

**38.** Auflage

Hoischen · Fritz

**T** **TECHNISCHES**  
**Z** **ZEICHNEN**

Grundlagen

Normen

Beispiele

Darstellende Geometrie

Geometrische Produktspezifikation

**Cornelsen**



Der Herausgeber

Prof. Dr.-Ing. Andreas Fritz ist an der Hochschule Esslingen in der Fakultät Maschinen und Systeme in den Lehrgebieten Konstruktion/CAD und Technische Mechanik tätig. Nach einer Ausbildung und mehrjährigen Tätigkeit als Werkzeugmacher hat er an der Fachhochschule für Technik Esslingen und der Universität Stuttgart Maschinenbau studiert, und am dortigen Institut für Maschinenelemente promoviert. Bis zu seiner Berufung war er mehrere Jahre bei der DaimlerChrysler AG in Stuttgart-Untertürkheim beschäftigt.



Grundlagen, normgerechtes Zeichnen	1	Einführung	<b>9</b>
	2	Normgerechtes Darstellen und Bemaßen der Grundkörper und einfacher Werkstücke, räumliches Vorstellen	<b>39</b>
	3	Ansichten, Schnittdarstellungen, Gewinde, Oberflächenangaben, Lesen und Verstehen von Zeichnungen	<b>62</b>
	4	Normgerechte Maßeintragung	<b>108</b>
	5	Gesamtzeichnungen, Stücklisten, Schriftfelder	<b>150</b>
	6	Geometrische Produktspezifikation, Grenzmaße, Toleranzen, Passungen und zugehöriges ISO-System	<b>171</b>
Geo- metrie	7	Darstellende Geometrie	<b>234</b>
Konstruktives Zeichnen	8	Normung	<b>304</b>
	9	Normteile und Maschinenelemente	<b>337</b>
	10	Fertigungsgerechtes Gestalten und Bemaßen	<b>396</b>
	11	Symbole, Schaltzeichen und Schaltpläne	<b>441</b>
	12	CAD/CAM	<b>459</b>
Übungen	13	Gesamtbehandlungsbeispiele, Tests	<b>479</b>

Zeichengeräte; Zeichnungsdokumentation; rechnerunterstütztes Konstruieren/CAD, Begriffe für Zeichnungen, CAD-Modelle und Stücklisten; Formate, Maßstäbe, Faltung; Linienarten; Schriften; Mikroverfilmung; geometrische Grundkonstruktionen

Grundregeln der Bemaßung; Darstellungsmöglichkeiten und Bemaßen der Grundkörper sowie einfacher Werkstücke und ihre Formerfassung; Radien; Zylinder; vierseitige Pyramide; Kegel; Kugel

Darstellung von Ansichten; Schnittdarstellung; Darstellung von Gewinden und Schraubverbindungen; Lesen und Verstehen technischer Zeichnungen; Reihenfolge beim Anfertigen einer Zeichnung; technische Oberflächen; Rändeln; Werkstückkanten; Härteangaben; Beschichtungen

Normung in der Fertigungszeichnung; Normmaße; Maßeintragung; Eintragen von Toleranzen; Einzelheiten; Freistiche; Zentrierbohrungen; Eintragen von Maßen für Kegel und für Löcher; Zeichnungsvereinfachung; Kennzeichnung von Merkmalen; Spezifikation von Übergängen

Gesamtzeichnungen und Gruppenzeichnungen; Positionsnummern; Schriftfelder; Stücklisten; Änderungs- und Ersatzvermerke; Zeichnungs- und Stücklistensatz; Sachnummernsystem

Geometrische Produktspezifikation; Grundbegriffe zu Maß-, Form- und Lagetoleranzen; Allgemeintoleranzen; System für Grenzmaße und Passungen; Passungsauswahl; Form- und Lagetoleranzen; Bezüge, Bezugssysteme und -stellen; Auswertungsbezogene Modifikatoren; Dimensionelle Tolerierung von Längenmaßen; Materialbedingungen; Tolerierungsgrundsätze; Prüfung von Werkstücken; Auswerteverfahren

Konstruktion technischer Kurven; Projektionszeichnen; Schnitte und Abwicklungen; Durchdringungen und Abwicklungen; Zweifafelprojektion; axonometrische Darstellungen

Normenwesen; Normzahlen und Normzahlreihen, Grundreihen; Werkstoffe; Maßnormen für Angabe in Stück- und Bestelllisten; Anschlussmaße: Gewinde, Schlüsselweiten, Vierkante, Senkungen, Wellenenden

Schrauben und Muttern; Schraubensicherungen; Niete; Stifte; Bolzen; Sicherungen für Achsen und Wellen; Keile; Passfedern; Profilverbindungen; Wälzlager; Gleitlager; Dichtungen; Zahnräder; Federn; Kupplungen; Keilriemen; Bohrbuchsen; T-Nuten und Zubehör

Fertigungsverfahren; Guss- und Gesenkschmiedestücke; Schnitt-, Biege-, Ziehteile; gebogene Werkstücke, gestreckte Längen, Abwicklungen; Bemaßung für numerisch gesteuerte Maschinen; schweißgerechtes Bemaßen und Gestalten; vereinfachte Darstellung von Verbindungselementen; Rohrleitungsbau

Prinzipdarstellung mechanischer Gebilde; grafische Symbole der Fluidtechnik; grafische Symbole für Wärmekraftanlagen; Dokumente der Elektrotechnik; Gestalten grafischer Symbole; Proportionen und Abmessungen der grafischen Symbole

Rechnerunterstützung in der Konstruktion allgemein; rechnerunterstütztes Konstruieren und Zeichnen, CAD; CAD-Datenmodelle; CAD-Arbeitstechniken (2-D und 3-D); CAD-CAM Kopplung; Rapid Prototyping

Gesamtbehandlungsbeispiele (Schneckengetriebe, Stirnradgetriebe; Schrägsitzventil); Testaufgaben zum Selbsttesten und Vorbereiten auf Prüfungen; CAD-Test



# Technisches Zeichnen

Grundlagen, Normen, Beispiele,  
Darstellende Geometrie

Lehr-, Übungs- und Nachschlagewerk  
für Schule, Fortbildung, Studium und Praxis,  
mit mehr als 100 Tabellen und  
weit über 1.000 Zeichnungen

Begründet von Hans Hoischen †,  
herausgegeben von Andreas Fritz

38., überarbeitete und  
erweiterte Auflage

**Cornelsen**

Herausgegeben und bearbeitet von  
Prof. Dr.-Ing. Andreas Fritz, Esslingen

Das Werk wurde von Prof. Dr.-Ing. Hans Hoischen (Düsseldorf) begründet und bis zur 29. Auflage (2004) herausgegeben. Die Betreuung der 30. bis 33. Auflage (2005 bis 2013) erfolgte durch Univ.-Prof. Dr.-Ing. Wilfried Hesser (Hamburg) unter Mitarbeit eines Teams.

Hinweise:

1. Aus drucktechnischen Gründen mussten Zeichnungen verkleinert werden, sodass diese sowie Linien, Maßzahlen, grafische Symbole usw. nicht immer den angegebenen Maßstäben und Normengrößen entsprechen.
2. Normenauszüge werden mit Erlaubnis des DIN Deutsches Institut für Normung e.V. wiedergegeben. Maßgebend für das Anwenden der Normen ist deren Fassung mit dem neuesten Ausgabedatum, die bei der Beuth Verlag GmbH, Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin, erhältlich ist.
3. Sämtliche Zeichnungen dienen ausschließlich Lehr- und Lernzwecken. Es wird keine Gewähr für die Funktion und Haltbarkeit abgebildeter Baugruppen, Einzelteile und Maschinenelemente übernommen, die nach den Zeichnungen ggf. erstellt werden.

Verlagsredaktion: Rebecca Syme

Umschlaggestaltung: Knut Waisznor /Vitale Design

Layout und technische Umsetzung: Typeart, Grevenbroich /zweiband.media, Berlin

Technische Zeichnungen: Holger Stoldt, Düsseldorf /zweiband.media, Berlin /

PER Medien & Marketing, Braunschweig

Portrait des Herausgebers: Lukas Renz, Schorndorf

Informationen über Cornelsen Fachbücher und Zusatzangebote  
<http://www.cornelsen.de/berufskompetenz>

Für den Gebrauch an Schulen

38., überarbeitete und erweiterte Auflage, 2. Druck 2022

© 2022 Cornelsen Verlag GmbH, Berlin

Das Werk und seine Teile sind urheberrechtlich geschützt. Jede Nutzung in anderen als den gesetzlich zugelassenen Fällen bedarf der vorherigen schriftlichen Einwilligung des Verlages.

