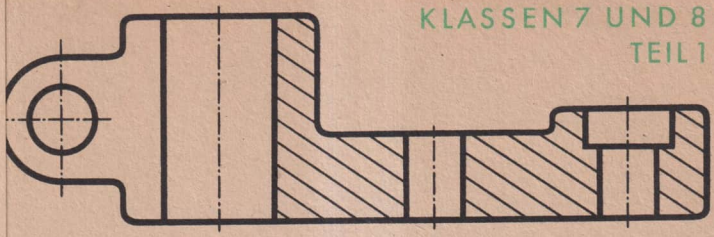
KLASSEN 7 UND 8
TEIL 1





Technisches Zeichnen

VOLK UND WISSEN VOLKSEIGENER VERLAG BERLIN
06 07 01–1 0,65 MDN

Das Manuskript verfaßte

Hanns Baerfacker, Halle, unter Mitarbeit von Horst Kummer, Erfurt,

in Zusammenarbeit mit der Redaktion Polytechnische Bildung des Verlages.

Bei der Bearbeitung einzelner Textstellen wurden bisher erschienene Bücher des Verlages zum gleichen Thema berücksichtigt.

Vom Ministerium für Volksbildung der Deutschen Demokratischen Republik als Lehrbuch für die Oberschule bestätigt.

INHALTSVERZEICHNIS

Technisches Zeichnen und Standardisierung 1
Blattgrößen und Blatteinteilung 2
Arbeitsmittel (1) 3
Arbeitsmittel (2) 4
Arbeitsmittel (3) 5
Schrift für Zeichnungen 6
Schriftfeld und Stückliste 7
Skizzieren und Zeichnen 8
Darstellungsverfahren (1) 9
Darstellungsverfahren (2) 10
Zeichnungsarten 11
Linienarten – Maßeintragung (1) 12
Maßeintragung (2) 13
Maßeintragung (3) 14
Maßeintragung (4) 15
Maßeintragung (5) 16
Maßeintragung (6) 17
Oberflächenangaben 18
Toleranzangaben 19
Anschlüsse an Rundungen 20
Maßstäbe 21
Schnittdarstellung (1) 22
Bruchlinien und Werkstoffkennzeichnung . 23
Gewinde (1) 24
Aufgabenblatt 1
Unterlegscheiben 25
Aufgabenblatt 2
Verschlußdeckel für Maschinengehäuse . . 26
U-Kern aus Manifer
Aufgabenblatt 3
Etagenbock 27
Halter für Deckenbürste
Aufgabenblatt 4
Niederhalter an einer Handhebelschere . . 28
Aufgabenblatt 5
Fußplatte eines Rohrgerüstes 29
Technische Gegenstände mit zylindrischer Grundform
Aufgabenblatt 6
Spannbacke für Parallelschraubstock
Kleintransporter Multicar 22 30
Aufgabenblatt 7
Lagerteile für Uhrwerke 31
Aufgabenblatt 8
Riemenscheibe für Anbaumotoren 32

1. Auflage 1965
Redaktion: Heinz Graff · Inge Enger
Grafische Gestaltung: Atelier Volk und Wissen
Volk und Wissen, Volkseigener Verlag Berlin
ES 11 J · Bestell-Nr.: 060701 – 1 · Preis: 0,65 · Lizenz-Nr.: 203 · 1000/65 (E)
Satz: VEB Graphische Werkstätten Leipzig (III/18/97)
Druck: VEB Messe- und Musikaliendruck, Leipzig (III/18/157)
Redaktionsschluß: 10. Januar 1965

Technisches Zeichnen und Standardisierung

Geschichtliches

Die heute gebräuchlichen technischen Zeichnungen sind ein Ergebnis einer vieltausendjährigen Entwicklungsgeschichte der Menschheit. Wie sich die Sprache aus dem Bedürfnis entwickelte, anderen etwas mitzuteilen, so entstand gleichzeitig auch der Wunsch, es möglichst anschaulich zu tun. Aus zahlreichen Funden in Höhlen und Gräbern ist zu erkennen, daß es den Menschen noch nie genügte sich nur durch das Wort zu verständigen. In allen Gesellschaftsordnungen wurden bildliche Darstellungen verwendet.
Die ältesten uns bekannten Zeichnungen stellen Waffen, Schmuck, Fanggeräte, Tiere, Menschen und Wohnstätten dar. Bereits Griechen und Ägypter benutzten etwa 500 v. u. Z. Zeichnungen in mehreren Ansichten und Perspektiven für ihre großartigen Bauwerke.
Die Entwicklung der Produktion in den verschiedenen Gesellschaftsordnungen förderte die Arbeitsteilung und somit auch die Vervollkommnung der technischen Informationen. Während die Handwerksmeister des Mittelalters noch ohne Vorlage oder häufig nur nach einfachen Skizzen (Bild 1.1) arbeiteten, leitete die industrielle Revolution mit Einführung der Manufakturbetriebe und Erfindung der Dampfmaschine eine grundsätzliche Änderung ein.



