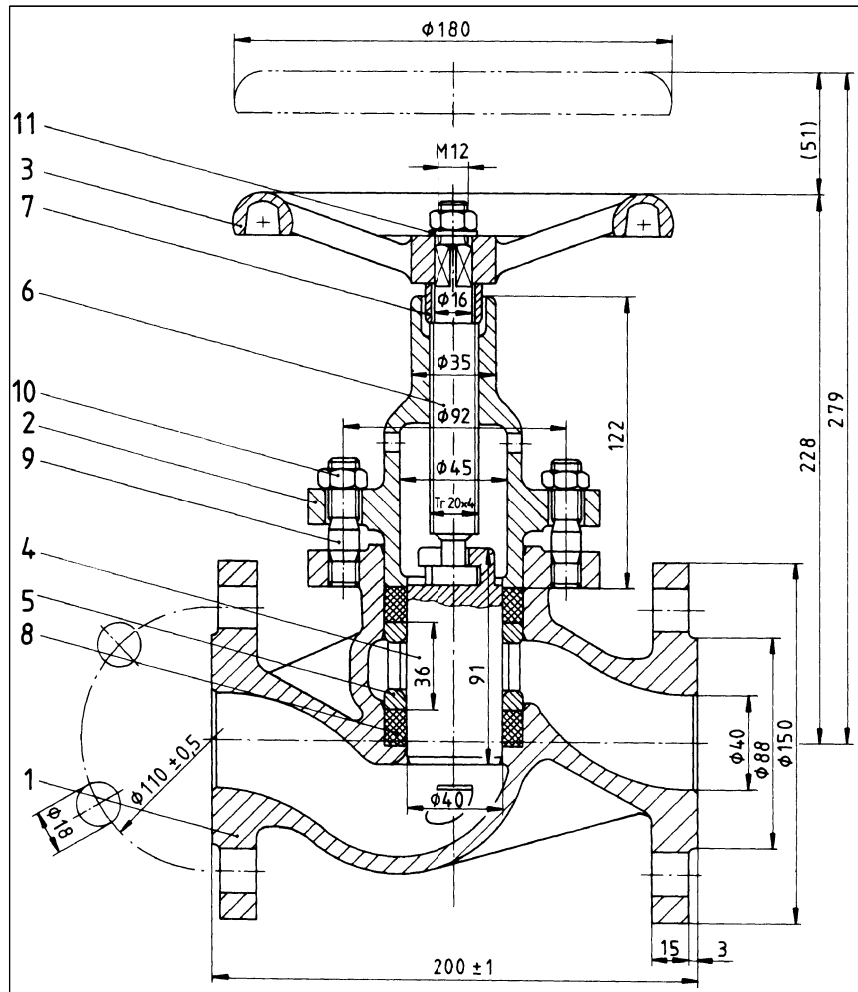




In den ersten Semesterwochen findet für Studierende ohne technische Vorbildung eine Einführungsvorlesung zu TZ statt. Dieses Skriptum enthält die Folien, die während dieser Vorlesung gezeigt werden. Es zeigt den gesamten Stoffumfang in zahlreichen Beispielen, enthält aber keine Maßtabellen. Zusätzlich wird daher ein Nachschlagewerk für Normen empfohlen (z.B. Tabellenbuch Metall oder Hoischen).

• Prof. Dr.-Ing. Manfred Anzinger

Inhaltsverzeichnis

- 1 Merkblatt zu den Hausaufgaben
- 2 Einführung in das Fach "Technisches Zeichnen"
- 3 Zeichenbogen, Linienarten, Beschriftung
- 4 Darstellung in Ansichten und Schnitten
- 5 Bemaßung
- 6 Toleranzangaben
- 7 Oberflächenangaben
- 8 Werkstoff und Wärmebehandlung
- 9 Darstellung einfacher Bauelemente
- 10 Gruppen- und Gesamtzeichnung, Stückliste
- 11 Räumliche Darstellungen und Abwicklungen

Hochschule München, FK09	Technisches Zeichnen Merkblatt zu den Hausaufgaben	Seite 1.1
-----------------------------	---	-----------

Die Bewertung im Fach "Technisches Zeichnen" ergibt sich aus 3 Hausaufgaben mit steigendem Schwierigkeitsgrad und Umfang und einer Hörsaalübung am Ende des Semesters. Die Hausaufgaben und die prakt. Prüfung müssen getrennt bestanden werden.

Erforderliches Zeichengerät

Kunststoff-Zeichenplatte (ausreichend für DIN A3) mit Reißschiene, Zeichenmaschine (Winkelkopf) oder 2 große Geodreiecke, guter Zirkel, Kreisschablone, 2 Bleistifte (für unterschiedliche Strichstärken), Radiergummi.

Norm-Nachschlagewerk

Ein Nachschlagewerk mit Normtabellen ist ebenfalls unbedingt erforderlich, z.B.:
Hörschen, Hesser: Technisches Zeichnen
Tabellenbuch Metall
Klein: Einführung in die DIN-Nomen (schwer und teuer, aber sehr umfangreich)

Vortestate

Nach der Vorstellung der Übungsaufgaben sind bis zum darauffolgenden Termin vollständige Bleistiftzeichnungen mit Zirkel und Lineal auf weißem "Skizzenpapier" DIN A3 (kein Transparentpapier!) anzufertigen, die dann in der Gruppe besprochen werden. Jedes Blatt ist zum Vortest persönlich vorzulegen!
Ungenügend bearbeitete oder verspätet vorgelegte Arbeiten werden nicht vortestiert.

Abgabebezeichnung

Die Abgabe der Hausaufgaben erfolgt in Bleistift auf weißem Zeichenkarton (wahlweise in Tusche auf transparentem Zeichenbogen) DIN A3 mit Schriftkopf. Auf gleichmäßige Strichstärken und deutliche Unterscheidung von schmalen (0,25 mm) und breiten (0,5 mm) Linien ist besonders zu achten. Die Beschriftung erfolgt sauber frei Hand in Anlehnung an die Normschrift, evtl. auch mit Schriftschablone (Schriftgröße 3,5mm). Im Schriftfeld sind auszufüllen: Datum der Fertigstellung, Name (lesbar), Bezeichnung der Aufgabe.