Hinweis zu §§ 60 a, 60 b UrhG: Weder das Werk noch seine Teile dürfen ohne eine solche Einwilligung an Schulen oder in Unterrichts- und Lehrmedien (§ 60 b Abs. 3 UrhG) vervielfältigt, insbesondere kopiert oder eingescannt, verbreitet oder in ein Netzwerk eingestellt oder sonst öffentlich zugänglich gemacht oder wiedergegeben werden. Dies gilt auch für Intranets von Schulen.

Druck: L.E.G.O. S.p.A., Vicenza

ISBN 978-3-06-452361-6



PEFC zertifiziert

Dieses Produkt stammt aus nachhaltig  
bewirtschafteten Wäldern und kontrollierten  
Quellen.

PEFC™  
PEFC/18-31-280

[www.pefc.de](http://www.pefc.de)



## Geleitwort zur 38. Auflage

Der „Hoischen/Fritz“ ist nahezu allen ein Begriff, die sich in einem metall- bzw. maschinenbautechnischen Bildungsgang qualifizieren. Als umfassendes Standardwerk wird der Band von Betrieben und Berufsschulen über die Meister- und Technikerschulen bis zum ingenieurwissenschaftlichen Studium eingesetzt. Er dient als Lehrbuch, Arbeitsbuch und Nachschlagewerk und dies auch in der Praxis.

Es ist das Verdienst von Prof. Dr.-Ing. Hans Hoischen, dieses hoch anerkannte und bewährte Standardwerk mehr als drei Jahrzehnte lang intensiv fachlich betreut und den Studierenden und der Fachwelt regelmäßig in aktuellen Auflagen an die Hand gegeben zu haben. Nach seinem Tod erfolgte die Betreuung der 30. bis 33. Auflage durch Univ.-Prof. Dr. Wilfried Hesser an der Helmut-Schmidt-Universität (Hamburg).

Ab der 34. Auflage (2014) liegt die Herausgabe bei Prof. Dr.-Ing. Andreas Fritz (Hochschule Esslingen, Fakultät Maschinen und Systeme). In dieser Auflage, wie auch in den darauffolgenden 35. Auflage, wurde der Grundaufbau des Werkes beibehalten und es erfolgten durchgängig systematische und sinnvolle didaktische Verbesserungen. Mehrere Kapitel wurden um Themen erweitert, die in der Praxis bedeutsam sind und Eingang in die Lehre gefunden haben. In der 36. und 37. Auflage erfolgte, neben der Aktualisierung, der fachliche Ausbau des Werkes aufgrund der vielfältigen neuen Möglichkeiten, die die geometrischen Produktspezifikation nach den aktuellen ISO Normen bietet, was sich in einem Zuwachs von insgesamt 36 Seiten widerspiegelte.

In der nun vorliegenden 38. Auflage erfolgte neben der Aktualisierung ein weiterer fachlicher Ausbau des Werkes, das nunmehr nochmal um 16 Seiten angewachsen ist. Insbesondere die Einführung der ISO 129-1 als neue Bemaßungsnorm erforderte eine umfassende Überarbeitung und Aktualisierung der entsprechenden Inhalte. Die Möglichkeiten, die die geometrische Tolerierung zur Verfügung stellt, wurden an vielen Stellen im Buch nochmals konkretisiert und erweitert (z. B. Form- und Lagetoleranzen nach ISO 1101, Anwendung von Materialbedingungen zur Toleranzoptimierung nach ISO 2692, Assoziation von Bezügen und Bezugssystemen nach ISO 5458). Neu aufgenommen wurden Möglichkeiten der Spezifikation von Übergängen nach ISO 21204 und die Spezifikation von Butzen nach DIN 6785. Im Anhang wurde ein Ausblick auf die angekündigte neue Norm der Allgemeintoleranz ISO 22081 aufgenommen, welche seit 2019 als Entwurf veröffentlicht ist und zukünftig die ISO 2768 ersetzen soll.

Der „Hoischen/Fritz“ präsentiert sich damit auf einem normenseitig und technisch aktuellen Stand und ist weiterhin dazu bestimmt, in Werkstatt, Klassenzimmer, Hörsaal oder Konstruktionsbüro als schnelles, verlässliches und auf das wesentliche konzentrierte Nachschlagewerk bereit zu liegen. Bestens ergänzt wird der „Hoischen/Fritz“ durch das angereicherte E-Book (Produktnummer 1100028066) sowie die 17. Auflage des begleitenden Arbeitsbuches „Praxis des Technischen Zeichnens Metall“ (ISBN 978-3-06-151042-8). Ein solchermaßen umfangreiches Buch wie der „Hoischen/Fritz“ ist zwangsläufig fehleranfällig. Wir sind deshalb für Hinweise und Verbesserungsvorschläge aus der Praxis dankbar (per Mail an [service@cornelsen.de](mailto:service@cornelsen.de)).

Esslingen/Berlin im Februar 2022

Prof. Dr.-Ing. Andreas Fritz und die Verlagsredaktion Berufliche Aus- und Weiterbildung

# Inhalt

<b>1</b>	<b>Einführung</b>	9
1.1	Bedeutung der technischen Zeichnung und der Zeichnungsnormen	9
1.2	Zeichengeräte für das manuelle Zeichnen	10
1.3	Zeichnungsdokumentation	12
1.3.1	<i>Mikroverfilmung von Zeichnungen</i>	13
1.3.2	<i>Digitale Zeichnungsspeicherung</i>	14
1.4	Rechnerunterstütztes Konstruieren, CAD	16
1.5	Begriffe für Zeichnungen, CAD-Modelle und Stücklisten	18
1.6	Formate, Maßstäbe, Faltung	20
1.7	Linienarten und ihre Anwendung	24
1.8	Schriften in technischen Zeichnungen	28
1.9	Anforderungen für die Mikroverfilmung technischer Zeichnungen	30
1.10	Geometrische Grundkonstruktionen	32
1.10.1	<i>Strecken, Winkel, Dreiecke und Kreise</i>	32
1.10.2	<i>Regelmäßige Vielecke in einem gegebenen Kreis</i>	35
1.10.3	<i>Kreisanschlüsse durch Kreisbogen</i>	37
<b>2</b>	<b>Normgerechtes Darstellen und Bemaßen der Grundkörper und einfacher Werkstücke, räumliches Vorstellen</b>	39
2.1	Grundregeln der Bemaßung	39
2.2	Darstellungsmöglichkeiten und Bemaßen der Grundkörper sowie einfacher Werkstücke und ihre Formerfassung	41
2.2.1	<i>Flache Werkstücke (Bleche)</i>	41
2.2.2	<i>Darstellen und Bemaßen prismatischer Werkstücke</i>	42
2.2.3	<i>Prismatische Werkstücke mit Abwicklungen</i>	49
2.3	Radien und Durchmesser	51
2.4	Zylinder	53
2.5	Vierseitige Pyramide	59
2.6	Kegel	60
2.7	Kugel	61
<b>3</b>	<b>Ansichten, Schnittdarstellungen, Gewinde, Oberflächenangaben, Lesen und Verstehen von Zeichnungen</b>	62
3.1	Grundlagen der Darstellung von Ansichten	62
3.1.1	<i>Anordnung der Ansichten und Darstellungsmethoden</i>	62
3.1.2	<i>Schnittdarstellung</i>	65
3.1.3	<i>Vereinfachte Darstellungen in Zeichnungen</i>	69
3.2	Gewindedarstellung	71
3.2.1	<i>Detaillierte Darstellung von Gewinden</i>	71
3.2.2	<i>Konventionelle Darstellung von Gewinden</i>	72
3.2.3	<i>Konstruktion der Fasenbögen</i>	73
3.2.4	<i>Schraubverbindungen nach ISO-Darstellung</i>	74
3.3	Lesen und Verstehen technischer Zeichnungen	76
3.4	Reihenfolge beim Anfertigen einer technischen Zeichnung	80
3.5	Technische Oberflächen	86
3.5.1	<i>Begriffe der Gestaltabweichungen</i>	86