1.1 Tretradlagerung (Agricola: De re metallica)

Für die Maschinen forderte man mehr Präzision bei der Herstellung der Einzelteile und beim Zusammenbau. Zu ihrer Pflege und Reparatur wurden ausführliche und anschauliche Anleitungen benötigt. Meist war der Konstrukteur nicht mehr zugleich Erbauer der Maschine.
Daraus ergab sich die Forderung nach umfangreichen technischen Zeichnungen, die genauer, anschaulicher und haltbarer herzustellen waren als bisher.
Durch zunehmende Arbeitsteilung im Kapitalismus spezialisierten sich die Produktionsbetriebe auf bestimmte Erzeugnisse wie Motoren, chemische Apparate, Glühlampen, Autoreifen, Fenster usw. Herstellung, Zusammenbau und Einsatz dieser Einzelteile, Baugruppen oder Aggregate fanden in verschiedenen Betrieben statt, die räumlich meist weit auseinanderlagen.
Diese Zusammenarbeit, Kooperation genannt, machte es notwendig, erste überbetriebliche Richtlinien zur Anfertigung von technischen Zeichnungen zu erarbeiten.
In Deutschland wurde diese Arbeit 1917 begonnen und seit 1926 vom Deutschen Normenausschuß (DNA) durchgeführt. Die von ihm herausgegebenen DIN-Blätter[1] förderten die industrielle Entwicklung in Deutschland zunächst sehr. Später zeigte sich jedoch, daß die Monopole immer häufiger versuchten, nur solche DIN-Blätter zuzulassen, die ihrem Vorteil dienten.
Es ergab sich für uns zwangsläufig, eigene Standards herauszugeben.

[1] DIN: Symbol des DNA; ursprünglich: DIN = **Deutsche Industrie-Norm**

Standardisierung

Nach Gründung der Deutschen Demokratischen Republik, durch den Aufbau des Sozialismus und die immer engere Zusammenarbeit mit den befreundeten sozialistischen Ländern wurde es notwendig und möglich, unsere Standards der DDR mit denen der sozialistischen Länder abzustimmen. Alle diese Arbeiten werden in der DDR vom Amt für Standardisierung (AfS) geleitet. Die vom AfS herausgegebenen Standards tragen das Symbol TGL[2] (Bild 1.2).

DK 519.24/.003.5):62.001.4 **DDR-Standard** Februar 1964

Deutsche Demokratische Republik

Statistische Qualitätskontrolle
Stichprobenpläne für die Attributprüfung

TGL 14 450

Gruppe 184

1.2 Kopf eines DDR-Standards (Maßstab 1:2,5)

Alle Standards, auch TGL-Blätter genannt, die bereits mit den Standards der im Rat für gegenseitige Wirtschaftshilfe (RGW) zusammengeschlossenen Länder übereinstimmten, sind an einem * erkenntlich. Hierzu gehört z. B. der DDR-Standard * TGL 9727, in dem Festlegungen zum technischen Zeichnen enthalten sind (Bild 1.3).

DK 744.43 **DDR-Standard** Februar 1963

Deutsche Demokratische Republik

Zeichnungen
Maßeintragung

☆TGL 9727 Blatt 3

Gruppe 184

1.3

Ein Beispiel für die Übereinstimmung unserer Standards mit den „Sowjetischen Allunions-Standards", **GOST**[3] genannt, zeigt Bild 1.4. Damit ist es jetzt möglich, technische Zeichnungen zwischen den befreundeten Ländern auszutauschen und nach Übersetzung der wenigen Wortangaben sofort zu verwenden.



1.4 Buchse (Sowjetische Zeichnung)

Somit schafft die standardisierte technische Zeichnung wichtige Voraussetzungen für die internationale sozialistische Arbeitsteilung.

[2] TGL: Symbol für DDR-Standards; ursprünglich **Technische Güte**vorschriften und **L**ieferbedingungen

[3] GOST: Sowjetischer Allunions-Standard, ГОСТ-Государственный общесоюзный стандарт

Blattgrößen und Blattaufteilung

Blattgrößen

Jeder Schüler weiß, daß Schreibhefte und Zeichenblöcke immer die gleiche Größe haben. Ihre Formate sind in TGL 0-476 standardisiert.