Die fertig bearbeitete Zeichnung ist termingerecht abzugeben. Zu spät abgegebene Hausaufgaben werden mit 0 Punkten bewertet. Die bewertete Rückgabe (max. erreichbar: 3, 5, bzw. 7 Punkte) erfolgt möglichst innerhalb 2 Wochen.

Hörsaalübung / Prakt. Prüfung

Am Ende der Vorlesungszeit, noch vor Beginn des offiziellen Prüfungszeitraums, findet eine "praktische Prüfung" statt, deren Ort und Termin rechtzeitig bekannt gegeben werden. Dabei müssen mehrere kurze Aufgaben bearbeitet werden, Unterlagen sind nicht zulässig. Dazu mitzubringen sind Bleistifte, Radiergummi, Zirkel, Lineale.

Hochschule München FK09	Technisches Zeichnen Einführung	Seite 2.2
----------------------------	------------------------------------	-----------

Nationale Normen existieren in nahezu jedem Land, einige Beispiele:
DIN: Deutsches Institut für Normung e.V. (früher: Deutsche Industrie-Norm)
GOST: Staatliches Russisches Normungskomitee
ANSI: American National Standards Institute
BSI: British Standards Institution
UNI: Ente Nazionale Italiano di Unificazione
ON: Österreichisches Normungsinstitut

Internationale Normen:

EN, EN ISO, DIN EN: Comité Européen de Normalisation
ISO, DIN ISO: International Organisation for Standardization

Normen

- sind das Ergebnis einer Zusammenarbeit von Wissenschaft und Praxis.
- stellen oft den aktuellen Stand der Technik dar, gegen den man nicht ohne wichtigen Grund verstoßen sollte.
- sind nicht gesetzlich verbindlich.
- sind anerkannte Regeln, die als Empfehlung anzusehen sind.
- beschreiben ein Verfahren oder ein Bauteil wertneutral, die Auswahl einer geeigneten Norm und deren sinnvolle Verwendung liegen in der Verantwortung der Ingenieure.

Hochschule München, FK09	Technisches Zeichnen Einführung	Seite 2.1
-----------------------------	------------------------------------	-----------

Technische Zeichnungen dienen zur bildhaften Darstellung technischer Produkte. Für die internationale, weitgehend sprachunabhängige Verständlichkeit dieser Zeichnungen erfolgt die Darstellung gemäß genormten Regeln und mit Hilfe zahlreicher Symbole.

Technische Zeichnungen dienen in jedem technisch orientierten Betrieb zur Verständigung und zur Dokumentation, sowohl innerbetrieblich als auch außerbetrieblich. Die Zeichnung ist die international verständliche "Sprache des Ingenieurs". Für die unterschiedlichen Anforderungen gibt es jeweils für den Zweck optimierte Zeichnungen.

Fast alle Abteilungen eines produzierenden Betriebs arbeiten intern und extern mit unterschiedlichen Arten technischer Zeichnungen:

Abteilungen	Art der technischen Zeichnung
Vertrieb (Kunde) Konstruktion Arbeitsvorbereitung Einkauf (Lieferant) Fertigung Montage Versand Kundendienst Dokumentation	Angebotszeichnung (Abmessungen, Gewichte, technische Daten, Qualität, Lieferumfang) Genehmigungszeichnung (Kunde < Vertrieb) Entwurfszeichnung (meist interner Gebrauch) Patentzeichnung Fertigungszeichnung, Rohteilzeichnung Gruppenzeichnung, Gesamtzeichnung Explosionszeichnung (für Ersatzteilliste)

Die Aussage einer Zeichnung muss vollständig, eindeutig und verständlich sein.

Aus diesen Forderungen haben sich einheitliche Regeln entwickelt bezüglich zeichnerischer Darstellung, Bemaßung, Materialangaben, Bearbeitung und Toleranzen. Diese Regeln sind in Normen dokumentiert.

Normen:

- bieten Lösungen an für immer wiederkehrende Aufgaben
- fördern die Rationalisierung
- sichern gleichbleibende Qualität

Inhalt von Normen:

Dienstleistungsnormen, Gebrauchstauglichkeitsnormen, Liefernormen, Maßnormen, Planungsnormen, Prüfnormen, Qualitätsnormen, Sicherheitsnormen, Stoffnormen, Verfahrensnormen, Berechnungsnormen

Hochschule München FK09	Technisches Zeichnen Einführung	Seite 2.3
----------------------------	------------------------------------	-----------

Ausführung von technischen Zeichnungen

Entwurfszeichnung:

- häufig Bleistiftzeichnung
- zeigt wesentliche Details einer Neukonstruktion
- Vorlage für die spätere Erstellung von Originalen

Original:

- existiert genau einmal (Format üblicherweise bis DIN A0)
- wird ungefaltet im Zeichnungsarchiv aufbewahrt
- mit Tuschefüller auf Transparentpapier erstellte Zeichnung
- oder Ausdruck der CAD-Datei auf einem Großformatdrucker (Plotter)

Kopie:

- wird auf Anforderung auf Groß-Kopiergeräten im Archiv hergestellt
- für Verteilung auf DIN A4 gefaltet

Tuschezeichnung:

- Änderungen am Original durch Abkratzen mit einer Rasierklinge und Überzeichnen mit dem Tuschefüller
- mittlerweile fast vollständig durch CAD-Zeichnungen ersetzt

CAD-Zeichnung:

- wird am Computer mit Hilfe eines CAD-Programms erstellt (CAD = Computer Aided Design)
- Änderungen sind einfach durchzuführen, anschließend wird ein neuer Original-Ausdruck erstellt und das alte Original wird vernichtet
- Verteilung kann auch auf elektronischem Weg erfolgen (Kopie der Originaldatei über ein betriebsinternes Netzwerk, extern per eMail oder durch Zugriff auf Firmen-Server oder "Cloud")

CAD-Programme:

