985
- Messgerät (el.) 836
- Messgerät, Begriff 985
- Messgerätedrift, Begriff 986
- Messgröße, Begriff 984
- Messing 1046
- Messkette, Begriff 985
- Messobjekt, Begriff 984
- Messprinzip, Begriff 985
- Messsignal, Begriff 985
- Messtechnik, Grundbegriffe 984
  - , Grundlagen 984
- Messung, Begriff 984
- Messunsicherheit, Begriff 985
- Messverfahren, Begriff 985
  - , für eine Größe, Begriff 937
- Messwert, Begriff 985
- Messwiderstand, Gleichstrom 842
- Metallabscheidung, chemisch, Begriff 704
  - , elektrolytisch, Begriff 704
- , galvanisch, Begriff 704
- Metalllegierungen 211
- Metallmodelle, Gießereiwesen 328
- Metallschlauchleitungen 124
- Metrisches ISO-Gewinde 648
  - , Feingewinde 649
  - , Auswahlreihen 654
  - , Bezeichnung 649
  - , Einschraubtlängen 655
  - , Grenzabmaße 654
  - , Profile 648
  - , Regelgewinde 649
  - , Toleranzen 655
  - , Toleranzklassen 656
  - , Übersicht 651
- Metrisches ISO-Trapezgewinde 660
- Metrologie 984
- Migration, Begriff 295
- Mikrolegierter Stahl 148
- Mindestabstände 53
- Mindestbiegeradien, Kupferbänder für Federn 235
- Mindestbruchkräfte, Schrauben 514
- Mindestpermeabilität, Kernblech 803
- Mitglied, DIN 14
- Mittellage, Sperrholz, Begriff 300
- Mitwirkung internationale/europäische Normungsarbeit 32
- MMS, Bedienungsgrundsätze 785
- Modelle, für Gussstücke 328
  - , Farb-Kennzeichnung, Gießereiwesen 328
  - , Kunststoff 328
  - , Metall 328
- Modellleinrichtungen, Gießereiwesen 328
- Moduln 473
- Modulordnung, elektronische Einrichtung 789
  - , Schaltanlage (el.) 807
- MSR-Begriffe 911
- MSR-Technik, Begriffe 911
- Muffen, Bleilegierungen 211
- Muskovit, Glimmer, Isolierstoff 326
- Muttern 550
  - , aus Stahl mit Klemmteil 526
  - , –, Bezeichnungssystem 526
  - , Bezeichnungssystem, Festigkeitsklassen 517, 526
  - , chemische Zusammensetzung 517
  - , Festigkeitsklassen 517
  - , Kennzeichnung 519
  - , Mechanische Eigenschaften 517
  - , Mechanische Verbindungselemente 550
  - , Normteile 550
  - , Prüfkraftversuch 518
  - , Schrauben 509
  - , Werkstoffe 517
- Naben 476
- Nabenloch 494
- Nachrichtenübertragung, Grundbegriffe 963
- Nadelholz, Begriff 296
- nahtlose kreisförmige Stahlrohre 135
- nahtlose Rohre, gezogen, Aluminium, Grenzabmaße 268
  - , –, Aluminiumlegierungen, Grenzabmaße 268
  - , stranggepresst, Aluminium, Grenzabmaße 269
  - , –, Aluminiumlegierungen, Grenzabmaße 269
  - , Kupfer 253
  - , –, Wärmeaustauscher 256
  - , Kupferlegierungen 253
  - , –, Wärmeaustauscher 256
  - , Aluminium, Begriff 204
- Nahtvorbereitung, Schweißen 587
- National Lubrication Grease Institute (NLGI) 334
- natürliche Polymere, Kurzzeichen 272
- Neigungstoleranz, Brennschnitte, Begriff 630
- Nennfrequenz (el.) 744
- Nennspannung (el.) 743
- Nennweite DN 201
- Nennwert, Kondensator 843
  - , Widerstand 843
- netzgeführte Stromrichter 805
- Netzgerät 803
- Netztransformator 803
- Neusilber 1046
- Newtonsche Flüssigkeit, Begriff 952
- NH-Sicherung 811
- nicht entkohlend geglühter Temperguss 180
- Nichteisenmetalle 202
- nichtmetallische Stoffe 270
- nichtperiodische Schwingung, Begriff 956
- nicht rostender Federstahldraht 168
- nicht rostender Stahl 107, 113, 170
  - , Federband 169
- Nickel, in Halbzeug 214
  - , Blech, kaltgewalzt, Grenzabmaße 270
  - , Blech, warmgewalzt, Grenzabmaße 270
  - , Halbzeug 269
  - , Knetlegierungen 214
  - , Rechteckstangen, warmgewalzt, Grenzabmaße 270
  - , Ringe, warmgewalzt, Grenzabmaße 270
  - , Ronden, warmgewalzt, Grenzabmaße 270
  - , Rundstangen, warmgewalzt, Grenzabmaße 269
  - , Vierkantstangen, warmgewalzt, Grenzabmaße 269
  - , Blech, kaltgewalzt, Grenzabmaße 270
  - , –, warmgewalzt, Grenzabmaße 270
- Nickel-Knetlegierungen, Rechteckstangen, warmgewalzt, Grenzabmaße 270
  - , Ringe, warmgewalzt, Grenzabmaße 270
  - , Ronden, warmgewalzt, Grenzabmaße 270
  - , Rundstangen, warmgewalzt, Grenzabmaße 269

- , Vierkantstangen, warmgewalzt, Grenzabmaße 269
- Nickellegierungen 177, 178
- , hitzebeständig 177
- , hochwarmfest 178
- , Lote 624
- , weichmagnetische Werkstoffe 311
- Nickel-Metallhydrid-Einzelzelle 854
- Nickelstähle, weichmagnetische Werkstoffe 311
- Niederspannungsanlage 855
- Niederspannungsschaltgerät, Abmessung 805
- , Modulsystem 806
- Niederspannungsschaltgerätekombination 807
- Niederspannungssicherung 811
- niedrige Kronmutter 553
- niedrige Sechskantmutter 550
- Niete 561 568
- , Mechanische Verbindungselemente 561
- , Normteile 561
- Nitrieren, Stahl zum 155
- , Wärmebehandlung, Begriff 110
- Nitrierstähle 155
- Nitrocarburieren, Stahl zum 155
- NLGI-Klassen 334
- NoRA 74
- Norm, Gestaltung 20
- , innerbetrieblich 26
- Normal, Messtechnik, Begriff 985
- Normalglühen, Wärmebehandlung 110
- normalisierendes Walzen 134
- Normalklimate 740
- Normalverteilung 982
- , Testen 982
- , Vertrauensbereiche für Parameter 983
- Normbezeichnung 20, 21
- Normen, Aufbereiten 25
- , Bezug 17
- , Verwalten 26
- Normenanwendung 25
- Normenausschüsse 14
- Normenkonformitätserklärung 34
- Normenpraxis 25
- Normenvertrag 14
- Normmaße 23
- Normspannung (el.) 743
- Normteile 26, 511
- , Bolzen 561
- , Muttern 550
- , Niete 561
- , Scheiben 556, 558