3.5.2	Überblick Rauheitskenngrößen und -messung . . . . .	86
3.5.3	Messen und Beurteilen der Oberflächenrauigkeit . . . . .	88
3.5.4	Zeichnungsangabe der Oberflächenbeschaffenheit . . . . .	90
3.6	Rändeln . . . . .	95
3.7	Kanten mit unbestimmter Gestalt. . . . .	97
3.8	Warmbehandlungsangaben . . . . .	101
3.9	Zeichnungsangaben für Beschichtungen . . . . .	107
<b>4</b>	<b>Normgerechte Maßeintragung . . . . .</b>	<b>108</b>
4.1	Grundsätze der Maßeintragung . . . . .	108
4.1.1	Systeme der Maßeintragung . . . . .	108
4.1.2	Elemente der Bemaßung . . . . .	109
4.1.3	Anordnung der Bemaßung . . . . .	113
4.1.4	Bemaßung der Geometrieelemente Durchmesser . . . . .	114
4.1.5	Anordnung der Maße . . . . .	122
4.1.6	Frühere Praxis . . . . .	125
4.2	Angabe von Maßtoleranzen . . . . .	129
4.3	Kennzeichnungshinweise . . . . .	130
4.4.1	Einzelheiten . . . . .	131
4.4.2	Freistiche . . . . .	131
4.4.3	Zentrierbohrungen . . . . .	134
4.4.4	Butzen an Drehteilen. . . . .	135
4.5	Eintragen von Maßen für Kegel . . . . .	136
4.6	Vereinfachte Darstellung und Bemaßung von Löchern . . . . .	141
4.7	Zeichnungsvereinfachungen . . . . .	144
4.8	Kennzeichnung von Merkmalen in technischen Zeichnungen . . . . .	146
4.9	Spezifikation von Übergängen. . . . .	147
<b>5</b>	<b>Gesamtzeichnungen, Stücklisten, Schriftfelder . . . . .</b>	<b>150</b>
5.1	Gesamtzeichnungen und Gruppenzeichnungen . . . . .	150
5.2	Positionsnummern . . . . .	155
5.3	Schriftfelder. . . . .	157
5.4	Stücklisten . . . . .	160
5.5	Änderungs- und Ersatzvermerke . . . . .	166
5.6	Zeichnungs- und Stücklistensatz . . . . .	168
5.7	Informationsinhalt von technischen Zeichnungen und Stücklisten . . . . .	169
5.8	Sachnummernsystem . . . . .	170
<b>6</b>	<b>Geometrische Produktspezifikation, Grenzmaße, Toleranzen, Passungen und zugehöriges ISO-System . . . . .</b>	<b>171</b>
6.1	Geometrische Produktspezifikation . . . . .	171
6.2	Grundbegriffe zur Geometrischen Produktspezifikation . . . . .	175
6.3	Allgemeintoleranzen . . . . .	178
6.3.1	Allgemeintoleranzen für Längen- und Winkelmaße . . . . .	178
6.3.2	Allgemeintoleranzen für Form und Lage. . . . .	180
6.3.3	Allgemeintoleranzen und Bearbeitungszugaben an Gussrohteilen. . . . .	181
6.3.4	Toleranzregel . . . . .	183
6.4	System für Grenzmaße und Passungen . . . . .	183

6.4.1	Grundlagen	184
6.4.2	Bilden von Passungen durch Kombinieren von Toleranzklassen	188
6.4.3	Passsysteme der Einheitsbohrung und Einheitswelle	188
6.4.4	Passungsauswahl	192
6.4.5	Richtlinien für die Anwendung wichtiger Toleranzklassenkombinationen	193
6.4.6	Prüfen der Passmaße durch Grenzlehren	194
6.4.7	Übung zum Erkennen einer Passung	195
6.4.8	Toleranzen für den Einbau von Wälzlagern	196
6.5	Form- und Lagetoleranzen	198
6.6	Auswertungsbezogene Modifikatoren	213
6.7	Bezugsstellen und -systeme	216
6.8	Dimensionelle Tolerierung	219
6.9	Materialbedingungen	224
6.10	Berechnung der Positionstoleranz einer Schraubenverbindung	227
6.11	Tolerierungsgrundsätze	228
6.12	Prüfung von Werkstücken	231
6.13	Auswerteverfahren	233
<b>7</b>	<b>Darstellende Geometrie</b>	<b>234</b>
7.1	Konstruktion technischer Kurven	234
7.1.1	Ellipsenkonstruktionen	234
7.1.2	Korbbögen und Ovale	235
7.1.3	Parabelkonstruktionen	236
7.1.4	Hyperbelkonstruktionen	237
7.1.5	Konstruktion von Spiralen	239
7.1.6	Evolvente (Abwicklungslinie)	240
7.1.7	Zykloide (Radlinie)	240
7.1.8	Schraubenlinie, Schraubenfläche, Schraubengang	242
7.2	Projektionszeichnen (Dreitafelprojektion)	244
7.2.1	Projektion eines Punktes	245
7.2.2	Projektion von Strecken	245
7.2.3	Projektion von ebenen Flächen	249
7.2.4	Bestimmen von Durchstoßpunkten	250
7.2.5	Durchdringung von ebenen Flächen	253
7.2.6	Projektion von geneigten Körpern	254
7.3	Schnitte und Abwicklungen	255
7.3.1	Zylinderschnitte und Abwicklungen	256
7.3.2	Kegelschnitte und Abwicklungen	258
7.3.3	Abwicklung von Übergangskörpern nach dem Dreieckverfahren	263
7.3.4	Pyramidenschnitte und Abwicklungen	266
7.3.5	Kugelschnitte und Abwicklungen	267
7.3.6	Drehkörper	269
7.4	Durchdringungen und Abwicklungen	269
7.4.1	Durchdringungen und Abwicklungen von Prismen	269
7.4.2	Pyramidendurchdringungen und Abwicklungen	271
7.4.3	Zylinderdurchdringungen und Abwicklungen	273
7.4.4	Kegeldurchdringungen	278
7.4.5	Kugeldurchdringungen	280

7.4.6	Ringkörperdurchdringungen	281
7.5	Zweitafelprojektion	282
7.5.1	Projektion eines Punktes	282
7.5.2	Projektion einer Geraden	284
7.5.3	Darstellen einer Ebene durch ihre Spuren	286
7.5.4	Schiefe Schnitte an Grundkörpern	291
7.6	Axonometrische Darstellungen	297
<b>8</b>	<b>Normung</b>	<b>304</b>
8.1	Einführung	304
8.2	Normzahlen und Normzahlreihen	310
8.3	Normung in der Fertigungszeichnung	312
8.4	Werkstoffe	313
8.5	Maßnormen für Angaben in Stück- und Bestelllisten	324
8.6	Anschlussmaße	326
8.6.1	Gewinde (Auswahl)	326
8.6.2	Schlüsselweiten und Werkzeugvierkante	333
8.6.3	Senkungen, Durchgangs- und Kernbohrungen	335
8.6.4	Wellenenden	336
<b>9</b>	<b>Normteile und Maschinenelemente</b>	<b>337</b>
9.1	Schrauben und Muttern	337
9.2	Schraubensicherungen	345
9.3	Niete und Nietverbindungen	346
9.4	Stifte und Stiftverbindungen	348
9.5	Bolzen und Bolzenverbindungen	351
9.6	Sicherungen für Achsen und Wellen	352
9.7	Keile und Keilverbindungen	354
9.8	Passfedern	357
9.9	Profilwellenverbindungen	360
9.10	Stirnzahnverbindungen	365
9.11	Wälzlager	366
9.12	Gleitlager	370
9.13	Dichtungen	372
9.14	Zahnräder	375
9.15	Federn	387
9.16	Kupplungen	391
9.17	Keilriemen und Keilriemenscheiben	392
9.18	Bohrbuchsen	394
9.19	T-Nuten und Zubehör	395
<b>10</b>	<b>Fertigungsgerechtes Gestalten und Bemaßen</b>	<b>396</b>
10.1	Einteilung der Fertigungsverfahren	396
10.2	Gestalten und Bemaßen von Gussstücken	397
10.4	Schnitt-, Biege- und Ziehteile	404
10.4.1	Kaltbiegen von Flacherzeugnissen aus Stahl	405
10.4.2	Schnittqualität und Maßtoleranzen für thermische Schnitte	407