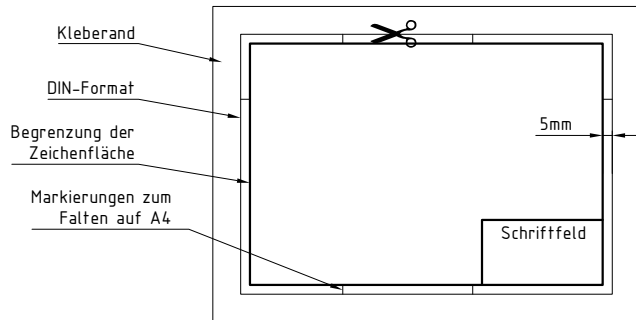
- alt: 2D-Programme, können nur Linien in der Ebene darstellen, d.h. Papier und Bleistift werden lediglich durch Bildschirm und Maus ersetzt
- aktuell: 3D-Programme, erzeugen ein originalgetreues geometrisches Volumenmodell, von dem die üblichen Zeichnungen abgeleitet werden

Anmerkung zu CAD-Zeichnungen:

- lange Einarbeitungszeit für zeitlich effektiven Einsatz
- Hard- und Software stehen nicht jedem Studenten zur Verfügung
- egal ob Bleistift, Tuschefüller oder CAD: TZ-Grundlagen sind dieselben
- Fazit: CAD-Zeichnungen werden im 1. Semester nicht akzeptiert!

Die in Europa üblichen DIN-ISO-Papierformate sind abgeleitet vom Format A0 (1m² Papier im Seitenverhältnis 1:√2). Durch Halbieren der jeweils langen Seite ergeben sich die kleineren Blattgrößen. Für technische Zeichnungen werden in der Regel keine Formate kleiner als A3 verwendet.

Im Handel bezogene Blätter sind geringfügig größer und erhalten erst durch Abschneiden des Kleberandes (zum Fixieren des Blattes auf dem Zeichenbrett) das DIN-Format. Jeder Zeichenbogen hat in der unteren rechten Ecke ein Schriftfeld.



Wichtige Angaben im Schriftfeld:
Benennung und Zeichnungsnummer
Werkstoff
Maßstab (möglichst 1:1)
Bearbeitungsvermerke (Datum und Name)
allgemeingültige Normangaben
Änderungsvermerke

Wesentliche Merkmale für die Beschriftung technischer Zeichnungen sind:

- gute Lesbarkeit (Großbuchstaben mind. 3,5mm, Indizes 2,5mm)
- Einheitlichkeit
- Eignung für Mikroverfilmung und fotografische Reproduktionsverfahren.

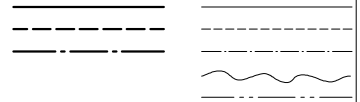
Aus diesen Anforderungen wurde die ISO-Normschrift entwickelt.

ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
abcdefghijklmnopqrstuvwxyz
1234567890 { [(% ? ! , + - ± ø)] }

Linienarten und Linienbreiten sind ein wichtiger Bestandteil der Symbolik in technischen Zeichnungen; Fehler können zu Fehlinterpretationen führen.

Man unterscheidet:

- Volllinie (breit und schmal)
- Strichlinie (breit und schmal)
- Strichpunktlinie (breit u. schmal)
- Freihandlinie (nur schmal)
- Strich-Zweipunkt-Linie (nur schmal)



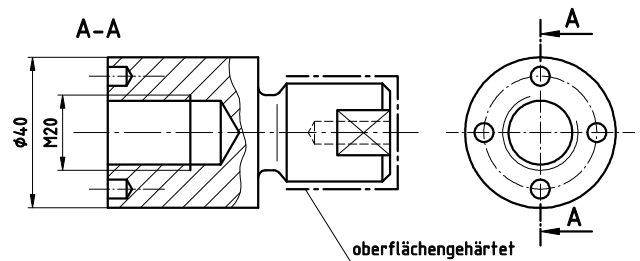
Breite Linien: 0,5 mm, schmale Linien: 0,25 mm Breite

- bei Zeichnungen mit Tuschefüllern: Auswahl eines passenden Füllers
- bei CAD-Zeichnungen: richtige Konfiguration der Druckausgabe
- bei Bleistiftzeichnungen: genannte Linienbreiten sind Richtwerte, wichtig ist auch hier eindeutige Unterscheidung breiter und schmalen Linien.

Beispiele für die Verwendung der unterschiedlichen Linienarten:

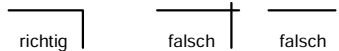
- sichtbare Kanten und Umrisse, nutzbare Gewindelänge
- - - Kennzeichnung lokal erforderlicher Oberflächenbehandlung, Anfang und Ende des Schnittverlaufs
- Lichtkanten, Maß- und Maßhilfslinien, Hinweislinien, Schraffuren, Gewindegrund, Diagonalkreuz
- - - verdeckte Kanten und Umrisse
- · - · Mittellinien, Symmetrielinien, Teilkreise, Lochkreise
- ~ Bruchkanten: Begrenzung von Teilansichten und Ausbrüchen
- · - · Umrisse angrenzender Teile, Grenzstellung von Teilen

Beispiel:



Weitere Regeln für sauber erstellte manuelle Zeichnungen:

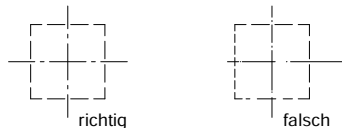
Linien dürfen an Ecken weder überstehen, noch zu kurz gezogen werden.



Unterbrochene Linien beginnen in Eck- und Kreuzungspunkten mit einer Linie (mit CAD-Programmen oft nur mühsam realisierbar).



Bei Strichpunktlinien zeichnet man anstelle des Punktes einen äußerst kurzen Strich. Strichunterteilung und Abstände möglichst gleichmäßig einhalten.



Rundungen müssen tangential an gerade Kanten anschließen. (Tipp: zuerst Radien zeichnen, dann gerade Linien ergänzen)



Schraffurlinien bei metallischen Schnittflächen nur ±45° geneigt, Schraffurabstand angepasst an die Größe der Schnittfläche.