Hierdurch ergeben sich folgende Vorteile:

1. Papierfabriken und Druckereien arbeiten mit einer geringen Anzahl von unterschiedlichen Papierformaten.
   Ergebnis: niedrige Produktionskosten.
2. Bestellung und Lagerhaltung werden vereinfacht.
   Ergebnis: weniger Verwaltungskosten.
3. Der Verbraucher kann Schriftstücke, Zeichnungen u. ä. besser aufbewahren.
   Ergebnis: gute Ordnung im Betrieb bei geringerem Aufwand.

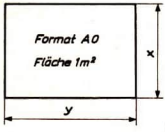
Im DDR-Standard TGL 0-476 sind 3 Formatreihen vorgesehen:

Reihe A: bestimmt die Abmessungen für Zeichenblätter, Briefblöcke, Postkarten, Geschäftsbriefbogen, Schulhefte usw.

Reihe B und **Reihe C:**
sind Zusatzreihen, in denen von der A-Reihe abhängige Formate aufgeführt sind: Briefumschläge, Schnellhefter, Aktendeckel, Aufbewahrungskästen usw.

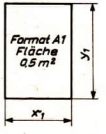
Alle standardisierten Blattgrößen für Zeichnungen sind der Formatreihe A entnommen. Diese Formatreihe ist nach folgenden Grundsätzen aufgebaut:

1. Das Ausgangsformat hat einen Flächeninhalt von 1 m² und ist rechteckig.



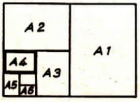
2.1

2. Seine Seitenlängen x und y verhalten sich wie 1:1,41.
3. Das nächst kleinere Format erhält man jeweils durch Halbieren der großen Rechteckseite, das nächst größere durch Verdoppeln der kleineren Rechteckseite.



2.2

4. Alle Formate sind einander ähnlich.



2.3

Unter Berücksichtigung der oben angeführten Grundsätze ergeben sich u. a. folgende Blattgrößen:

Formatbezeichnung	A3	A4	A5	A6
Maße in mm	297 × 420	210×297	148×210	105 × 148
Anwendungsbeispiele	Großer Zeichenblock	Zeichenblock Schreibblock	Schulheft	Vokabelheft Postkarte

2.4 Wichtige Blattgrößen

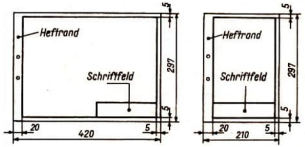
Blattaufteilung

Zeichnungen sind häufig benutzte Arbeitsunterlagen. Es hat sich deshalb eine Aufteilung des Zeichenblattes herausgebildet, die für den Zeichner ebenso vorteilhaft ist wie für die Produktion oder für die Zeichnungsaufbewahrung.

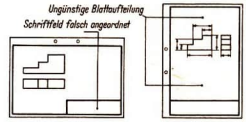
Die Besonderheiten einer Blattaufteilung zeigt Bild 2.5.

1. Alle Zeichnungen erhalten an der unteren, an der rechten und an der oberen Blattkante einen Schutzrand von 5 mm Breite. Weil Zeichnungen oft in Heftern aufbewahrt werden, bleibt auf jeder Zeichnung ein Heftrand frei. Er befindet sich links und hat eine Breite von 20 mm.
2. Damit zur Verwendung der Zeichnung notwendige Angaben sofort auffindbar sind, werden sie immer in einem Schriftfeld oder in einer Stückliste zusammengefaßt.
3. Um die Aufbewahrung zu erleichtern, werden größere Zeichnungen meist auf A4-Format gefaltet. Auch bei gefalteten Zeichnungen muß das Schriftfeld obenauf liegen. Das ist nur möglich, wenn es stets an der gleichen Stelle auf dem Blatt eingetragen wird.

Zur Blattaufteilung gehört es aber auch, den dargestellten Gegenstand, die eigentliche Zeichnung, zweckmäßig und formschön anzuordnen (Bild 2.7) und das günstigste Format auszuwählen.



2.5 Aufteilung der Blattformate A3 und A4



2.6 Falsche Aufteilung von A4-Blättern



2.7 Richtige Aufteilung eines A5-Blattes

Technisches Zeichnen
Klasse 7 und 8

Arbeitsmittel (1)

Hinweise auf Standards:
TGL 4757 Zeichenpapier, TGL 4664 Reißbretter, TGL 4665 Reißschienen, TGL 4666 Zeichendreiecke

Zeichenpapiere

Vor Beginn einer zeichnerischen Arbeit ist zu prüfen, welche Papierart verwendet werden muß. Man unterscheidet zwei Hauptgruppen:

lichtundurchlässige Zeichenpapiere (Zeichenkarton),

lichtdurchlässige Zeichenpapiere (Transparentpapier).