- , Schrauben 527
- , Sicherungen 556
- , Stifte 562
- Normung 13
- Normungsarbeit 13
- Normvolumen, Begriff 954
- Normzahlen 22
- Normzustand, Begriff 954
- Not-Aus 56
- Notsignal 86
- Oberflächen 99**
- Oberflächenbehandlung, Wörterbuch 703
- Oberflächenbeschaffenheit, Flacherzeugnisse mit Überzügen, Stahl 147
- , Präzisionsstahlrohre 140
- , Stahlerzeugnisse 199
- , Technische Zeichnungen, Angabe 373
- Oberflächenrauheit, Schrauben und Muttern 510
- , Schrauben 510
- Oberflächenvollkommenheit, Technische Oberflächen 695
- Offshore-Konstruktionen 120
- Öle, Rohstoffe, Beschichtungsstoff 293
- Öler 500
- Ölhydraulik 483
- ölschlussvergüteter Federstahldraht 166
- Online-Dienste 16
- Optoelektronik 847
- Ordnungsnummer, Lötprozesse 620
- Organisation, Begriff 972
- O-Ring 504
- PA-Formmassen, Bezeichnungssystem 278**
- Papier, für allgemeine elektrotechnische Zwecke 322
- Papierformate, Endformate 340
- PAS 20
- Passfeder 490
- Passkerbstifte 566
- Passscheibe 471
- Passungen 663
- Passungsangabe, Technische Zeichnungen 352
- Patentieren, Wärmebehandlung 110
- patentiert-gezogen 164
- patentiert-gezogener Federstahldraht 166
- PC-Formmassen, Bezeichnung 276
- PD-Regler 921
- PE-Formmassen, Bezeichnungssystem 279
- PELV 867, 868
- Pendelrollenlager 453
- Performance Level (PL) 61
- Perinorm 15
- periodische Schwingung, Begriff 955
- Permanentmagnetwerkstoffe 312
- Permeabilität, Kernblech 803
- Personal, Schweißaufsicht, Bediener 600
- PF-PMC-Formmasse 283
- Phenol-Formmassen, rieselfähig, Anforderungen 283
- , –, Bezeichnungssystem 282
- Phlogopit, Glimmer, Isolierstoff 326
- Phosphatieren 707
- Physikalische Größen, Grundlagen 937
- Physikalisches Aufdampfverfahren PVD 705
- PID-Regler 922
- Pigment, Begriff 925
- Pigmente, Übersicht 295
- Pinie 296
- PI-Regler 921
- Plan, Anordnung 773
- , Gebäudeinstallation 773
- , Installation 773
- Plasmanitrieren, Wärmebehandlung 110
- Platten, kaltgewalzt, Aluminium, Grenzabmaße 267
- , Kupferlegierungen 228
- , warmgewalzt, Aluminium, Grenzabmaße 267
- Plattieren, Begriff 705
- PMMA-Formmassen, Bezeichnung 276
- Pneumatik 486
- PN-Stufen, Rohrleitungsteile 201
- Polyamid-Formmassen, Bezeichnungssystem 278
- Polycarbonat-Formmassen, Bezeichnung 276
- Polychloroprenleitung 824
- Polyester-Formmassen, thermoplastisch 280
- , (UP-PMC), rieselfähig 284
- , Bezeichnungssystem 279
- Polymergemische, Bezeichnung 281
- Polymethylmethacrylat-Formmassen, Bezeichnung 276
- Polyoxymethylen-Formmassen, Bezeichnungssystem 281
- Polypropylen-Formmassen, Bezeichnungssystem 278
- Polystyrol (PS)-Formmassen, Bezeichnungssystem 273
- (PS-I)-Formmassen, Bezeichnungssystem 277
- , schlagzäh 277
- Polyvinylchlorid (PVC-P)-Formmassen, Bezeichnungssystem 277
- , weichmacherfrei 277
- (PVC-U)-Formmassen, Bezeichnungssystem 277
- –, weichmacherfrei 277
- Polyvinylchloridleitung 822
- POM-Formmassen, Bezeichnungssystem 281
- Porosität, Sintermetall 330
- Positionsnummern, Technische Zeichnungen 352
- Potentialausgleichsleiter 885
- Potentiometer 844
- PP-Formmassen, Bezeichnungssystem 278
- Präzisionsstahlrohre 139
- , geschweißt, kaltgezogen 141
- , –, maßgewalzt 141
- , nahtlos, kaltgezogen 140
- , Oberflächenbeschaffenheit 140
- P-Regler 920
- Pressdichte, Begriff 951
- Presslochverschraubung 545
- Pressmassen (BMC), faserverstärkt, Bezeichnung 289
- Pressspan, Elektrotechnik 323
- Primärbatterie 849
- Primärelement, galvanisch 849
- Primärzink 209
- Probenahme, statistische Grundlagen 980
- Produkt, Begriff 972

- Profil, Elektrotechnik, Kupfer, Begriff 305  
 Profildreher mit Schattennut, Holz 299  
 Profile, Aluminium, stranggepresst, Maße 265  
 -, -, mechanische Eigenschaften 260  
 -, Kupferlegierungen 236, 248  
 -, Technische Zeichnungen, Angaben 388  
 Profilholz mit Nut und Feder 299  
 profilierter Draht, Elektrotechnik, Kupfer, Begriff 305  
 Programmiersprache, SPS 934  
 Projekt, Begriff 972  
 Projektionsmethoden, Technische Zeichnungen, Begriffe 351  
 Prozess 911  
 -, Begriff 972  
 Prozesse, Referenznummern 579  
 Prozessorientierter Ansatz, QM-Systeme, Begriff 973  
 Prüfbescheinigungen 741  
 -, Arten 741  
 Prüfkraftversuch, Muttern 518  
 Prüfperson 84  
 Prüfung 715  
 Prüfung, Cr(VI) 713  
 -, Begriff 985  
 -, Beschichtungsstoffe, Beschichtungen, Pigmente, Füllstoffe 732  
 -, Elastomere 731  
 -, Kunststoffe 728  
 -, metallische Werkstoffe 715  
 -, organische Stoffe 728  
 -, Schweißer 598  
 -, SPS 934  
 -, Textilien 736  
 -, zerstörungsfrei 737  
 -, nichtspezifische 108  
 -, spezifische 108  
 Prüfverfahren s. unter Prüfung  
 -, Schweißverbindungen 614, 615  
 PS-Formmassen, Bezeichnungssystem 273  
 PS-I-Formmassen, Bezeichnungssystem 277  
 Puls 842  
 Pulver, Schweißzusätze 594  
 Pulvermetallurgie 330  
 -, Agglomerat 328  
 -, Korn 328  
 -, Pulverteilchen 328  
 Pulverteilchen, Pulvermetallurgie 328  
 PVC-isolierte Leitung 821  
 PVC-P-Formmassen, Bezeichnungssystem 277  
 PVC-U-Formmassen, Bezeichnungssystem 277  
  
 Qualität, Begriff 972  
 Qualitätsanforderungen, Lötten 628  
 -, Schweißen 598, 605  
 -, thermisches Schneiden 628  
 -, thermisches Spritzen 641  