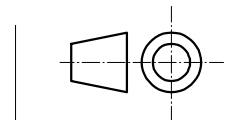


Ansichten

Ein Werkstück wird durch mehrere Ansichten dargestellt:

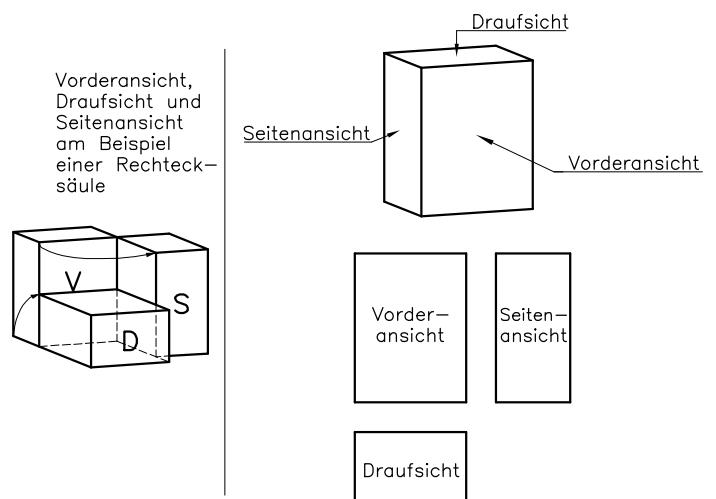
- Vorderansicht
- Seitenansicht
- Draufsicht
- zusätzliche Ansichten in definierten Blickrichtungen
- zusätzliche Schnittdarstellungen
- Einzelheiten als Ansicht oder Schnitt (oft in vergrößertem Maßstab)
- Abwicklungen (bei Blechteilen)

Bei mehreren Ansichten gilt die ISO-Projektionsmeth. 1, zur Kennzeichnung dient folgendes Symbol im Schriftfeld:



Achtung: Außerhalb Europas ist z.T. eine andere Projektionsmethode üblich!

Bei einfachen Werkstücken ist oft bereits eine einzige Ansicht ausreichend, z.B. bei rotationssymmetrischen Teilen (Wellen, Achsen, Stifte) oder ebenen Blechteilen.



Darstellung geometrischer Grundkörper in 3 Ansichten

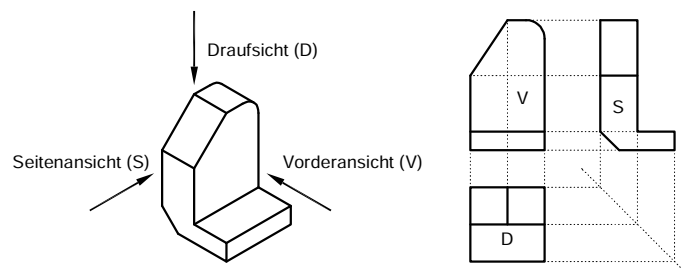
	Schrägbild	Ansichten
Dreiecksäule		
Quadratsäule		
Würfel		
Rechtecksäule (Quader)		

	Schrägbild	Ansichten
Zylinder		
Kegel		
Kugel		

Für die Werkstücke auf dieser Seite ist in Kombination mit der Bemaßung oft eine einzige Ansicht ausreichend.

	Schrägbild	Ansichten
Sechsecksäule		
Schiefes Prisma		
Pyramide mit Sechskantgrundfläche		
Pyramide mit quadratischer Grundfläche		

Darstellung allgemeiner Körper



Hauptansicht ist hier die Vorderansicht. Bei davon abgeleiteten Ansichten (hier Seitenansicht und Draufsicht) ist die Projektionsrichtung einzuhalten! Alle sichtbaren Kanten werden mit breiten Volllinien dargestellt.

Grundregeln zur Darstellung

- 1 Das Werkstück soll in der Gebrauchslage in der Zeichnung abgebildet werden: stehende Teile stehend, z.B. Ventile
liegende Teile liegend, z.B. viele Wellen
- 2 Gegebenenfalls sind Werkstücke in Fertigungslage abzubilden, z.B. Drehteile
- 3 Die Vorderansicht soll Hauptansicht sein, das Werkstück in seiner typischen Form zeigen und das Wesentliche erkennen lassen.
- 4 Strichlinien (unsichtbare Kanten) ohne zusätzliche Information sollen entfallen.
- 5 Der Hauptmaßstab (vorzugsweise 1:1) wird im Schriftfeld angegeben, andere benutzte Maßstäbe bei der entsprechenden Darstellung.
(Genormte Maßstäbe sind ..., 1:10, 1:5, 1:2, 1:1, 2:1, 5:1, 10:1, ...)
- 6 Alle Ansichten zeigen das Werkstück maßstabsgetreu.
- 7 Wortangaben in Zeichnungen sollen vermieden werden, wie z.B. "Ansicht", "Schnitt", "Einzelheit", "Maßstab".

Schnittdarstellung

Regeln: Hohle Körper werden im Schnitt dargestellt, d.h. sie werden gedanklich in zwei Hälften zersägt und die vordere Hälfte wird weggelassen. Die jetzt sichtbaren Schnittflächen werden schraffiert. Alle Schnittflächen eines Körpers müssen mit gleichem Abstand und Winkel schraffiert werden. Kanten in der Schnittfläche werden wie echte Körperkanten mit breiten Volllinien dargestellt. In Schnittdarstellungen werden keine unsichtbaren Kanten eingezeichnet.

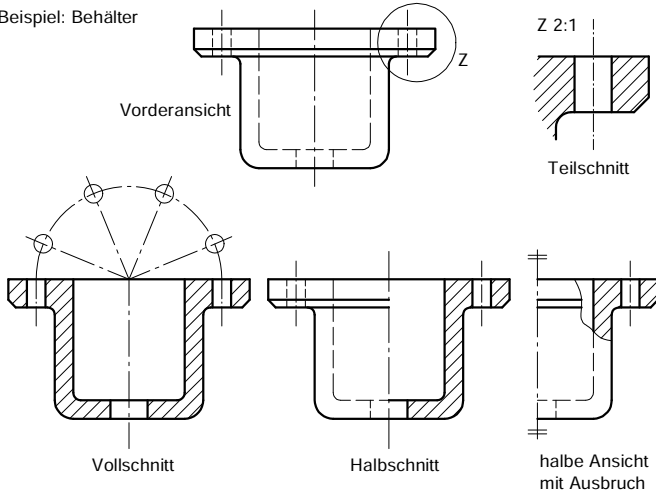
Vollschnitt: der gedankliche Schnitt durchtrennt den gesamten Körper.