10.5	Bemaßungsrichtlinien für die Werkstückbearbeitung auf numerisch gesteuerten Maschinen . . . . .	408
10.6	Schweißgerechtes Bemaßen und Gestalten . . . . .	413
10.6.1	<i>Einteilung der Schweißverfahren, Stoßarten und Fugenformen</i> . . . . .	413
10.6.2	<i>Symbolische Darstellung von Schweiß- und Lötnähten</i> . . . . .	414
10.6.3	<i>Schweißgerechtes Gestalten</i> . . . . .	427
10.6.4	<i>Allgemeintoleranzen für Schweißkonstruktionen</i> . . . . .	429
10.7	Klebe-, Falz- und Druckfügeverbindungen . . . . .	432
10.8	Vereinfachte Darstellung von Verbindungselementen und Profilen im Metallbau . . . . .	433
10.8.1	<i>Maßeintragung</i> . . . . .	434
10.8.2	<i>Vereinfachte Angabe von Stäben und Profilen nach DIN ISO 5261</i> . . . . .	435
10.9	Rohrleitungsbau . . . . .	437
<b>11</b>	<b>Symbole, Schaltzeichen und Schaltpläne</b> . . . . .	441
11.1	Prinzipdarstellung mechanischer Gebilde . . . . .	441
11.2	Grafische Symbole der Fluidtechnik . . . . .	443
11.3	Grafische Symbole für Rohrleitungen . . . . .	447
11.4	Grafische Symbole für Wärmekraftanlagen . . . . .	449
11.5	Dokumente der Elektrotechnik . . . . .	451
11.6	Grundregeln für die Gestaltung von grafischen Symbolen in der technischen Produktdokumentation . . . . .	454
11.7	Proportionen und Abmessungen der grafischen Symbole . . . . .	455
<b>12</b>	<b>CAD/CAM</b> . . . . .	459
12.1	Rechnerunterstützung in der Konstruktion allgemein . . . . .	459
12.2	Rechnerunterstütztes Konstruieren und Zeichnen, CAD . . . . .	460
12.3	CAD-Datenmodelle . . . . .	462
12.4	CAD-Arbeitstechniken . . . . .	464
12.5	Kopplung CAD–CAM . . . . .	477
12.6	Rapid Prototyping . . . . .	478
<b>13</b>	<b>Gesamtbehandlungsbeispiele und Tests</b> . . . . .	479
13.1	Gesamtbehandlungsbeispiele . . . . .	479
13.1.1	<i>Gesamtbehandlung der Baugruppe Schneckengetriebe</i> . . . . .	479
13.1.2	<i>Gesamtbehandlung Stirnradgetriebe</i> . . . . .	484
13.1.3	<i>Gesamtbehandlungsbeispiele: Schrägsitzventil</i> . . . . .	487
13.1.4	<i>Gesamtbehandlungsbeispiele: Niederzugspanner</i> . . . . .	491
13.1.5	<i>Weitere Beispiele</i> . . . . .	494
13.2	Testaufgaben zum Selbsttesten und Vorbereiten auf Zwischen- und Abschlussprüfungen . . . . .	498
<b>Anhang</b>	. . . . .	522
	<i>Abkürzungen und Begriffe</i> . . . . .	522
	<i>Technische Zeichnungen nach amerikanischen ASME-Normen</i> . . . . .	530
	<i>Englisches Fachglossar</i> . . . . .	537
	<i>Stichwortverzeichnis</i> . . . . .	539
	<i>Bildquellen</i> . . . . .	548
	<i>Normenverzeichnis</i> . . . . .	548

# 1 Einführung

## 1.1 Bedeutung der technischen Zeichnung und der Zeichnungsnormen

Bei der konventionellen Auftragsabwicklung ist die technische Zeichnung als Informationsträger das Verständigungsmittel zwischen beteiligten Abteilungen. In der technischen Zeichnung ist das räumliche Werkstück durch senkrechte Parallelprojektion in den notwendigen Ansichten dargestellt. Die Bemaßung legt dabei die Form und Abmessungen des Werkstückes eindeutig fest. Ferner enthält die technische Zeichnung alle notwendigen Angaben über Maßtoleranzen, Oberflächengüten, Werkstoffe und Wärmebehandlungen, sodass das Werkstück ohne Rückfragen gefertigt werden kann.

Der Konstrukteur entwirft und zeichnet ein Werkstück als Einzelteil einer Maschine oder eines Gerätes nach den Gesichtspunkten der Funktion, Beanspruchung und günstigsten Herstellung. Danach wird in der Arbeitsvorbereitung anhand der technischen Zeichnung ein Fertigungsplan erstellt, der die nacheinander folgenden Arbeitsgänge enthält. Die Arbeitsvorbereitung erstellt auch alle weiteren Arbeitsunterlagen, z. B. die Programme für die Bearbeitung auf numerisch gesteuerten Werkzeugmaschinen. Anschließend wird die technische Zeichnung mit den Arbeitsunterlagen und dem bereitgestellten Werkstoff dem Facharbeiter an der Werkzeugmaschine zugeleitet. Dieser muss die Zeichnung einwandfrei lesen und die Form des Werkstückes klar erkennen, um Ausschuss zu vermeiden.

In der modernen Fertigung entwirft und zeichnet der Konstrukteur ein Werkstück mithilfe eines CAD-Systems auf dem Bildschirm. Dabei werden Zeichnungsdaten rechnerintern als Geometriemodell des Werkstücks abgespeichert. Mithilfe der EDV werden dann in der Arbeitsvorbereitung anhand der Geometrie- und Werkzeugdaten die Werkzeugverfahrwege festgelegt und das NC-Programm unter Berücksichtigung von Technologiedaten erstellt.

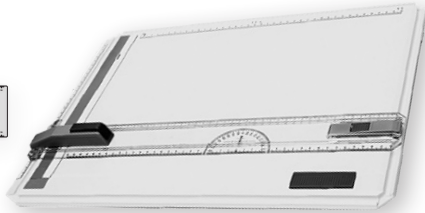
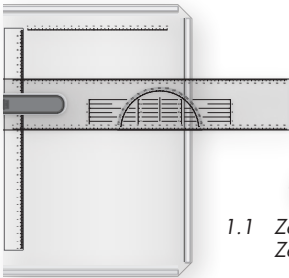
Sowohl beim manuellen als auch beim rechnergestützten Konstruieren und Zeichnen müssen die Regeln und Normen des technischen Zeichnens zugrunde gelegt werden, damit keine Unklarheiten oder Fehlinterpretationen bei technischen Zeichnungen auftreten können. Die vom Deutschen Institut für Normung (DIN) herausgegebenen Zeichnungsnormen berücksichtigen weitgehend die Normen und Empfehlungen der Internationalen Normenorganisationen ISO, z. B.

DIN 406-11	Maßeintragung
DIN ISO 128-30, -34, -40, -50	Allgemeine Grundlagen der Darstellung (Ansichten, Schnitte)
DIN ISO 5455	Maßstäbe
DIN ISO 5456-2	Projektionsmethoden
DIN EN ISO 128-20	Allgemeine Grundlagen der Darstellung (Linien)
DIN EN ISO 3098-2	Schriften
DIN EN ISO 5457	Formate und Gestaltung von Zeichnungsvordrucken
DIN EN ISO 1302	Angabe der Oberflächenbeschaffenheit in der technischen Produktdokumentation

Es sei erwähnt, dass technische Zeichnungen und Stücklisten die Grundlagen der technischen Produktdokumentation sind.

## 1.2 Zeichengeräte für das manuelle Zeichnen

1



1.1 Zeichenplatten A4 und A3 für das exakte technische Zeichnen in Schule, Büro und Werkstatt



Nachfüllbarer Feinminenhalter



Röhrchen-Tuschefüller zum normgerechten Zeichnen und Beschriften mit Tusche

Buchstaben kennzeichnen die Härtegrade von Minen:

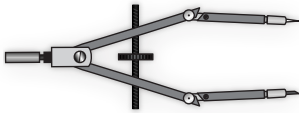
B = schwarz (weich)

H = hart

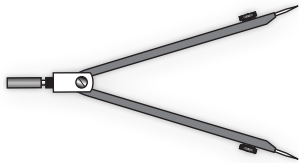
HB = hart, schwarz (mittelhart)

F = fest

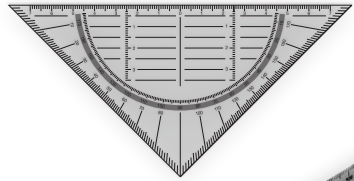
Ziffern verweisen auf feinere Abstufungen, B1 ... 4 und H1 ... 6.



Einsatzzirkel. Auf die richtige schräge Anspitzung und die gleichlange Einstellung der beiden Spitzen ist zu achten.



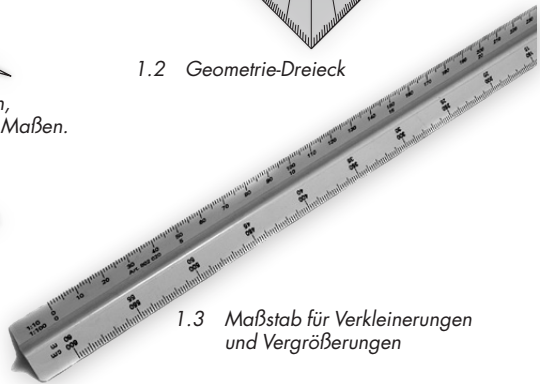
Stechzirkel dienen zum Abgreifen, Übertragen und Nachprüfen von Maßen.



1.2 Geometrie-Dreieck



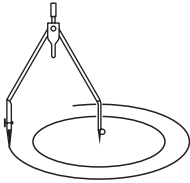
Fallnullzirkel für kleinste Kreise



1.3 Maßstab für Verkleinerungen und Vergrößerungen



**Tipp zum Zeichnen von Kreisen**



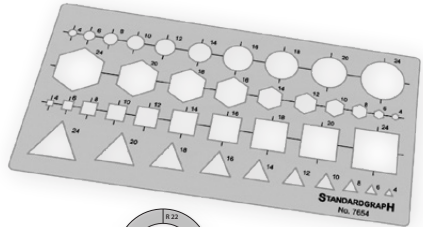
Der Zirkel wird nur in einer Drehrichtung geführt, wobei der Zirkelgriff nur mit Daumen und Zeigefinger anzufassen ist.