 Qualitätsbezogene Begriffe 972  
 Qualitätsmanagement 971  
 -, Begriff 971, 972  
 Qualitätsmanagement-Handbuch, Begriff 972  
 Qualitätsmanagementsystem 971  
 -, Begriff 972  
 -, Anforderungen 973  
 Qualitätsmerkmal, Begriff 972  
 Qualitätspolitik, Begriff 972  
 Qualitätssicherung 13  
 -, Begriff 972  
 Qualitätsstahl, legiert 107  
 -, unlegiert 107  
 -, Vergütungsstahl 151  
 Qualitätsverbesserung, Begriff 972  
 Qualitätsziel, Begriff 972  
 Quellung, Holz, Begriff 296  
 Querlage, Sperrholz, Begriff 300  
 Quetschen 52  
 Quintett, Aluminium, Blech mit eingewalzten Mustern 267  
 Quotienten-Messgerät 837  
  
 Radial-Pendelkugellager 452  
 Radial-Schräggkugellager 451  
 Radial-Schulterkugellager 450  
 Radial-Wellendichtring 507  
 Rändel 412  
 Rändelmutter 556  
 Randschichthärten, Wärmebehandlung 109, 110  
 Rasiersteckdosen-Transformator 804  
 Rastersystem 848  
 Rauheit, Schrauben und Muttern 510  
 Räumlicher Winkel, Begriff 949  
 Raumtemperatur 740  
 RCBO 814  
 RCCB 814  
 RCD 814  
 RC-Kombination 845  
 Reaktionsharze 288  
 Reaktionsharzformstoff, Isolierstoff, Begriff 325  
 Reaktionsharzmasse, Isolierstoff, Begriff 325  
 reaktiver Verdünner, Isolierstoff, Begriff 325  
 Realisierung 13  
 Rechteckstangen, Aluminium gezogen, Maße 263  
 -, Aluminium, stranggepresst, Maße 264  
 -, Kupferlegierungen 248  
 -, Nickel, warmgewalzt, Grenzabmaße 270  
 Rechtwinkligkeitstoleranz, Brennschnitte, Begriff 630  
 Referenztemperatur, Messtechnik 989  
 Referenzzustand, Begriff 954  
 Regelglied 918  
 Regelkreis 897  
 Regeln 897, 912  
 Regelungstechnik 897  
 -, Begriffe 915  
 Regionale Normung 30  
 Regler, Benennung 926  
 -, Einteilung 926  
  
 Reinmagnesium 209  
 Reinstaluminium, Begriff 204  
 Rekrystallisationsglühen, Wärmebehandlung 110  
 Relaiswerkstoffe 311  
 relative Dichte, Begriff 951  
 Richtlinie, Schweißen 604  
 Riemenscheibe 437  
 Riementriebe 437  
 rieselfähige Formmassen, elektrische Eigenschaften 284  
 -, mechanische Eigenschaften 284  
 Riffelblech 200  
 Rillenkugellager, Axial 452  
 -, Radial 450  
 Ringe, Nickel, warmgewalzt, Grenzabmaße 270  
 Ringmutter 536  
 Ringnut, Wälzlager 455  
 Ringschneide, Gewindestifte 533  
 Ringschrauben 536  
 Risiko 45  
 Risikobeurteilung 49  
 Risikominderung 47  
 Rissbildung, Anstrichstoffe 293  
 Robinie 296, 297  
 Rockwell-Härteprüfung 721  
 Rohdichte, Begriff 951  
 Rohformen, gegossen, Kupfer 209  
 Rohre 108  
 -, Aluminium 257  
 -, -, stranggepresst, Grenzabmaße 269  
 -, -, mechanische Eigenschaften 260  
 -, Biegeradiale 416  
 -, Kunststoffe, Übersicht 290  
 -, Kupfer 253  
 -, -, für Kondensatoren 256  
 -, -, für Wärmetauscher 256  
 -, -, Grenzabmaße 256  
 -, Stahl, elektrisch geschweißt 131  
 -, -, für brennbare Medien 129, 130  
 -, -, für Druckbeanspruchung 136  
 -, -, geschweißt 131  
 -, -, für Druckbeanspruchung 139  
 -, -, Gewindeführen 133  
 -, -, Herstellungsverfahren 131  
 -, -, hochfrequenzgeschweißt 131  
 -, -, kontinuierlich geschweißt 131  
 -, -, nahtlos 131  
 -, -, für Druckbeanspruchung 137  
 -, -, kreisförmig 135  
 -, -, unterpulvergeschweißt 131  
 -, -, wässrige Flüssigkeiten 132  
 Rohrgewinde 656  
 -, Bezeichnung 657, 659  
 -, kegelig, im Gewinde dichtend 656  
 -, Kurzzeichen 659  
 -, Maße 657, 658  
 -, Profile 657  
 -, Verwechslungsgefahr 659  
 -, zylindrisch, im Gewinde dichtend 656  
 -, -, nicht im Gewinde dichtend 658

- Rohrleitungen 42  
 –, Graphische Symbole, Technische Zeichnungen 397  
 –, Stahlröhre, für brennbare Medien 129, 130  
 Rohrleitungsteile 201  
 –, Übersicht, Kunststoff 290  
 Rohrverbindungen, Übersicht, Kunststoff 290  
 Rollenpressspan, Begriff 323  
 Ronden, Kupferlegierungen 228  
 –, Nickel, warmgewalzt, Grenzabmaße 270  
 Rostgrad, Anstriche und Beschichtungen 709  
 Rotguss 1048  
 Rückprallelastizität, Prüfung, Elastomere 731  
 Runddrähte, Aluminium, genau gezogen 310  
 –, –, gezogen 310  
 –, Kupfer, genau gezogen 309  
 –, –, hochflexibel 309  
 Runden von Zahlen 968  
 Rundgewinde 662  
 –, Bezeichnung 662  
 –, Maße 662  
 –, Profile 662  
 Rundholz 298  
 Rundseile, Kupfer 309  
 Rundstangen, Aluminium, gezogen, Maße 263  
 –, –, stranggepresst, Maße 264  
 –, Nickel, warmgewalzt, Grenzabmaße 269  
 Rundwerte 22
- S**  
 Sägewinde 661  
 –, Bezeichnung 661  
 –, Profile 661  
 –, Theoretische Werte 661  
 Sandguss, Magnesiumlegierungen 222  
 –, Zink 224  
 SAN-Formmassen, Bezeichnungssystem 279  
 sauerstoffreies Kupfer 306  
 säurebeständiger Stahl 170  
 Schaft, Sechskantschrauben 525  
 Schalenkupplung 440  
 Schaltanlage (el.), Modulordnung 807  
 Schalter, Folien 846  
 Schaltgerät, Niederspannung, Abmessung 805  
 –, –, Modulsystem 806  
 Schaltnetzteil 804  
 Schaltplan 756, 773  
 –, funktionsbezogen 773  
 –, Symbole 745  
 Schaltung, gedruckt 848  
 –, integrierte 846  
 Schaltungsunterlage, Symbole 746  
 Schaltzeichen 477, 746  
 Scheiben 556  
 –, flache 556  
 –, Mechanische Verbindungselemente 556  
 –, Normteile 558
- Scheibenkupplung 439  
 Schichtdicke, Messung 710  
 Schichtpressstoff-Erzeugnisse 323  