Halbschnitt bei symmetrischen Körpern: der halbe Körper links der Symmetrielinie zeigt die Außenansicht, die rechte Hälfte zeigt die Schnittansicht mit inneren Details und Darstellung des Hohlraums.

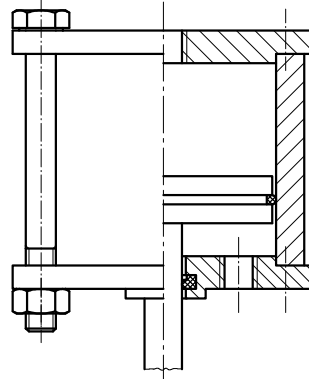
Teilschnitt: Nur kleine Bereiche aus der Hauptansicht werden im Schnitt (oft vergrößert) dargestellt. Zuordnung erfolgt mit Großbuchstaben Z, Y, X, ... Die Schnittfläche wird nicht durch Bruchlinien abgegrenzt.

Ausbruch: Innerhalb einer Ansicht wird ein kleiner Bereich mit Freihandlinie abgegrenzt und geschnitten dargestellt.

Beispiel: Behälter



Schnitte durch Zusammenstellungen oder Baugruppen



Regeln:

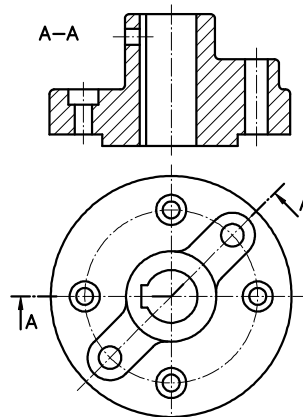
Verschiedene Teile werden unterschiedlich schraffiert. (Variation des Schraffurabstands und des Schraffurwinkels $\pm 45^\circ$).
Unterschiedliche Werkstoffgruppen erhalten eigene Schraffurmuster, z.B. Kreuzschraffur bei Kunststoffen.

Die Position der hinter der Schnittebene liegenden Schraube wird durch deren Mittellinie angedeutet.

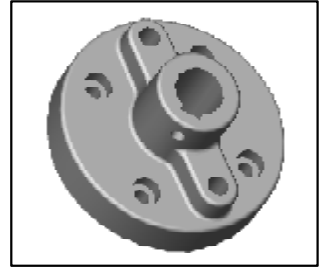
Nicht geschnitten werden Werkstücke ohne Innenkontur (z.B. Wellen, Stifte) oder Normteile (z.B. Muttern).

Kennzeichnung des Schnittverlaufs

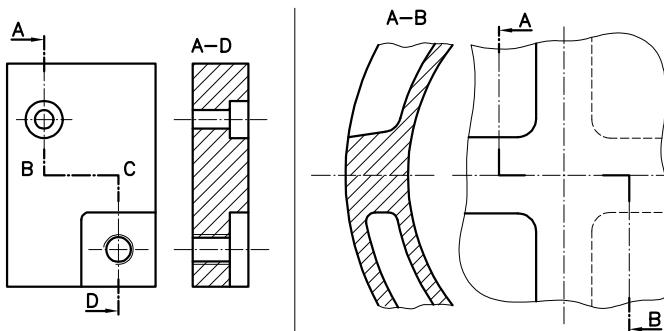
Regel: Der Schnittverlauf (kurze breite Strichpunktlinien) und die Blickrichtung werden angegeben, wenn der Verlauf nicht eindeutig ist. Der Schnittverlauf wird so gewählt, dass wesentliche Formen des Werkstücks erkennbar werden. Zur Unterscheidung mehrerer Schnitte erfolgt die Kennzeichnung mit Buchstaben A, B, C, ...



Ein winkliger Schnittverlauf wird so gezeichnet, als ob die Schnittflächen in einer Ebene lägen.



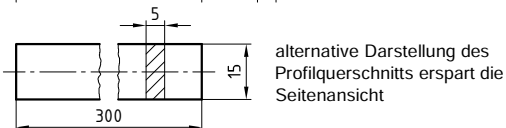
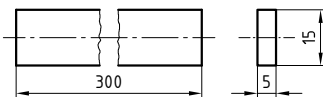
Regel: Möglichst viele Hohlräume beim Schnitt erfassen! Parallel versetzte Schnitte haben die gleiche Schraffur, an Mittellinien können die Schraffurlinien jedoch versetzt werden.



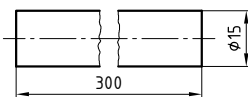
Bruchdarstellungen

Lange Werkstücke mit gleichförmigem Querschnitt werden abgebrochen dargestellt, um Platz zu sparen.

Rechteckstange



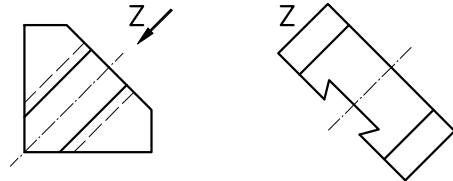
runde Stange



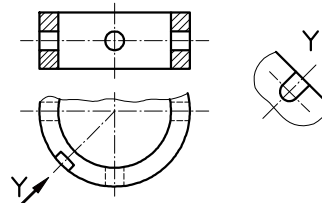
in der Praxis noch weit verbreitete Darstellung von Rundquerschnitten nach alter Norm (Soll nicht mehr verwendet werden!)