1.4 Die parallele Stellung der gelenkartigen Zirkelenden ist wichtig.

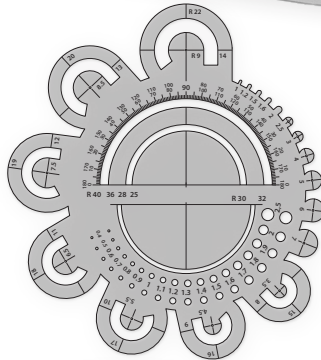
**Bewährte Zeichenhilfsmittel**

Schablonen erleichtern und rationalisieren das technische Zeichnen von Hand.

1.5 Combi-Schablone für geometrische Grundfiguren



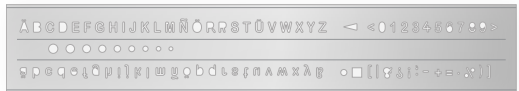
1.6 Radien- und Kreisschablone mit einseitigen Kreistangenten für Übergänge von Rundung und Gerade mit Winkelmesser und Oberflächenangaben



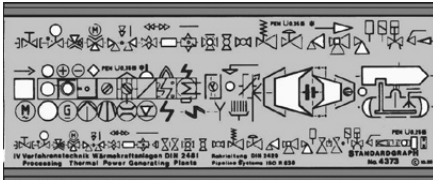
1.7 Kurvenlineale<sup>1)</sup> dienen zum Zeichnen von Krümmungen.



1.8 Schriftschablone für das manuelle Beschriften von Zeichnungen



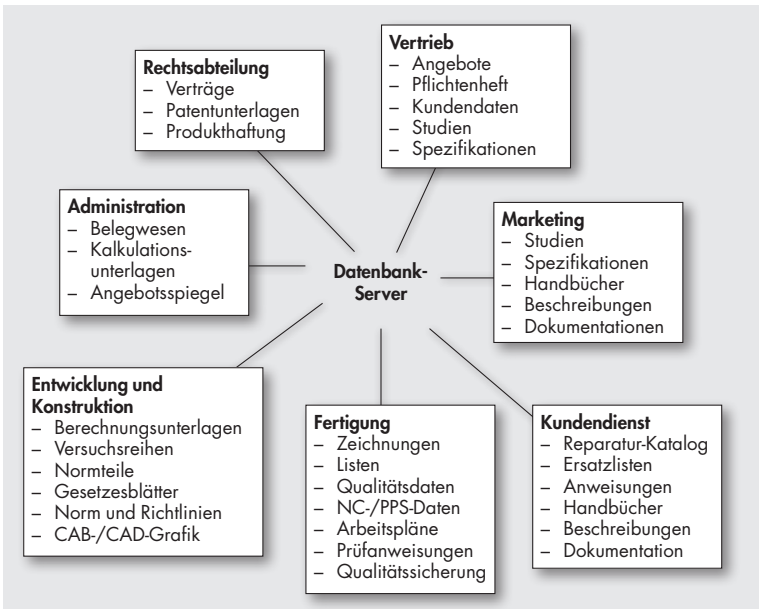
<sup>1)</sup> dargestellt ist ein „Burmester-Set“, bestehend aus drei „Burmester Schablonen“, welche Splines dritter Ordnung darstellen, benannt nach Ludwig Burmester, 1840–1927, dt. Mathematiker und Erfinder, Dresden.



- 1.9 Oberflächenangabenschablone nach DIN ISO 1302 mit zusätzlichen Symbolergänzungen für Werkstückkanten
- 1.10 Form- und Lagetoleranzschablone, wobei durch Parallelverschieben und Wenden Symbole aneinandergereiht werden können
- 1.11 Schablonen für Verfahrenstechnik, z. B. für Wärmekraftanlagen nach DIN 2481 und Rohrleitungen nach DIN 2429

### 1.3 Zeichnungsdokumentation

Archivierungssysteme werden heute insbesondere in Bibliotheken, im kaufmännischen, aber auch im technischen Bereich von Unternehmen eingesetzt.



1.12 Dokumententypen in verschiedenen Unternehmensbereichen

Wo Produkte entwickelt und konstruiert werden, benötigen zahlreiche Abteilungen des Unternehmens für ihre Arbeit einen direkten Zugriff auf Zeichnungen bzw. auf das Zeichnungsarchiv.

Traditionelle, d. h. analoge Zeichnungsarchive können den komplexen Anforderungen aus unterschiedlichen Abteilungen, wie z. B. Entwicklung, Konstruktion, Arbeitsvorbereitung, Disposition, Ersatzteilservice, Dokumentation und zentrale Vervielfältigung, nicht mehr gerecht werden. So haben digitale Archivierungssysteme mit Recherchefunktion und Ausgabesystem einen hohen Stellenwert für Unternehmen.

Die Archivierung von 100.000 bis 200.000 Zeichnungen in mittelständischen Unternehmen sind im Maschinenbau keine Seltenheit. Dabei sind technische Dokumentationen von Baugruppen, bestehend aus Konstruktionszeichnungen, Stücklisten und Bedienungsanleitungen usw., oft sehr umfangreich. Dies begründet den Übergang zu digitalen Dokumentenmanagement-Systemen in den 1980er- bzw. 1990er-Jahren.

### 1.3.1 Mikroverfilmung von Zeichnungen

Für die Langzeit-Datensicherung spielt neben der konventionellen Mikroverfilmung mit Zeichnungskameras auch die Ausgabe digitaler Daten auf Mikrofilm eine große Rolle. So werden zur Langzeitarchivierung CAD-Daten entweder auf Mikrofilm-Lochkarten oder Rollfilm ausgegeben.

Die Technologie herkömmlicher Geräte zur Mikrofilm-Rückvergrößerung wird aber in Zukunft nur bedingt zur Verfügung stehen. Mikrofilm-Archive sind jedoch in der Industrie weiterhin aktuell und sehr verbreitet. Lösungen für eine Rückvergrößerung von Mikrofilmen mit Mikrofilm-Scanner und -Plotter, die dem Stand der Reproduktion archivierter Dokumente entspricht, werden am Markt angeboten.

Moderne Mikrofilm-Scanner sind Geräte, mit denen sowohl 16-mm-Rollfilme als auch Planfilme und 35-mm-Mikrofilmkarten gescannt und ausgedruckt oder im digitalen Archiv gespeichert werden können.

Die **Vorteile der Mikrofilmspeicherung** als Langzeitspeicherung sind:

- zukunftsichere Speicherung, da von weiteren Technologien weitestgehend unabhängig,
- rechtlich anerkannt,
- fälschungssicherer Langzeitspeicher,
- scanfähig und damit offen für künftige digitale Systeme,
- qualitativ hochwertiger Massenspeicher,
- Haltbarkeit von ca. 100 Jahren, bei chemischer Behandlung bis 800 Jahren.

Der technologische Wandel der letzten Jahrzehnte änderte den Einsatz der Mikrofilmkarte bzw. für den Rollfilm speziell hin zum Medium der Langzeitsicherung und zum Scannen für den digitalen Bereich.

Heute werden Mikrofilm-Archive als Teil des Dokumentenmanagement-Systems verstanden.

1



1.13 Rollfilmscanner (Zeitschel)

1.14 Rollfilm mit Mikroaufnahmen

### 1.3.2 Digitale Zeichnungsspeicherung

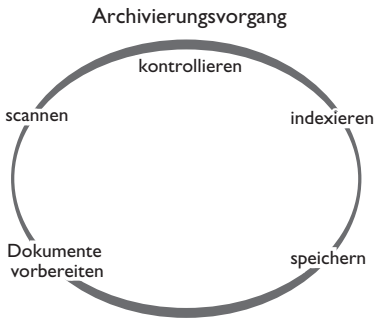
Unternehmen setzen hierfür verstärkt elektronische Archivierungssysteme zur Dokumentation von technischen Zeichnungen im Entwicklungs- und Konstruktionsbereich ein.

Das Thema der elektronischen Archivierung hat mit der Einführung der CAD-Technologie seit den 1980er- und 1990er-Jahren in den technischen Bereichen ganz erheblich an Bedeutung gewonnen.

Insbesondere in Bereichen wie Entwicklung und Konstruktion sind Fragen der Archivierung von Zeichnungen unterschiedlicher Formate, aber auch Fragen des Wiederauffindens, d. h. einen schnellen Zugriff zu gewährleisten, von hoher Brisanz.

Auf den Maschinenbau bezogen, werden in der Zeichnungsverwaltung der Unternehmen tausende von Zeichnungen dokumentiert. Hiervon sind ein großer Anteil so genannte Wiederholteile, auf die die Konstrukteure schnell und zielsicher zugreifen müssen, um kundenspezifische Produktvarianten zu bearbeiten. Der schnelle Zugriff auf ein Zeichnungsarchiv ist daher Voraussetzung für eine effiziente Anfertigung neuer Zeichnungen.

Ein traditionelles Vorgehen, bestehend aus der manuellen Zusammenstellung der Zeichnungen in einer Zeichnungsablage, der Vervielfältigung und dem Wiedereinsortieren in die Ablage, kann als nicht mehr zeitgemäß angesehen werden.