 Schichtpressstofftafeln, Begriff 322  
 Schlag, elektrisch 857  
 Schlagarbeit, verbrauchte 727  
 schlagzähe Polystyrol (PS-I)-Formmasse 277  
 Schlagzähigkeit, Prüfung, Kunststoffe 730  
 Schlauchleitung 481, 824  
 Schlitz, Linsensenk-Blechschauben 544  
 –, Linsen-Senkschrauben 532  
 –, Senk-Blechschauben 544  
 –, Senkschrauben 532  
 –, Zylinderschrauben 531  
 Schlüsselweite, Schraube 428  
 –, Schraubenschlüssel 428  
 –, Sechskantschrauben und -muttern 527  
 Schmalkeilriemenscheibe 440  
 Schmelzschweißverbindungen, Durchstrahlungsprüfung 737  
 Schmelztauchüberzug, Begriff 704  
 schmelztauchveredelt, Stahl, Blech und Bänder 146  
 Schmiedestück, Aluminium 420  
 Schmiedestück, Stahl 420  
 Schmiedestücke, Aluminium, Grenzabmaße 267  
 –, Aluminium, mechanische Eigenschaften 260  
 –, Aluminiumlegierungen, mechanische Eigenschaften 260  
 –, Stahl 150  
 –, Titan 262  
 –, Titanlegierungen 262  
 Schmiedevormaterial, Kupferlegierungen 242  
 Schmierfette 333, 334  
 –, Kennbuchstaben 333  
 –, Konsistenz-Einteilung 334  
 Schmierlöcher, Gleitlager 467  
 Schmiernippel 499  
 Schmiernut, Gleitlager 465  
 Schmieröle 330, 332  
 –, Zusatz-Kennbuchstaben 331  
 Schmierring, Gleitlager 465  
 Schmierstoffe 330, 332  
 –, Kurzbezeichnung 331  
 Schmiertasche, Gleitlager 465  
 Schmierung 499  
 Schneidschrauben 544  
 Schnellarbeitsstahl 158  
 –, Benennung 113  
 Schnittholz 297  
 Schnittholzeinteilung 298  
 Schrägzugversuch, Schrauben 515  
 Schraube, Schlüsselweite 428  
 Schrauben mit Dehnschaft 537  
 Schrauben und Muttern 511  
 –, Anforderungen 510  
 –, Annahmepfung 519  
 –, aus nicht rostenden Stählen 523  
 –, –, Bezeichnungssystem 523  
 –, –, Festigkeitsklassen 523  
 –, –, Kennzeichnungssystem 523  
 –, –, mechanische Eigenschaften 525
- , –, Stahlgruppen 523  
 –, –, Stahlsorten 523  
 –, galvanische Überzüge 522  
 –, Oberflächenrauheit 510  
 –, Rauheit 510  
 –, Stichprobenprüfung 521  
 –, Technische Lieferbedingungen 511  
 –, Toleranzen 509  
 Schrauben, Anforderungen 510  
 –, Bezeichnungssystem für Festigkeitsklassen 511, 516  
 –, Durchgangslöcher 572  
 –, Festigkeitsklassen 511, 513  
 –, gewindefurchende 546  
 –, Innensechsrund 531  
 –, Innenvielzahn 531  
 –, Kennzeichnung 516  
 –, Kerbschlagbiegeversuch 516  
 –, Kerbschlagzähigkeit 516  
 –, Kohlungszustandsbestimmung 516  
 –, Kreuzschlitze 548  
 –, mechanische Eigenschaften 512  
 –, Mechanische Verbindungselemente 527  
 –, Mindestbruchkräfte 514  
 –, Normteile 527  
 –, Oberflächenrauheit 510  
 –, Schrägzugversuch 515  
 –, Werkstoffe 513 515  
 Schraubenende 411  
 Schraubenfedern 493  
 Schraubenschlüssel, Schlüsselweite 428  
 Schraubenüberstand 409  
 Schraubklemme 792  
 Schreibpapier 342  
 –, Formate 342  
 Schreibweise von Grenzabweichungen 970  
 – von Dezimalstellen 968  
 Schriften 399  
 –, CAD-Schriften 401  
 –, Druckschriften 400  
 –, Griechisches Alphabet 401  
 –, Grundregeln 401  
 –, Lateinisches Alphabet 401  
 –, Leserlichkeit 399  
 –, Serifenlose Linear Antiqua 400  
 –, Verkehrsschriften 400  
 Schriftfelder, Technische Zeichnungen, Anordnung 342  
 Schulterkugellager, Radial 450  
 Schüttdichte, Begriff 951  
 Schutz, Kabel (el.) 875  
 –, Leitung (el.) 875  
 –, Überstrom 815  
 Schutzart, Gehäuse 787  
 Schutzeinrichtung 56, 64  
 –, Fehlerstrom 814  
 Schutzgrad 787  
 Schutzkleinspannung 867  
 Schutzleiter 885  
 Schutzmaßnahme, Elektrotechnik 867  
 Schutzschalter, Differenzstrom 814  
 –, Fehlerstrom 814

- , Leitung 813
- schwarzer Temperguss 180
- Schwebung, Begriff 957
- Schweißanweisung 600
- Schweißaufsicht 600
- Schweißbarkeit 584
- Schweißbeignung 584
- Schweißen, Geräte 615
- Schweißerprüfung 598
- schweißgeeignete Feinkornbaustähle 107, 120, 127
- , Druckbehälter 120
- , warmgewalzte Erzeugnisse 127
- Schweißkonstruktionen, Allgemeintoleranzen 592
- Schweißleitung 824
- Schweißnähte, Arbeitspositionen 582
- , Nahtvorbereitung 587
- , symbolische Darstellung 583
- , Technische Zeichnungen, Symbole 393
- Schweißverbindungen, zerstörende Prüfverfahren 614
- , zerstörungsfreie Prüfverfahren 615
- Schweißverfahrensprüfung 600
- Schweißzusätze 593
- Schwindmaß, Holz, Begriff 298
- , Gießereiwesen 330
- schwingende Kontinua, Begriff 959
- Schwingungen, Grundlagen, Begriff 955
- Schwingungsabbild 842
- schwingungsfähige Systeme 958
- , linear 958
- , zeitinvariant 958
- Sechskant-Blechsrauben 544
- Sechskant-Bohrsrauben 546
- Sechskant-Holzschrauben 543
- Sechskant-Hutmuttern 555
- Sechskantmuttern 550
- , aus Stahl mit Klemmteil 526
- , mit Klemmteil 551
- , niedrige 550
- Sechskantschrauben und -muttern, Schlüsselweiten 527
- , Senkdurchmesser 574
- Sechskantschrauben 527
- , mit Gewinde bis Kopf 527
- , mit Schaft 527
- Sechskantstahl, warmgewalzt, Maße 190
- Sechskantstangen, Aluminium, gezogen, Maße 264
- , –, stranggepresst, Maße 264
- , Stahl 190
- Seebeck-Effekt 318
- Seile, Stahldraht für 197
- selbsterregte Schwingung, Begriff 957
- SELV 867, 868
- Senk-Blechsrauben 547
- , mit Schlitz 544
- Senkdurchmesser, für Sechskantschrauben und -muttern 574
- , für Zylinderkopfschrauben 574