Besonderheiten der Darstellung

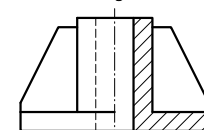
1 Reichen die üblichen Ansichten und Schnitte nicht aus, sind zusätzliche Darstellungen möglich. Bei nicht orthogonaler Projektionsrichtung wird die Blickrichtung eingetragen und mit Großbuchstaben Z, Y, X, ... gekennzeichnet. Auch hier ist die Projektionsrichtung streng einzuhalten. Die Darstellung darf auf der Zeichenfläche parallel verschoben, aber nicht gedreht werden.



2 Es genügen Teilansichten (bzw. Teilschnitte), wenn auf die vollständige Darstellung einer Ansicht verzichtet werden kann.

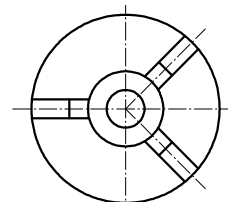


3 Ungünstige räumliche Projektionen werden vermieden, wenn die Form in die Schnittebene gedreht wird.

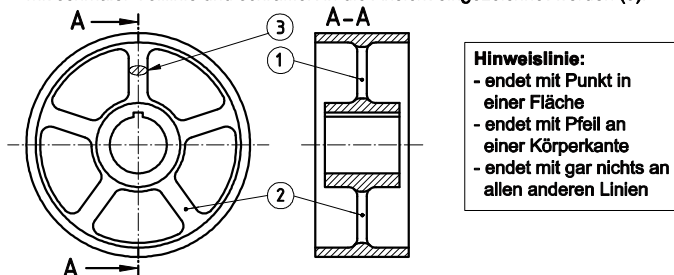


Die Rippe wird hier zur einfacheren Darstellung in die Zeichenebene gedreht.

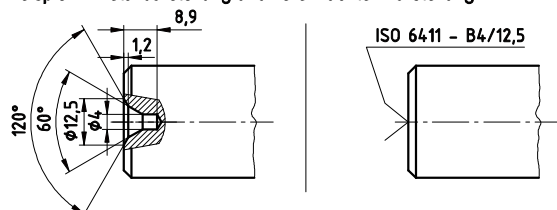
Rippen werden nicht geschnitten dargestellt!



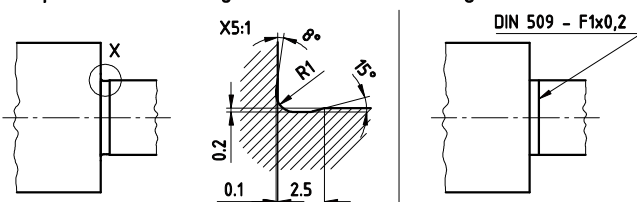
4 Rippen, Stege und Arme an Scheiben und Rädern sind ungeschnitten darzustellen (1). Ein nicht in der Schnittebene liegender Steg bzw. Arm wird in die Zeichenebene gedreht und nicht geschnitten (2). Armquerschnitte können mit schmaler Volllinie und schraffiert in die Ansicht eingezeichnet werden (3).



5 Zentrierbohrung nach ISO 6411 (alt: DIN 332)
Dient bei Fertigung und Kontrolle zur genauen Aufnahme von rotations-symmetrischen Werkstücken zwischen Zentrierspitzen mit 60°-Kegel.
Beispiel in Detaildarstellung und vereinfachter Darstellung:

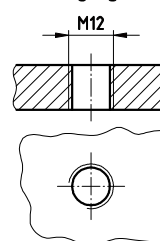


6 Freistich nach DIN 509
Notwendiges Detail, wenn eine abgesetzte Welle geschliffen werden muss. Der Freistich bewirkt, dass die empfindliche Kante der Schleifscheibe beim Hin- und Herpendeln frei auslaufen kann.
Beispiel in Detaildarstellung und vereinfachter Darstellung:

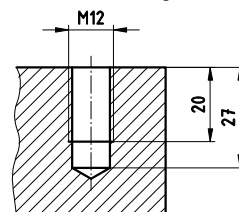


7 Gewindedarstellung

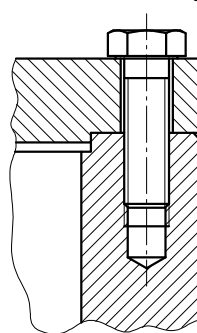
Innengewinde (Muttergewinde)
in Durchgangsbohrung



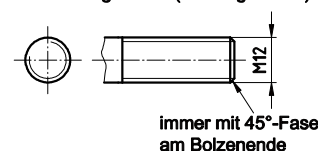
Sackloch mit Innengewinde



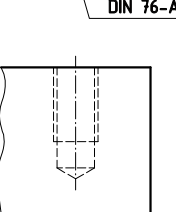
Schraubverbindungen



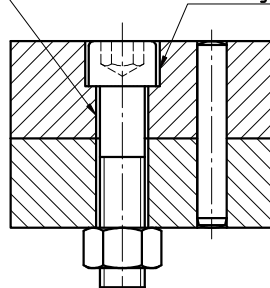
Außengewinde (Bolzensgewinde)



Bemaßung des Gewindefreistichs wird hier ersetzt durch Hinweis auf DIN 76



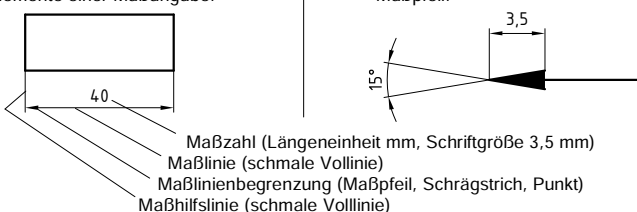
Durchgangsloch mittel DIN EN 20273
Senkung DIN 974



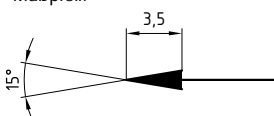
Bemaßung in technischen Zeichnungen

Die Größe eines Werkstückes ergibt sich aus der Bemaßung. Mit einem Lineal entnommene Maße sind auch bei maßstabsgetreuen Zeichnungen stets unverbindlich.
Zu einer Bemaßung gehören Maßlinien, Maßhilfslinien, Maßlinienbegrenzungen und Maßzahlen.