1.15 Allgemeines Konzept eines Dokumentenmanagement-Systems

In der Entwicklung und Konstruktion sind große Teile des Arbeitsprozesses vollständig digitalisiert. Lediglich Altbestände – nicht selten tausende von Zeichnungen – behindern ein modernes Dokumentenmanagement bzw. einen geregelten Informationsfluss (Workflow). Ziel vieler Unternehmen ist es daher, das analoge Zeichnungsarchiv zu digitalisieren, um damit den gesamten internen Prozess über das Zusammenstellen, Plotten, Vervielfältigen, Verwalten, Archivieren und insbesondere Recherchieren von Zeichnungen effektiver und kostengünstiger zu gestalten.

Die **Vorteile einer digitalen Speicherung** sind:

- schneller und komfortabler Zugriff auf die gespeicherte Zeichnungsinformation,
- einfache Distribution von Zeichnungssätzen in die verschiedenen Abteilungen des Unternehmens,
- Einbindung in leistungsstarke Workflow-Systeme,
- hohe Produktivität durch vollautomatisierten Online-Zugriff.

Jede Zeichnung ist mit einer eindeutigen Identnummer versehen. Von den unterschiedlichen Abteilungen kann auf das Archiv direkt zugegriffen werden. Durch die Eingabe der Identnummer kann von jedem Mitarbeiter an seinem Arbeitsplatz die Zeichnung in dem gewünschten Format ausgeplottet werden.

Der Zeichnungssatz einer Baugruppe umfasst bis zu 400 Einzelteilzeichnungen.

Die im CAD-System erarbeiteten Zeichnungen werden über eine Schnittstelle z. B. in ein TIFF- oder PDF-Format konvertiert und an das Archivierungssystem weitergeleitet.

Der Prozess der Datenübertragung von CAD-Zeichnungen kann wie folgt kurz beschrieben werden:

Der Konstrukteur gibt die Zeichnung frei, in der Zeichnungskontrolle wird auf die auf einem separaten Server gespeicherte Zeichnung zugegriffen und diese geprüft. Anschließend wird die Zeichnung automatisch konvertiert und per Filetransfer im Archiv zur Verfügung gestellt. Bei diesem Prozess werden die beschreibenden Daten der Zeichnung (Meta-Daten) mit übertragen, mit den Zeichnungsdaten verknüpft und im Archiv gespeichert.

Dokumentenmanagement-Systeme haben eine Schlüsselrolle in der Informationsbearbeitung und -verarbeitung in modernen Kommunikationssystemen und damit eine hohe Bedeutung im Wertschöpfungsprozess von Unternehmen.

## 1.4 Rechnerunterstütztes Konstruieren, CAD

Die Konstruktions- und Zeichnungsarbeit wird heute fast ausschließlich rechnerunterstützt durchgeführt. Dabei kommen sowohl 2-D-Systeme (zeichnungsorientiertes Prinzip) als auch 3-D-Systeme (werkstückorientiertes Prinzip) zum Einsatz (mit steigender Tendenz zur 3-D-Anwendung).

Die dafür einzusetzende **Hardware** unterscheidet sich kaum noch von derjenigen üblicher Büroarbeitsplätze, lediglich die Anforderungen hinsichtlich der Grafikleistung, der Größe und Auflösung des Bildschirms und des Ausgabeformats des Druckers oder Plotters überschreiten die übliche PC-Ausstattung.

Die **Archivierung** der insbesondere bei 3-D-Anwendungen sehr großen Datenmengen erfolgt auf zentralen Plattensystemen, auf Magnetbändern oder optischen Speichermedien.

Die Eingabe der **Geometriedaten** wird in der Regel mit Hilfe von Menüfeldern durchgeführt, die am Rand des Bildschirms angeordnet sind, sowie durch Maus und Tastatur. Wesentliche Zeitersparnis ist durch die Verwendung von Bibliotheken (Norm- und Wiederholteile, Makros und Features) zu erreichen.

Anhand der eingegebenen Geometriedaten werden die Bauteile oder Zeichnungen auf dem grafischen Bildschirm dargestellt oder über einen Drucker (Plotter) ausgegeben. Die Geometriedaten sind in der Regel Teil eines Produktmodells, welches als Basis für vielfältige EDV-gestützte Anwendungen im Entwicklungs- und Produktionsprozess dient.

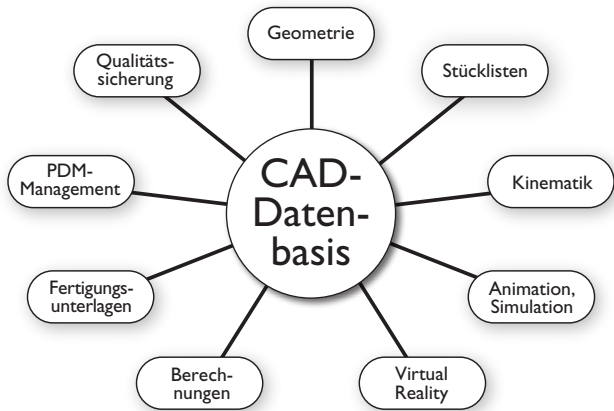
Bauteile oder -gruppen können mithilfe entsprechender Programme nachgerechnet werden. Die Netzgenerierung für den Einsatz numerischer Verfahren wie FEM (Finite-Elemente-Methode) oder BEM (Boundary-Element-Methode) erfolgt auf der Basis der abgelegten Geometrie.

Die **CAD-Daten** sind die Grundlage bei der Erstellung von Arbeitsplänen und NC-Steuerprogrammen für die numerisch gesteuerten Bearbeitungsmaschinen. In der Produktionsplanung und -steuerung werden die Konstruktionsstücklisten und Arbeitspläne für die Planung, Steuerung und Überwachung der Fertigung verwendet.

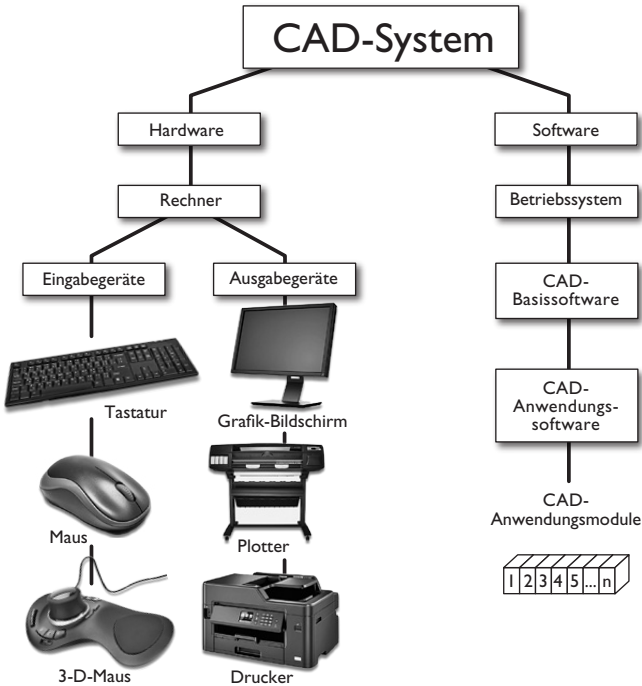
Die Generierung von Bewegungsabläufen für Montage- und Schweißoperationen wird durch Rückgriff auf die Geometriedaten des Bauteils bzw. der vollständigen Anlage wesentlich vereinfacht.

Weiterhin sind CAD-Daten die Basis für die **Simulation** der Funktion von Bauteilen und Geräten, für Kollisionsanalysen, für die Verwendung digitaler Versuchsmo-  
delle anstelle von realen Modellen – Digital Mock Up (DMU) genannt – und den Einsatz bei Verfahren der Virtuellen Realität (Virtual Reality, VR).

Für die Erstellung von technischen **Dokumentationen**, den dazugehörigen Abbildungen, grafischen und fotorealistischen Darstellungen sowie Explosionsschaubildern werden ebenfalls die CAD-Daten verwendet.



1.16



1.17

## 1.5 Begriffe für Zeichnungen, CAD-Modelle und Stücklisten

DIN 199-1<sup>1)</sup> erläutert in alphabetischer Reihenfolge die wichtigsten Begriffe.