- Senk-Holzschrauben mit Kreuzschlitz 549
- Senkernnägel 568
- Senkniete 570
- Senkschrauben, mit Innensechskant 529
- , mit Kreuzschlitz 549
- , mit Schlitz 532
- Senkungen für Senkschrauben 573
- , Bezeichnung 574
- , Maße 573
- Sheet Moulding Compound 289
- Sheradisieren, Begriff 705
- Shore-Härteprüfung 731
- SI-Basiseinheiten 939
- Sicherheit 44
- , Transformator 804
- Sicherheitsabstände 50
- Sicherheitsaspekte 43
- Sicherheitsfachgrundnorm 44
- Sicherheitsgrundnorm 43
- Sicherheits-Gruppennorm 44
- Sicherheitskennzeichnung 778
- Sicherheitsnorm 42
- Sicherheits-Produktnorm 44
- Sicherheitstransformator 804
- Sicherheitszeichen 778
- Sicherung (el.) 811
- , Baugröße 812
- , Bemessungsstrom 812
- , D-System 812
- , Farbkennzeichnung 812
- , Geräteschutz 812
- , NH-System 811
- Sicherungen, Mechanische Verbindungselemente 556, 558
- , Normteile 556
- Sicherungseinsatz 813
- Sicherungshalter 813
- Sicherungsringe, für Bohrungen 559
- , für Wellen 559
- Sicherungsscheiben 558
- Sicherungssystem (el.) 811
- Signal, Steuerungstechnik 917
- Signalodiode 847
- SI-Größensystem, Begriff 939
- Silberlote 624
- Siliziumstähle, weichmagnetische Werkstoffe 311
- Sinterdichte, Begriff 951
- , Sintermetall 330
- Sintereisen, Pulvermetallurgie, Begriff 329
- Sintermetall, weichmagnetisch 330
- , Werkstoff-Leistungsblätter, WLB 329
- Sinterstahl, Pulvermetallurgie, Begriff 329
- Sinterwerkstoff, Pulvermetallurgie, Begriff 329
- SIR-Schlauchleitung 824
- SI-Vorsätze, Vorsatzzeichen 939
- skalare Größe, Begriff 937
- SMC Harzmatten 289
- Sondermessing 1046
- Spaltglimmer, Glimmer, Isolierstoff 328
- Spannung (el.) 743
- Spannungsarmglühen, Wärmebehandlung 110
- Spartransformator 804
- Speicherprogrammierbare Steuerung 932
- Sperrholz, Anforderungen 299
- , Begriff 299
- , Klassifizierung 300
- spezialverchromtes Blech 108
- spezielle Größe, Begriff 937
- Sphäroguss 182
- Spindel, Vierkant 428
- Spitzgewinde, Metrisches ISO-Gewinde 648
- Splintholz 297
- Sprengringe 561
- Sprengringnuten 561
- Spritzanlagen, thermische 641
- Spritzen, thermisches, Prozesse 638
- , Zusätze 638
- SPS 932
- Spulenkörper 803
- SRP/CS 61
- Stäbchensperrholz, Begriff 300
- Stäbe, Technische Zeichnungen, Angaben 388
- Stabilisator (el.) 847
- Stabilisieren, Wärmebehandlung 110
- stabilisierte Stähle 170
- Stabsperrholz, Begriff 300
- Stahl, ausscheidungshärtbar 170
- , austenitisch 170
- , austenitisch-ferritisch 170
- , Automatenstahl 159
- , Begriff 107
- , Druckbehälter 124
- , elektrolytisch spezialverchromt 149
- , ferritisch 170
- , Flammhärten 156
- , geschweißte kreisförmige Rohre 129, 133
- , Gesenkschmiedeteil 417
- , hitzebeständig 175
- , hochlegiert 170
- , hochwarmfest 176
- , Hohlprofile 124
- , Induktionshärten 156
- , Kernblech 802
- , korrosionsbeständig 172
- , martensitisch 170
- , mikrolegiert 148
- , nicht rostend 107, 113, 170
- , säurebeständig 170
- , Schmiedestücke 150, 420
- , Schnellarbeitsstahl 158
- , stabilisiert 170
- , unlegiert 107, 113
- , warmgewalzt, für vergütbare Federn 169
- , Werkzeugstahl 157
- Stahlbauten, Korrosionsschutz 708
- Stahldraht, für Seile 197
- , Aufzugseile 197
- , Federn 164
- , –, nicht rostend 168
- , –, ölschlussvergütet 166
- , –, patentiert-gezogen 164
- Stahldrahtseil 487
- Stähle für Leitungsrohre 129
- Stahlerzeugnisse, Oberflächenbeschaffenheit 199
- , warmgewalzt, Oberflächenbeschaffenheit 199
- Stahlgruppen, Schrauben und Mut-

- tern aus nicht rostenden Stählen 523
- Stahlgruppennummern 114
- Stahlguss 186
  - , für Druckbehälter, Gießereiwesen, technische Lieferbedingungen 327
  - , für erhöhte Temperaturen 187
  - , für tiefe Temperaturen 188
  - , austenitisch 188
  - , austenitisch-ferritisch 188
  - , Gießereiwesen, technische Lieferbedingungen 327
  - , korrosionsbeständig 188
- Stahlgütegruppen 117
- Stahlrohr, brennbare Medien 129, 130
- Stahlrohre, Zinküberzüge 708
- Stahlsorten, Schrauben und Muttern aus nicht rostenden Stählen 523
- Stand der Technik 13
- Stange, Kupfer, Begriff 240
- Stangen, für die spanende Verarbeitung, Kupfer 240
  - , Kupferlegierungen 236
  - , Kupfer-Zink-Blei-Legierungen 241
  - , niedriglegierte Kupferlegierungen 241
  - , stranggepresst, Aluminium, mechanische Eigenschaften 260
  - , Titan 262
  - , Titanlegierungen 262
- Starkstromleitung 820
  - , gummi-isoliert 823
- Starterbatterie 853
- statische Messung, Begriff 984
- Statistik 976
- statistische Auswertungen 980
  - , Attributmerkmale 980
  - , kontinuierliche Merkmale 980
  - , Ordnungsmerkmale 980
  - , zählbare (diskrete) Merkmale 980
- statistische Grundlagen der Probenahme 980
- Steckdose 818
- Stecker (el.) 818
- Steckerkupplung 818
- Steckverbinder, Kupferlegierungen 232
- Steckvorrichtung 816
- Steh-Gleitlager 438
- Stellgerät 902
- Stellglied 902
- Stellort 902
- Stellteile 90, 494
- Steuern 897, 912
- Steuertransformator 803
- Steuerung 61
  - , speicherprogrammierbar 932
  - , Wirkungsablauf 897
- Steuerungstechnik 897
  - , Begriffe 915
  - , Signal 917
- Stichprobenanweisung 978
- Stichprobenkennwerte 982
- Stichprobenpläne 976
- Stichprobenprüfung, Schrauben und Muttern 521
- Stichprobenumfang 978