In der Schule wird vor allem lichtundurchlässiges Zeichenpapier (Zeichenkarton) verwendet, da die Zeichnungen nicht vervielfältigt werden sollen.

Skizziert wird auf kariertem und gezeichnet auf weißem Zeichenkarton im Format A4 (210×297 mm).

Die Oberfläche des Zeichenkartons muß radierfest sein, und Tuschelinien dürfen nicht auslaufen. (Zeichenblätter für Berufsschulen verwenden!)

In den Betrieben dient die gleiche Konstruktionszeichnung für viele Menschen als Arbeitsunterlage. Sie wird vom Produzenten des Gegenstandes ebenso benötigt wie vom Arbeitsvorbereiter oder vom Prüfer. Es besteht deshalb die Forderung, daß Zeichnungen auf einfache Weise vervielfältigt werden können. Sie werden in den Zeichenbüros zunächst auf lichtdurchlässiges Zeichenpapier, sogenanntes Transparentpapier, gezeichnet oder übertragen und dann im Lichtpausverfahren kopiert. In letzter Zeit findet häufig eine dünne Kunststoffolie an Stelle von Transparentpapier Verwendung. Ihre Zeichenfläche ist etwas angerauht und für Bleistift- und Tuschestriche gleichermaßen gut geeignet.

Vorteile der Zeichenfolie: radierfest, tuschefest, unempfindlich gegen Feuchtigkeit und Wärme, gut lichtdurchlässig.

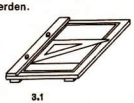
Zeichenunterlagen

Zu jeder Skizzier- oder Zeichenübung ist das verwendete Zeichenblatt auf eine feste Unterlage aufzuspannen.

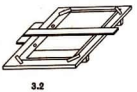
Geeignete Zeichenunterlagen für die Oberschule sind:

einfache Platten aus harter Pappe, aus Plast, dünnem Holz, Preßspan oder Metall,

Reißbretter für A4-Hochformat, die entweder mit Klemmschiene (Bild 3.1) oder mit Reißschiene (Bild 3.2) geliefert werden.



3.1



3.2

Die Befestigung der Blätter erfolgt durch Festklemmen unter der Schiene, durch Reißbrettstifte oder Klebeband. In den Konstruktionsbüros unserer Betriebe und in den Zeichensälen von Fach- und Hochschulen werden Zeichenmaschinen verschiedener Größen benutzt.

Zeichenstifte

Wir benötigen mindestens zwei unterschiedlich harte Zeichenstifte:

F oder HB für dicke Linien,

H, 2 H oder 3 H für dünne Linien.

Sechskantige Formen sind zu bevorzugen, sie rollen nicht so leicht vom Tisch. Heute werden zwei Ausführungen benutzt:

Bleistifte, deren Ummantelung mit der Mine verbraucht wird (Bild 3.4),

Fallstifte, bei denen nur die Mine verbraucht wird (Bild 3.3).

Trotz seines höheren Anschaffungspreises ist der Fallstift auch für den Unterricht in Oberschulen am besten geeignet, zumal Ersatzminen in jeder Härte einsetzbar sind.



3.3 3.4 3.5 3.6

Zum Schärfen wird die Mine etwa 8 mm freigelegt bzw. herausgezogen und auf einem Schmirgelpapier oder einer kleinen Feile gewetzt (Bild 3.5). Zum Einhalten einer gleichmäßigen Strichdicke, besonders für das Nachziehen der Linien, kann die Mine auch angeflacht werden (Bild 3.6).

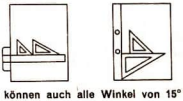
Falsch ist es, dünne Linien beim Fertigzeichnen durch geringeren Druck auf den weichen Bleistift erzeugen zu wollen. Jede nachzuziehende dünne Linie muß durch einen kräftig geführten, harten, spitzen Bleistift entstehen. Maßzahlen, Maßpfeile und Buchstaben werden mit einem kegelig angespitzten weichen Bleistift ausgeführt.

Ist es notwendig, Linien mit Tusche auszuziehen, so werden dafür Ziehfedern (Bild 4.3) benutzt.

Zeichengeräte

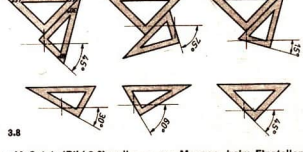
Zum Skizzieren genügen Papier, Unterlage und Bleistifte. Zum exakten Zeichnen dagegen braucht man weitere Zeichenhilfsmittel.