<b>Anordnungszeichnung</b>	stellt die räumliche Lage von Gegenständen zueinander dar
<b>CAD-Modell</b>	ein strukturierter CAD-Datenbestand, der in physische Teile und in dargestellte Objekte gegliedert ist, z. B. ein Gebäude, ein mechanisches Gerät
<b>CAD-Plot</b>	ist eine Ausgabe von einer CAD-Zeichnung oder eines Teils auf einem Zeichnungsträger
<b>CAD-Zeichnung</b>	ist eine durch ein Rechnerprogramm erzeugte Zeichnung, die auf einem Plotter, Drucker oder Bildschirm dargestellt wird
<b>Computer Aided Design (CAD)</b>	bedeutet Entwerfen von Bauteilen und Konstruieren durch Rechnerunterstützung
<b>Diagramm</b>	zeigt Zahlenwerte oder funktionale Zusammenhänge in einem Koordinatensystem
<b>Einzelteilzeichnung</b>	enthält ein Einzelteil ohne die räumliche Zuordnung zu anderen Teilen
<b>Ergänzungszeichnung</b>	zeigt Einzelheiten von Gegenständen, auf die in anderen Zeichnungen Bezug genommen wird
<b>Fertigungszeichnung</b>	enthält die Darstellung eines Teiles mit Angaben für die Fertigung
<b>Gesamtzeichnung/ Gruppenzeichnung</b>	zeigt eine Gruppe von Teilen vollständig dargestellt oder z. B. ein Bauwerk, eine Anlage oder Maschine
<b>Konstruktionszeichnung</b>	stellt einen Gegenstand in seinem vorgesehenen Endzustand dar
<b>Maßzeichnung</b>	(früher Maßbild) enthält für ein Teil nur die für den jeweiligen Anwendungsfall wesentlichen Maße und Informationen
<b>Originalzeichnung</b>	zeigt eine Zeichnung mit verbindlichem Informationsinhalt
<b>Patentzeichnung</b>	entspricht in ihrem formalen Aufbau und in ihrer zeichnerischen Darstellung den Vorschriften der „Verordnung über die Anmeldung von Patenten“
<b>Skizze</b>	ist eine nicht unbedingt maßstäbliche, vorwiegend freihändig erstellte Zeichnung und unterliegt keiner Freigabe und keinem Änderungsdienst
<b>Standardzeichnung</b>	muss durch Hinzufügen oder Verändern bestimmter vorgesehener Daten dem jeweiligen Anwendungsfall angepasst werden
<b>Technische Zeichnung</b>	ist eine Zeichnung in der für technische Zwecke erforderlichen Art und Vollständigkeit, z. B. durch Einhalten von Darstellungsregeln und Maßeintragungen

<sup>1)</sup> zurückgezogen 2015-01



**Vordruckzeichnung** ist eine reproduzierbare Standardzeichnung  
**Zeichnung** enthält eine aus Linien bestehende bildliche Darstellung  
**Zeichnungsatz** ist die Gesamtheit aller Zeichnungen, die zur vollständigen Darstellung eines Gegenstandes erforderlich sind

**Zusammenbau-Zeichnung** dient zur Erläuterung von Zusammenbauvorgängen

## **Begriffe für Stücklisten**

**Baukasten-Stückliste** eine Stückliste, in der alle Teile und Gruppen der nächsttieferen Stufe aufgeführt sind

**Bereitstellungsliste** eine Liste der Gegenstände, die zur Verfügung stehen müssen, mit der Angabe der Mengen sowie der liefernden und empfangenden Stelle

**Betriebsstoff** Stoff, der in dem Gegenstand nicht enthalten ist, aber zur Herstellung notwendig ist, z. B. Reinigungsmittel, Bohrwasser usw.

**Einzelteil** ist ein Teil, welches nicht zerlegt werden kann, ohne zerstört zu werden

**Ersatzteil-Liste** diese Liste enthält Informationen über Ersatzteile für einen Gegenstand

**Fertigteil** ist ein Teil (Gegenstand) in funktions- oder einbaufertigem Zustand

**Grund-Stückliste** ist eine Stückliste, die für die Grundauführung eines Gegenstandes erstellt wird

**Gruppe** kann aus zwei oder mehr Einzelteilen bestehen oder in sich geschlossen (montiert) sein

**Halbzeug** ist ein Erzeugnis, das durch Stranggießen mit anschließender Bearbeitung, wie z. B. Walzen oder Schmieden, zu Blöcken gearbeitet wird und für die Umformung zu Flach- oder Langerzeugnissen oder für die Herstellung warmgeformter Schmiedestücke bestimmt ist

**Konstruktionsstückliste** wird erstellt für den Konstruktionsbereich im Zusammenhang mit den zugehörigen Zeichnungen

**Positionsnummer** ist das Bindeglied zwischen der Stückliste und der Zeichnung; diese Nummer wird in der Darstellung als ordnendes Merkmal und in der Stückliste aufgeführt

**Struktur-Stückliste** zeigt den Zusammenbaufluss von der niedrigsten Stufe mit allen Gruppen und Teilen

**Stückliste** ist ein Verzeichnis, das für den jeweiligen Zweck für einen Gegenstand aufgebaut wird

**Varianten-Stückliste** auf einem Vordruck zusammengefasste Stücklisten, die verschiedene Gegenstände mit einem hohen Anteil identischer Bestandteile auführen

## 1.6 Formate, Maßstäbe, Faltung

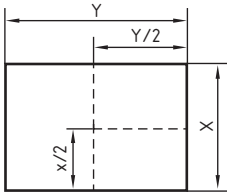
### Papier-Endformate nach DIN EN ISO 216

Das **Formatsystem** ist nach drei Grundsätzen aufgebaut:

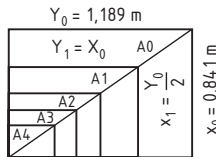
1. **Formatentwicklung durch Hälften:** Die Formate lassen sich durch fortgesetztes Hälften des Ausgangsformats entwickeln, 1.18. Die Flächen zweier aufeinanderfolgender Formate verhalten sich wie 2:1.
2. **Ähnlichkeit der Formate (1.19):** Die Seiten  $X$  und  $Y$  der Formate verhalten sich zueinander wie die Seite eines Quadrates zu dessen Diagonale. Für die Seiten eines Formates gilt die Gleichung  $Y : X = \sqrt{2} : 1 = 1,414, 1.20$ .
3. **Metrische Formatordnung:** Die Formate basieren auf dem metrischen Maßsystem. Die Fläche des Ausgangsformats der A-Reihe (A0) ist gleich der metrischen Flächeneinheit, d. h.  $X_0 \cdot Y_0 = 1 \text{ m}^2$ .

Die beiden Bestimmungsgleichungen  $X_0 \cdot Y_0 = 1$  und  $X_0 : Y_0 = 1 : \sqrt{2}$  ergeben als Lösungen die Seitenlängen des Ausgangsformats A0:  $X_0 = 0,841 \text{ m}$  und  $Y_0 = 1.189 \text{ m}$ .

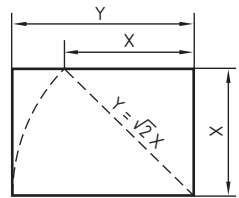
Die A-Reihe erhält man durch abwechselndes Halbieren der beiden Seitenlängen des Ausgangsformats A0, vgl. Tab. S.21.



1.18 Hälftungsgesetz



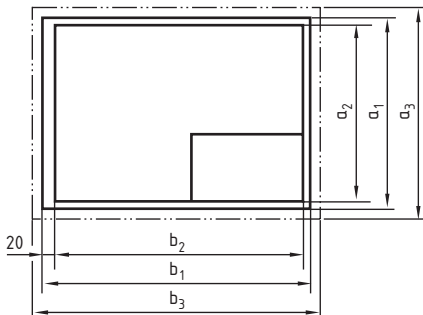
1.19 Ähnlichkeitssatz



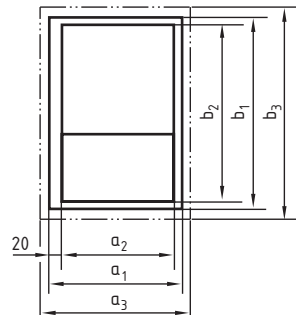
1.20 Prinzip der Proportionalität

### Formate und Gestaltung von Zeichnungsvordrucken

DIN EN ISO 5457 legt Formate und Gestaltung von Zeichnungsvordrucken für manuell und rechnerunterstützt erstellte Zeichnungen fest.



1.21 Formate A0 bis A3



1.22 Format A4

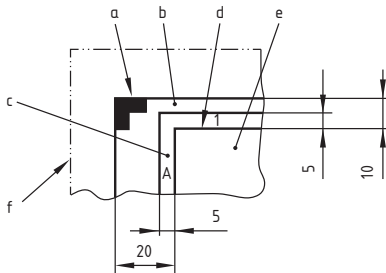
## Formate der ISO-A-Reihe für beschnittene und unbeschnittene Bögen und der Zeichenfläche

Maße in mm

Bezeichnung	siehe Bild	beschnitten (T)		Zeichenfläche		unbeschnitten (U)	
		a <sub>1</sub>	b <sub>1</sub>	a <sub>2</sub>	b <sub>2</sub>	a <sub>3</sub>	b <sub>3</sub>
A0	1.21	841	1189	821	1159	880	1230
A1	1.21	594	841	574	811	625	880
A2	1.21	420	594	400	564	450	625
A3	1.21	297	420	277	390	330	450
A4	1.21/2	210	297	180	277	240	330
Grenzabmaße		siehe ISO 216		± 0,5		± 2	

Streifenformate sind Sonderformate für bestimmte Anwendungen, z. B. im Schiffbau.