Elemente einer Maßangabe:



Maßpfeil:



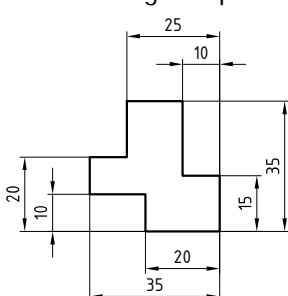
Allgemeine Regeln zur Maßeintragung:

Alle Maßangaben erfolgen in mm und geben den Endzustand des Teiles an, wenn nichts anderes vermerkt ist.

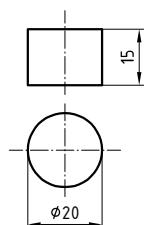
Jedes Maß muss deutlich und gut sichtbar genau einmal eingetragen werden und zwar in der Ansicht, wo es über die Werkstückform am besten Auskunft gibt und bei der Fertigung im Betrieb naturgemäß gesucht wird.

Der Facharbeiter soll alle Maße, die er braucht, möglichst ohne Umrechnung aus der Zeichnung entnehmen können (fertigungsgerechte Bemaßung).

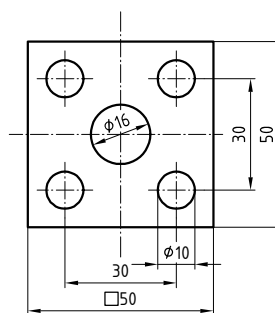
Bemaßungsbeispiele mit Erläuterungen:



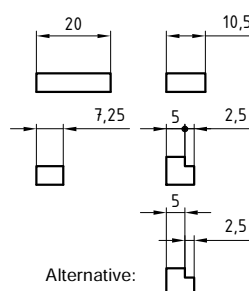
Beispiel 1:
Der Abstand zwischen Körperkante und erster Maßlinie soll 10 mm, zwischen nachfolgenden Maßlinien 7 mm betragen. Maßhilfslinien werden ohne Zwischenraum an die zu bemaßende Kante angesetzt und laufen 1-2 mm über die Maßlinie hinaus. Senkrecht angeordnete Maßzahlen sind so einzutragen, dass sie von rechts gelesen werden können. Alle Maße gehen möglichst von der selben Bezugs-kante aus (hier: unten und rechts). Die Maßzahlen werden möglichst mittig über der durchgezogene Maßlinie eingetragen.



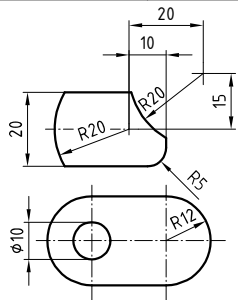
Beispiel 2:
- Zylindrische Konturen erhalten stets eine Mittelachse, bzw. in der Draufsicht ein Mittellinienkreuz.
- Das Durchmesserzeichen ($\varnothing$) vor der Maßzahl kennzeichnet die Kreisform.



Beispiel 3:
- Symmetrische Konturen erhalten Symmetrielinien, Maßlinien werden dazu symmetrisch eingetragen.
- Die Lage von Bohrungen wird von den Bohrungsmittelpunkten aus bemaßt.
- Das Quadratzeichen kennzeichnet die quadratische Form, wenn die Bemaßung in einer anderen Ansicht nicht möglich ist.
- Maßzahlen (und jeder andere Text) dürfen durch keinerlei Linien durchschnitten werden.
- Maßlinien dürfen nicht deckungsgleich mit Mittellinien oder in Verlängerung von Körperkanten verlaufen.

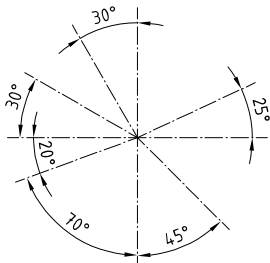


Beispiel 4:
- Ist der Raum für Maßzahl und/oder Maßpfeil zwischen den Maßhilfslinien zu klein, so können die Maßpfeile und/oder die Maßzahl außerhalb der Maßhilfslinien gesetzt werden.
- Bei Platznot können auch zwei benachbarte Maßpfeile durch einen Punkt ersetzt werden.



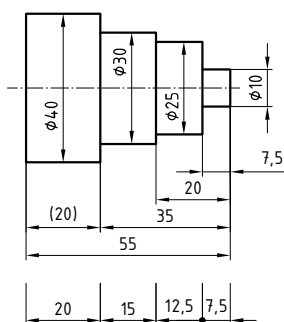
Beispiel 5:

- Kreise erhalten grundsätzlich das Ø-Zeichen, Querschnittsverrundungen und Eckenabrundungen werden als Radius mit vorgesetztem Großbuchstaben R bemäßt.
- Falls es der Platz zuläßt, zeigt der Radiuspfeil vom Mittelpunkt her an den Kreisbogen.
- Radiusmaße haben stets nur einen Maßpfeil.
- Die Angabe des Radiusmittelpunkts entfällt in eindeutigen Fällen.



Beispiel 6:

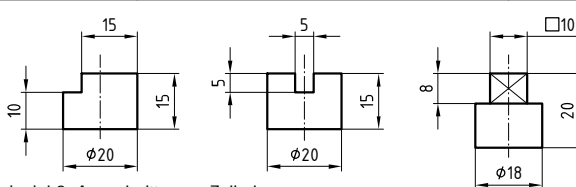
- Bei Winkelmäßen ist die Einheit ° stets anzugeben. Die Eintragung erfolgt wahlweise in Grad, Minuten, Sekunden (22°30') oder in Dezimalgrad (22,5°).
- Maßlinie bei Winkelmäßen ist ein Kreisbogen.
- Prinzipielle Lesrichtung ist von unten oder von rechts. Die Maßzahl steht in dieser Lesrichtung oberhalb der Maßlinie. Maße mit ungünstigen Beschriftungsrichtungen (z.B. hier: 20°, 25°) sind zu vermeiden (z.B. hier: 70° statt 20°).