- Stifte 562
  - , Mechanische Verbindungselemente 562
  - , Normteile 562
  - , Stiftschrauben 533
- stochastische Schwingung, Begriff 957
- stranggepresste nahtlose Rohre, Aluminium, Grenzabmaße 269
  - , Aluminiumlegierungen, Grenzabmaße 269
- stranggepresste Profile, Aluminium 260
  - , –, Maße 265
  - , Aluminiumlegierungen 260
- stranggepresste Rechteckstangen, Aluminium, Maße 264
- stranggepresste Rohre, Aluminium 260
  - , –, Grenzabmaße 269
  - , Aluminiumlegierungen 260
- stranggepresste Rundstangen, Aluminium, Maße 264
- stranggepresste Sechskantstangen, Aluminium, Maße 264
- stranggepresste Stangen, Aluminium 260
  - , Aluminiumlegierungen 260
- Strangpressprofile, Magnesium, Grenzabmaße 266
- Streckgrenze, Prüfung 716, 717, 718
- Streckspannung, Prüfung, Kunststoffe 728
- Streifen, Kupferlegierungen 228
- Strom (el.) 744
- Stromlaufplan 773
- Stromrichter 805
- Stromrichtersatz, Halbleiter 805
- Stromschiene 808
- Stromversorgung 864
  - , Bemessungsdaten 781
  - , unterbrechungsfrei 805
- Stücklisten, Begriffe 339
  - , Technische Zeichnungen 343
- Stückverzinken 708
- Stufensprung 22
- Stützscheibe 471
- Styrol/Acrylnitril (SAN)-Formmassen, Bezeichnungssystem 279
- Substrat, Beschichtungsstoff, Begriff 292
- SWP, solid wood panels, Holz 299
- Symbol, grafisch, Betriebsmittel (el.) 777
  - , –, EMSR-Technik 898, 907
  - , –, für Schaltpläne 745
  - , –, Leittechnik 898, 907
  - , –, Prozessleittechnik 898, 907
- Symbole, Löt Nähte, Technische Zeichnungen 393
  - , Schweißnähte, Technische Zeichnungen 393
- Symbolische Darstellung, Schweißnähte 583
- systematische Messabweichung, Begriff 985
- Systemorientierter Ansatz, QM-Systeme, Begriff 973
- Systemträger, Kupferlegierungen 236
- Tafelpressspan, Begriff 323
- , heißgepresst, Begriff 323
- Tastatur, Folien 846
- Tastfeld, Folien 846
- Tatschnittverfahren, Technische Oberflächen 688, 690
- Teak 296, 297
- technische Handelshemmnisse 13
- Technische Komitees 29
- Technische Lieferbedingungen 318
  - , für anodisch oxidierte Erzeugnisse aus Aluminium 260
  - , Gießereiwesen, Eisenguss 327
  - , Magnesiumlegierungen 327
  - , –, Stahlguss für Druckbehälter 327
  - , –, Stahlguss 327
  - , –, Zinklegierungen 327
  - , Titan 262
- Technische Oberflächen 687
  - , Gestaltabweichungen 687
  - , –, Begriffe 687
  - , Ordnungssystem 687
  - , Oberflächenbeschaffenheit 687
  - , –, 16%-Regel 694
  - , –, Begriffe 688
  - , –, Beurteilung 692
  - , –, Kenngrößen 688
  - , –, Rauheitsprüfung 693
  - , –, Regeln 693
  - , –, Verfahren 694
  - , –, Oberflächenvollkommenheit 695
  - , –, Begriffe 697
  - , –, Kenngrößen 697
  - , Tastschnittverfahren 688, 690
- Technische Produktdokumentation 335
  - , Änderungen 335
  - , Aufbau 335
  - , Begriffe 338
  - , CAD-Modelle 338
  - , Datenfelder 341
  - , Freigabe 335
  - , Gliederung 336
  - , Hauptklassen 337
  - , Kennbuchstaben 337
  - , Kennzeichnungssystematik 337
  - , Lebenszyklusmodell 335
  - , Systematik 335
  - , Vordrucke 341
  - , Zeichnung, Begriffe 339
- technische Regel 15, 17
- Technische Zeichnungen, Allgemeintoleranzen, Eintragung 683
  - , Behandlungsangaben 372
  - , Bildliche Darstellungen 345
  - , –, Grundlage 345
  - , –, Grundregeln 345
  - , Dichtungen, Darstellung 386
  - , Federn, Vereinfachte Darstellung 379
  - , Form- und Lagetolerierung 674
  - , Galvanische Überzüge, Angaben 373
  - , Gewindedarstellung 378
  - , Graphische Darstellung 393
  - , –, Koordinatensystem 398



- , Graphische Symbole 378, 393
- , Kegel, Angaben 357
- , –, Bemaßung 359
- , Keilwellen, Darstellung 382
- , Kerbverzahnung, Darstellung 382
- , Linien 352
- , –, Anwendung 352
- , –, Grundregeln 352
- , Lötinähte, Symbole 393
- , Maße, Anordnung 361
- , Maßeintragung 352
- , –, Begriffe 352
- , Maßstäbe 343
- , Neigungen, Bemaßung 360
- , Oberflächenangaben 372
- , Oberflächenbeschaffenheit, Angabe 373
- , Passungsangaben 352
- , Positionsnummern 350
- , Profile, Angaben 388
- , Projektionsmethoden 351
- , –, Begriffe 351
- , Schriftfelder, Anordnung 342
- , Schweißnähte, Symbole 393
- , Stäbe, Angaben 388
- , Toleranzangaben 352
- , Tolerierungsgrundsatz 680
- , Verbindungselemente, Vereinfachte Darstellung 391
- , Vereinfachte Darstellung 378
- , Wälzlager, Vereinfachte Darstellung 383
- , Wärmebehandlung, Angaben 375
- , –, Darstellung 375
- , Werkstückanten, Angaben 370
- , Zahnräder, Darstellung 381
- , Zentrierbohrungen 403
- Technische Zeichnungen, Stücklisten 343
- Technisches Zeichnen 335
- Temperguss 180
  - , für Druckgeräte 180
  - , entkohlend geglüht 180
  - , nicht entkohlend geglüht 180
  - , schwarz 180
  - , weiß 180
- Temperkohle 180
- Tempern, Wärmebehandlung 110
- Test, Begriff 973
- Testen auf Normalverteilung 982
- Thermische Umgebung 99
- Thermisches Schneiden, autogenes Brennschneiden 628
  - , Begriffe 628
  - , Brennschneidmaschinen 637
  - , Laserstrahlschneiden 629
  - , Plasmaschneiden 629
  - , Prozesse 636
  - , Qualität, autogene Brennschnitte 632
  - , –, Laserstrahlschnitte 632
  - , –, Plasmaschnitte 632
  - , Schnittarten 631
- Thermisches Spritzen, Begriffe 637
  - , Prozesse 638