Nach ISO 5457 müssen bei allen Formaten Ränder, die von den Kanten des beschnittenen Bogens umschlossen sind und der Rahmen, der die Zeichenfläche begrenzt, vorgesehen werden. Der Rahmen zur Begrenzung der Zeichenfläche muss mit einer Volllinie der Breite 0,7 mm ausgeführt werden und es sind. An allen vier Ecken sind Schneidemarkierungen anzubringen. 1.23 zeigt einen Rand mit den grafischen Elementen.



### Legende:

- a Schneidemarkierung
- b beschnittenes Format
- c Feldeinteilungs-Rand
- d Rahmen der Zeichenfläche
- e Zeichenfläche
- f unbeschnittenes Format

### 1.23 Rand und Rahmen

Um die Anordnung der Zeichnung bei Vervielfältigung oder Mikroverfilmung zu erleichtern, müssen vier Mittenmarkierungen vorhanden sein. Die Bögen müssen zum leichteren Auffinden von Einzelheiten, Zusätzen, Änderungen usw. auf der Zeichnung in Felder unterteilt werden. Ein Beispiel für ein Zeichnungsvordruck Format A3 ist im Anhang auf Seite 512 gezeigt.

## Maßstäbe für technische Zeichnungen nach DIN ISO 5455

Die Norm ISO 5455 gilt für Maßstäbe und deren Angabe in technischen Zeichnungen für alle Gebiete der Technik. Der Maßstab ist das Verhältnis der in einer Originalzeichnung dargestellten linearen Maße eines Bereiches zur wirklichen Abmessung desselben Bereiches eines Gegenstandes. Es gibt folgende Maßstäbe:

**Natürlicher Maßstab** mit dem Verhältnis 1 : 1

**Vergrößerungsmaßstab** mit dem Verhältnis größer als 1 : 1  
(er wird größer, wenn sein Verhältniswert zunimmt)

**Verkleinerungsmaßstab** mit dem Verhältnis kleiner als 1 : 1  
(er wird kleiner, wenn sein Verhältniswert abnimmt)

### Zeichnungseintragung

Die vollständige Angabe eines Maßstabes besteht aus dem Wort „SCALE“, in Deutschland aus dem Wort „Maßstab“, sowie aus dem Maßstabsverhältnis:

Maßstab 1 : 1 für den natürlichen Maßstab

Maßstab X : 1 für den Vergrößerungsmaßstab

Maßstab 1 : X für den Verkleinerungsmaßstab

Der in der Zeichnung angewendete Maßstab ist im Schriftfeld mit den Begriff Maßstab anzugeben. Wenn mehr als ein Maßstab in einer Zeichnung benötigt wird, soll der Hauptmaßstab in das Schriftfeld und alle anderen Maßstäbe in der Nähe der Kennungen der im anderem Maßstab dargestellten Positionsnummern, Ansichten, Einzelheiten oder Schnitte geschrieben werden. Dabei wird nur das Maßstabsverhältnis angegeben, z. B. X 10 : 1 oder A-A 5 : 1. Die folgende Tabelle zeigt empfohlene Maßstäbe.

Kategorie	Empfohlene Maßstäbe		
Vergrößerungsmaßstäbe	50 : 1 5 : 1	20 : 1 2 : 1	10 : 1
Natürlicher Maßstab			<b>1 : 1</b>
Verkleinerungsmaßstäbe	1 : 2 1 : 20 1 : 200 1 : 2000	1 : 5 1 : 50 1 : 500 1 : 5000	1 : 10 1 : 100 1 : 1000 1 : 10 000

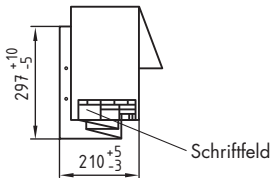
Der Maßstab, der für eine Zeichnung gewählt wird, hängt von der Komplexität des darzustellenden Gegenstandes und vom Zweck der Darstellung ab. In allen Fällen soll der gewählte Maßstab so groß sein, dass die dargestellte Information leicht und klar zu erkennen ist. Durch den Maßstab und die Größe des Gegenstandes wird die Größe des Zeichnungsformates bestimmt.

Es wird empfohlen zu einer Darstellung eines kleinen Gegenstandes mit großem Maßstab zur Information eine Darstellung im natürlichen Maßstab hinzuzufügen. In diesem Falle darf der Gegenstand in natürlicher Größe ausschließlich durch seinen Umriss vereinfacht dargestellt werden.

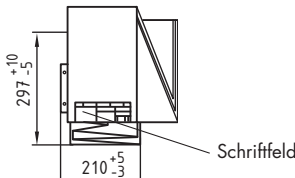
## Faltung auf Ablageformate nach DIN 824

Diese Norm gilt für das Falten von Vervielfältigungen technischer Zeichnungen, um das Ablegen des Faltguts in Schriftgutbehälter nach DIN 821-1, wie Akten-  
deckel, Hefter und Mappen, sicherzustellen.

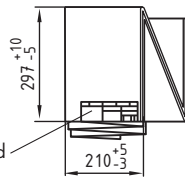
Für das Ablageformat gelten die Maße und zulässigen Abweichungen nach den Bildern 1.23 ... 1.25.



1.24 Form A  
Faltung DIN 824-A



1.25 Form B  
Faltung DIN 824-B



1.26 Form C  
Faltung DIN 824-C

Handfaltung entsprechend Form A für Ablage mit gelochtem Hefttrand

Faltungsschema	Erst längs falten, dann quer falten
<p>A0: 841 x 1189</p>	
<p>A1: 594 x 841</p>	
<p>A2: 420 x 594</p>	
<p>A3: 297 x 420</p>	

Es gibt auch eine Handfaltung entsprechend Form C für Ablage ohne Heftung. 1.27

Das Schriftfeld muss auf der Deckseite des Faltblatts in Leserichtung und in der unteren rechten Ecke liegen.

## 1.7 Linienarten und ihre Anwendung

DIN EN ISO 128-20 enthält allgemein gültige Regeln für die Ausführung von Linien in der technischen Produktdokumentation.

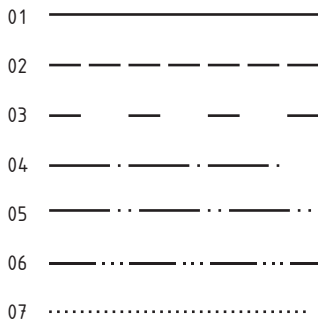
Anwendungsregeln in Zeichnungen verschiedener technischer Bereiche werden in entsprechenden Teilen von DIN ISO 128 festgelegt, z. B. für die technische Mechanik Teil 24.

Linienarten werden durch Kennzahlen gekennzeichnet und hierbei entspricht der erste Teil der Nummern denen der Grundarten von Linien nach Bild 1.28.

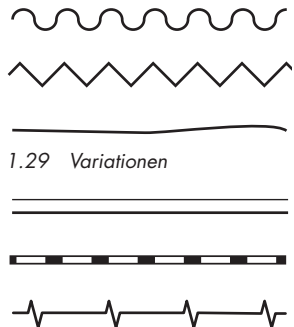
### Linien, Grundregeln nach DIN EN ISO 128-20

Eine Linie ist ein geometrisches Gestaltungselement mit einer Länge  $> 0,5 \times$  Linienbreite, das einen Anfangspunkt mit einem Endpunkt in beliebiger Weise verbindet, z. B. gerade oder kurvenförmig, ohne oder mit Unterbrechungen.

Linienarten werden in Grundarten nach 1.28, Variationen der Grundarten, z. B. 1.29, und Kombinationen von Linien gleicher Länge unterschieden, 1.30.



1.28 Grundarten (Auswahl)



1.29 Variationen

1.30 Kombinationen

### Linienmaße/Linienbreite

Die Breite  $d$  aller Linienarten ist in Abhängigkeit von der Art und Größe aus der folgenden Reihe auszuwählen, die im Verhältnis  $1 : \sqrt{2}$  ( $1 : 1,4$ ) gestuft ist: 0,13 mm, 0,18 mm, 0,25 mm, 0,5 mm, 0,7 mm, 1,4 mm, 2 mm.

Das Verhältnis der Breiten von sehr breiten, breiten und schmalen Linien ist  $4 : 2 : 1$ .

#### Normenhinweis

DIN EN ISO 128-20  
DIN EN ISO 128-21  
DIN ISO 128-22  
DIN ISO 128-24

Grundlagen der Darstellung von Linien  
Ausführung von Linien mit CAD-Systemen  
Hinweis- und Bezugslinien  
Linien in Zeichnungen der mechanischen Technik