Beispiel 7:

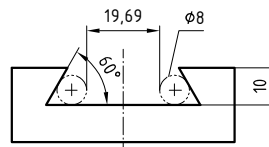
- Bei Drehteilen werden Durchmesser und dazugehörige Längen in derselben Ansicht bemaßt. Längenmaße werden von einer Bezugsebene aus eingetragen.
- Ø-Maße können wechselseitig über und unter der Mittellinie eingetragen werden.
- Maße, die aus bereits vorhandenen Bemaßungen berechnet werden können sind einzuklammern. (Bei einfachen Teilen vermeiden, sie erleichtern lediglich die Übersicht bei großen, komplexen Teilen).

- Kettenmaße vermeiden (Grund: Toleranzen)!



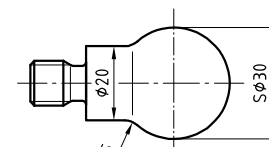
Beispiel 8: Ausschnitte aus Zylindern

- Ebene Flächen an rotationssymmetrischen Grundkörpern werden mit einem Diagonalkreuz (schmale Volllinie) gekennzeichnet.
- Anstelle des Quadratzichens ist z.B. auch die Angabe SW10 möglich (= "Schlüsselweite"; im Englischen: WS="wrench size").



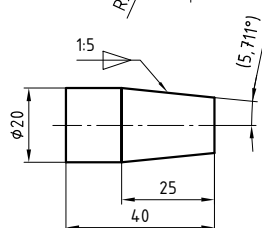
Beispiel 9:

Trapezförmige Werkstücke müssen zur Fertigung mit Prüfrollen bemaßt werden. Die theoretischen Eckmaße der gezeigten "Schwalbenschwanzführung" sind messtechnisch nicht definiert (in der Praxis gibt es keine spitzen Ecken).



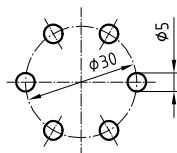
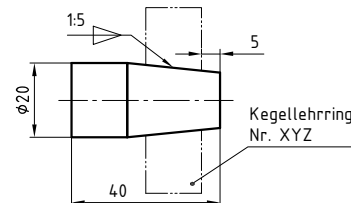
Beispiel 10:

- Eine Kugel wird durch den Buchstaben "S" gekennzeichnet (engl.: sphere).
- Der verundete Übergang zwischen Zylinder und Kugel wird durch eine "Lichtkante" anschaulich dargestellt (schmale Volllinie, endet vor den Körperkanten).

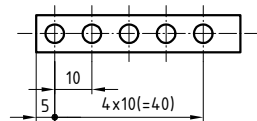


Beispiel 11: Kegelbemaßung

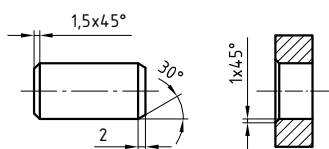
- Bei Kegeln, deren Form wichtig ist, wird die Verjüngung als Verhältnis 1:X eingetragen (1:X = Durchmesseränderung : Länge).
- Ein nach DIN bemessener Kegel (linke Darstellung) kann nicht gefertigt werden, da die Übergangskante Zylinder-Kegel messtechnisch nicht erfassbar ist. Zur Fertigung benötigt man einen Kegelherring (Innenkegel: Kegelherring).



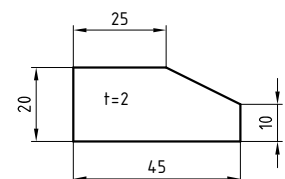
Beispiel 12:
Bei regelmäßiger Kreisteilung (z.B. $4 \times 90^\circ$, $6 \times 60^\circ$, $8 \times 45^\circ$) wird auf die Winkelbemaßung verzichtet.



Beispiel 13:
Bei regelmäßiger Abstands- oder Winkelteilung ist eine vereinfachte Maßeintragung möglich, die erste Teilung muss zusätzlich eingetragen werden.
ABER: Kettenmaß mit Summentoleranz!

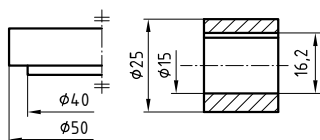


Beispiel 14:
"Fasen" sind geometrisch definierte Eckenabschrägungen (im Gegensatz zu undefinierter Entgratung). Nur bei 45°-Fasen werden Winkel und Kantenabstand in einer Bemaßung zusammenfaßt. Bei anderen Winkeln sind 2 getrennte Maße notwendig.

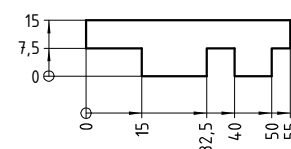


Beispiel 15:

- Bemaßung einer Eckenabschrägung ist auch mit 2 Kantenabständen möglich.
- Die vereinfachte Dickenangabe innerhalb der Umrisslinien erspart eine weitere Ansicht. Der Maßbuchstabe *t* (engl.: thickness) ist nach ISO genormt.

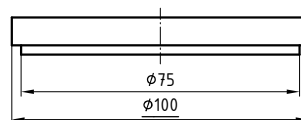


Beispiel 16:
Verkürzte Maßlinien mit nur einer Maßhilfslinie werden verwendet, wenn z.B. bei halben Darstellungen die zweite Körperkante nicht dargestellt ist, oder wenn die zweite Körperkante nicht in der Schnittebene liegt (z.B. Passfedernut).



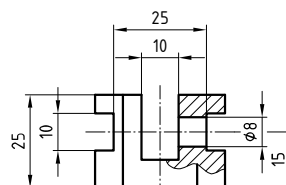
Beispiel 17:

Anstelle zahlreicher von einer Bezugskante ausgehender Maßlinien kann auch eine "Koordinatenbemaßung" gewählt werden.



Beispiel 18:

Konturen, die nicht maßstabsgetreu dargestellt sind, erhalten eine Bemäßung mit unterstrichener Maßzahl (häufig bei manuell korrigierten Zeichnungen, nicht bei CAD!!)



Beispiel 19:

Gestrichelt dargestellte, unsichtbare Kanten werden nicht bemaßt. Solche Maße werden in eine andere Ansicht eingetragen oder das Detail wird evtl. in einem Ausbruch dargestellt.