  - , Pulver 640
  - , Spritzanlagen 641
- , Spritzdrähte 638
- , Spritzzusätze 638
- , Begriff 705
- Thermobimetalle, Eigenschaften 319
  - , thermische Krümmung 321
  - , Werkstoffe 320
- thermoelektrischer Effekt 318
- Thermomechanical Control Process 121
- thermomechanisches Walzen 121, 134
- Thermopaare 318
- Thermoplast-Formmassen, Blocksystern 273
- Thermoplastisch, Kunststoff, Begriff 271
- Thermoplastische Polyester (TP)-Formmassen, Bezeichnungssystem 280
- Tiefkühlen, Wärmebehandlung 110
- tieftemperaturbehandeln, Wärmebehandlung 110
- Tiefungsprüfung, Anstrichstoffe 710
- Titan 211
  - , technische Lieferbedingungen 262
- Titanlegierungen 215
  - , technische Lieferbedingungen 262
- Toleranz- und Passungssystem 663
  - , Begriffe 663
- Toleranzangaben, Technische Zeichnungen 352
- Toleranzen, Brennschnitte 634
  - , Kunststoffteile 288
  - , Laserstrahlschnitte 634
  - , Metrisches ISO-Gewinde 655
  - , Plasmaschnitte 634
  - , Schrauben und Muttern 509
- Toleranzklassen, Metrisches ISO-Gewinde 656
- Tolerierungsgrundsatz 680
  - , Hüllbedingungen 680
  - , Technische Zeichnungen 680
- TP-Formmasse 280
- Tränenblech 200
- Transformator 802
  - , Baustelle 804
  - , Prüfung 803
  - , Rasiersteckdose 804
  - , Schaltnetzteil 804
  - , Sicherheit 803
  - , Spielzeug 804
- Transformatoren, Kernblech für 316
- Transmission 437
- Trapezgewinde 659
  - , Maße 660
  - , Nennmaße 660
  - , Profile 659
- Trenntransformator 804
- Trimpotentiometer 845
- Trockenstoffe, Rohstoffe, Beschichtungsstoff 293
- T-Stahl 191
- Turbinenöl 332
- Typ-A-Norm 43
- Typ-B-Norm 44
- Typ-C-Norm 44
- Typkurzeichen, Leitung (el.) 826
- Typung 22
- Überdruck, Begriff 951
- Überhitzen, Wärmebehandlung 110
- Überlastschutz, Kabel (el.) 875
  - , Leitung (el.) 875
- Übernahme von Internationalen Normen 29
- Übersicht, Metrisches ISO-Gewinde 651
- Übersichtsnorm 20
- Überstromschutz 815
  - , Kabel (el.) 875
  - , Leitung (el.) 875
- Überzeiten, Wärmebehandlung 110
- UF/MF-Formmasse 283
- UF-Formmasse 283
- Ultraschallprüfung, Begriffe 738
- Umschlingungskreis 204
- umschreibender Kreis, Begriff 305
- Umweltschutz 33
- Ungängen 199
- ungehärtet, Kegelstifte 562
- , Zylinderstifte 563
- unlegierter Stahl 107, 113
- Unregelmäßigkeiten, Einteilung 580, 607
- unterbrechungsfreie Stromversorgung 805
- Unterlegscheiben 556
- Unvollkommenheiten bei Flacherzeugnissen 199
- UP-PMC-Formmassen 284
- U-Profilstahl 193
- Urhebernutzungsrecht 15
- U-Stahl 193
- USV 805
- Validierung, Begriff 973
- VDE-Bestimmung 743
- Ventil 486
- Ventilfederstahldraht 166
- Ventilstähle 176
- Ventilwerkstoffe 176
- Verbandszeichen DIN 34
- Verbindungselement 411
  - , galvanische Überzüge 522
  - , mechanische 511
  - , Technische Zeichnungen, Vereinfachte Darstellung 391
- Verbindungsliste 773
- Verbindungsplan 773
- Verbindungstabelle 773
- Verbotszeichen 778
- Verbraucher 33
- Verbraucherbeteiligung 33
- Verbraucherrat 33
- Verbrennung, Wärmebehandlung 110
- Verbundwerkstoff, gesintert, metallisch 329
- Verfahrensprüfung, Schweißen 600
- Vergleichsstandardabweichung, Begriff 985
- Vergüten, Automatenstahl zum 160
  - , Stahl zum 151
  - , Stahl, Kaltband zum 159
  - , Wärmebehandlung 110
- Vergütungsstahl 151

- , Automatenstahl 160
- , Blankstahlerzeugnisse 154
- , Borstahl 151
- , Edelfeststahl 151
- , Kaltband 159
- , Qualitätsstahl 151
- Verhältnis-Messgerät 837
- Verifizierung, Begriff 973
- Verpackungsblech 108, 149
- , Stahl 149
- Verpackungserzeugnisse, Stahl, doppeltreduziert 149
- , –, einfach kaltgewalzt 149
- , –, kaltgewalzt 149
- Verriegelungen 59
- verschleißfestes Gusseisen 186
- Verschluss, Bohrung 501
- Verschlussdeckel 501
- Verschlusscheibe 502
- Verschlusschrauben 538
- , mit Außensechskant 538
- , mit Bund und Außensechskant 538
- , mit Bund und Innensechskant 538
- Verteilungssystem, Elektrotechnik 864
- Verwalten von Normen 26
- Verwechslungsgefahr, Rohrgewinde 659
- Verwinderversuch, Federdraht 165
- Verzahnung 473
- verzinktes Weißblech 149
- Vickers-Härteprüfung 723
- Vielfach-Messgerät 836
- Vierkant für Spindeln und Bedienteile 428
- Vierkantstangen, gezogen, Maße, Aluminium 263
- , stranggepresst, Maße, Aluminium 264
- , warmgewalzt, Nickel, Grenzabmaße 269
- Vinylchlorid, Bezeichnungssystem 276
- Viskosität, Größen und Einheiten, Begriff 952
- Viskositätsklassen nach ISO 330
- Vollständiges Messergebnis, Begriff 985
- Vollwinkel, Begriff 948
- Vordraht, Aluminium, Elektrotechnik 308
- , Kupfer 210
- Vordrucke, Technische Unterlagen, Produktdokumentation 341
- Vorlegierung, Aluminium 204
- Vormaterial für Schmiedestücke, Kupferlegierungen 242
- Vornorm 19
- Vorsätze, SI-System 939
- Vorsatzzeichen, SI-System 939
- Vulkanfaser, Schichtpressstoff-Erzeugnisse 323
- W**ägwert, Begriff 950
- Walkpenetration 334
- Walzdraht, Stahl 163
- Walzen, normalisierend 134
- , thermomechanisch 121, 134
- Walzflacherzeugnisse, Kupfer 228
- Wälzlager 446
- , Einbaumaße 454
- , Einbautoleranzen 456
- , Filzring 455
- , Filzstreifen 455
- , Kugeln 455
- , Ringnut 455
- , Technische Zeichnungen, Vereinfachte Darstellung 383
- Warmarbeitsstähle, Werkzeugstähle 157
- Warmauslagerung, Aluminium, Begriff 204
- Wärmeaustauscher, nahtlose Rundrohre, Kupfer, 256
- wärmebehandelte Blechschrauben 526
- Wärmebehandlung 151
- , Technische Zeichnungen, Darstellung, Angaben 375
- Wärmeübertragung 959
- , Begriff 959
- , Kennwerte 959
- warmgewalzt, Sechskantstahl, Maße 190
- , Stahl für vergütbare Federn 169
- , Stahl, Breitflachstahl, Maße 196
- , Stahl, Flachstäbe, Maße 189
- , Stahl, I-Träger, Maße 191, 192
- , Stahl, Rundstäbe, Maße 190
- , T-Stahl 191, 195
- , U-Stahl 193
- , Vierkantstahl, Maße 189
- , Z-Stahl 194
- Warmwasserspeicheranlagen, Bleche, Kupferlegierungen 232
- , Platten, Kupferlegierungen 232
- , Ronden, Kupferlegierungen 232
- Warnsignal 86
- Warnzeichen 778
- Wasserschutz, Schutzgrad 788
- Weathering Steels 122
- Weichglühen, Wärmebehandlung 110
- Weichlote 622
- Weichlöten, Begriff 618
- , Flussmittel 626
- Weichlotpaste 626
- weichmacherfrei, Polyvinylchlorid 279
- weichmagnetische Werkstoffe 215
- , Gleichstromrelais 310
- , Glühbehandlungen 311
- , Nickellegierungen 311
- , Nickelstähle 311
- , Siliziumstähle 311
- , unlegierte Stähle 310
- Weißband 108
- Weißblech 108
- , differenzverzinkt 149
- , verzinkt 149
- weißer Temperguss 180
- Wellen 476
- , Begriff 959
- , Sicherungsringe 559
- Wellenende, kegelig 435
- , zylindrisch 434
- Wendeleitung 820
- Werdgang, DIN-Norm 19
- Werknormen 26
- Werkstoff 107
- , Aluminium 257
- , Aluminiumlegierungen 257
- , Automatenstahl 159
- , Baustahl 115
- , Blankstahl 154, 155, 161
- , Blei 211
- , Einsatzstahl 153
- , Eisen 107
- , Elektrotechnik 303
- , Federstahl 164
- , Ferrolegierungen 216
- , Flacherzeugnisse Stahl 142, 147
- , Gusseisen 177
- , Gusslegierungen, Aluminium 219
- , –, Kupfer 216
- , –, Magnesium 221
- , –, Zink 223
- , –, Zinn 223
- , Holz 295
- , Isolierstoff 322
- , Kunststoffe 271
- , Kupfer 224
- , Kupferlegierungen 212, 224
- , Magnesium 214, 261
- , magnetische Werkstoffe 310
- , nicht rostende Stähle 170
- , Nickel 214
- , Präzisionsstahlrohre 139
- , Stahl für Druckbehälter 124
- , Stahl für Leitungsrohre 129
- , Stahl 107
- , –, hitzebeständig 175
- , –, hochlegiert 170
- , –, hochwarmfest 176
- , Stahlguss 186
- , Stahlrohre für Druckbeanspruchungen 136
- , Temperguss 180
- , Titan 215, 262
- , Ventilstahl 176
- , Vergütungsstahl 151
- , Verpackungsblech 150
- , Werkzeugstahl 157
- , Zink 209, 224
- , Zinn 215, 223
- Werkstoffe, Gruppeneinteilung 585
- , Muttern 517
- , Schrauben 513, 515
- Werkstoff-Leistungsblätter, Sintermetall 329
- Werkstoffnummern, Gusseisen 177
- , Nichtisenmetalle 203
- , –, Systematik 203
- , Stahl 115
- Werkstoffnummernsystem, Blei 207
- , Kupfer 207
- , Magnesium 206
- , Stahl 115
- , Zink 224
- Werkstoffprüfung, Elastomere 731
- , Kunststoffe 728
- , metallische Werkstoffe 715
- , organische Stoffe 728
- , zerörungsfrei 737

- , Aluminium, Begriff 206
- Werkstoffzustände, Aluminium 206
- Werkstückkanten, Technische Zeichnungen, Angaben 370
- Werkzeugstähle 157
  - , Kaltarbeitsstähle 157
  - , Warmarbeitsstähle 157
- wetterfester Baustahl 122
- Widerspruchsfreiheit 13
- Widerstand (el.), Nennwert 843
  - Kennzeichnung 843
- Widerstandslegierungen, Eigenschaften 318
- Widerstandsschweißen, Geräte 617
- Wiederholstandardabweichung, Begriff 985
- Winkel, Begriff 948
- Winkelstahl 191, 194
  - , gleichschenkelig, Maße 194
  - , ungleichschenkelig, Maße 194
  - , warmgewalzt, gleichschenkelig, scharfkantig, Maße 191
- Wirkungsablauf, Steuerung 897
- Wirkungsplan 916
- Wirkungsweg 902, 916
- WLB, Werkstoff-Leistungsblätter, Sintmetall 329
- WTO-Abkommen 16
  
- Zahlen, Abrunden 969
- Zahlenangaben, Grundlagen 968
  
- Zahlenreihen 22
- Zahlenwert, Begriff 938
- Zahnräder, Technische Zeichnungen, Darstellung 381
- Zeichnung, Begriffe 339
- Zeichnungsvordruck 341
  - , Formate, Gestaltung 341
- Zementit, Wärmebehandlung 110
- Zentrierbohrung 412
  - , Technische Zeichnungen 403
- Zerstörungsfreie Prüfung 733
- Zink 209, 224
  - , Bezeichnungssystem 224
  - , Blockform 224
  - , Druckguss 224
  - , Gussstücke 224
  - , Primärzink 209
  - , Sandguss 224
- Zinklegierungen, Gießereiwesen, technische Lieferbedingungen 327
  - , Gussstücke 223, 224
- Zinküberzüge, Stahlrohre 708
- Zinn 208
  - , Masseln 208
- Zinnbronze 1046
- Zinn-Druckgusslegierungen 223
- Zinnlegierungen 208, 215
- Z-Stahl, Maße 194
- zufällige Messabweichung, Begriff 985
  
- Zugfestigkeit, Prüfung, Kunststoffe 728
  - , –, metallische Werkstoffe 716
  - 718
- Zugversuch, Kunststoffe 728
  - , metallische Werkstoffe 715
- Zündtransformator 804
- Zusätze, Löten 621
  - , thermisches Spritzen 638
- Zusatzsymbole, Stahl 112
  - , –, Elektroblech, -band 112
  - , –, für besondere Anforderungen 112
  - , –, für die Art des Behandlungszustandes 113
  - , –, für die Art des Überzuges 113
  - , –, für die Kerbschlagarbeit 112
- Zusatzzeichen 778
- Zustandsbezeichnung, Aluminium 206
  - , Kupfer 207
- Zweihandschaltung 56
- Zylinderkerbstifte 566
- Zylinderkopfschrauben, Senkdurchmesser 574
- Zylinderrollenlager 453
- Zylinderschrauben, mit Innensechskant 529
  - , mit Schlitz 531
- Zylinderstifte, gehärtet 563
  - , ungehärtet 563