Für gerade waagerechte, senkrechte und schräge Linien verwendet man die Reißschiene (TGL 4665) und zwei unterschiedliche Zeichendreiecke (TGL 4666) 45°/45°/90° und 30°/60°/90° (Bild 3.7).



3.7

Damit können auch alle Winkel von 15° zu 15° gezeichnet werden (Bild 3.8).



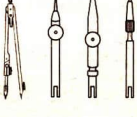
3.8

Der Meßstab (Bild 3.9) soll nur zum Messen, beim Einstellen eines Stechzirkels (Bild 3.9) oder eines Einsatzzirkels (Bild 3.10) benutzt werden.

3.9



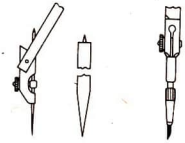
3.10



3.11

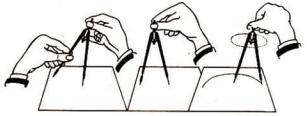
Arbeitsmittel (2)

Ein Schenkel des Einsatzzirkels nimmt das Einsatzstück mit der Mine von entsprechender Härte auf. Die Strichdicke wird von außen angewetzt. Der andere Schenkel trägt einen beweglichen Nadelfuß mit einer zweiseitig angespitzten, auswechselbaren Nadel (Bild 4.1).



4.1

Die Spitzen von Nadel und Mine müssen etwa auf gleicher Höhe (Bild 4.1) und senkrecht zur Zeichenebene stehen (Bild 4.2).



4.2

Beim Aufsetzen liegt zunächst der Druck etwas mehr auf der Nadelspitze, dann verteilt man ihn gleichmäßig auf beide Schenkel und dreht den Zirkel am Rändelgriff zwischen Daumen und Zeigefinger unter leichter Neigung zur Zeichenebene (Bild 4.2). Zirkel sind Präzisionswerkzeuge. Gute Aufbewahrung und sorgsame Pflege sind Voraussetzungen für genaue Zeichenarbeit.
Der Inhalt eines mittelgroßen Reißzeuges wird auf Bild 4.3 gezeigt.

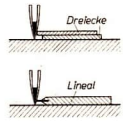


4.3 1 Einsatzzirkel mit Bleieinsatz, 2 Stechzirkel, 3 Nullenzirkel mit Bleieinsatz, 4 Ziehfeder (auch Reißfeder genannt), 5 Einsatzheft, 6 Verlängerungsstange, 7 Ziehfedereinsatz für Nullenzirkel, 8 Schraubenzieher, 9 Ziehfedereinsatz, 10 Spitzeneinsatz

Für Tuscharbeiten mit Ziehfeder oder Plättchenfeder (Schrift) ist das Säubern der Federn von Tuscheresten mit einem Lappen besonders wichtig. Weitere Hinweise zum Arbeiten mit Tusche geben die Bilder 4.4 und 4.5.



4.4



4.5

Für Krümmungen, die sich nicht mit dem Zirkel konstruieren lassen, verwendet man Kurvenlineale (Bild 4.6). Nach festgelegten Kurvenpunkten wird Teilstück nach Teilstück der Kurve gezeichnet. Dabei sollen möglichst 3 bis 4 Kurvenpunkte an der Kante des Kurvenlineals anliegen (Beachte Seite 51).
Zur Erleichterung der Zeichenarbeit ist es zweckmäßig, Schablonen für Rundungen, Oberflächenzeichen, Schraubensechskante, Nennhöhen und Neigung der schrägen Schrift zu verwenden (Bild 4.7).



4.6



4.7

Radieren

Man soll so wenig wie möglich radieren. Wenn die Linien beim Vorzeichnen sehr dünn angerissen werden, können sie sogar nach dem Ausziehen stehenbleiben.
Wenn nötig, radiert man mit einem weichen Radiergummi leicht über das Blatt. Der Gummi darf nicht schmieren und nicht färben. Zwei Finger spannen die zu radierende Stelle (Bild 4.8). Bei größeren Flächen hält eine Hand den Bogen fest, und die andere Hand führt in einer Richtung die Radierbewegung aus (Bild 4.9). Gut geeignet ist eine harte Platte als Unterlage. Verschmutzter Gummi wird an einer sauberen Stelle des Blattrandes abgerieben. Nach dem Radieren ist die gereinigte Fläche mit dem Daumennagel zu glätten. Zum Entfernen von Tuschestrichen werden Radiermesser, Rasierklingen, Glashaarpinsel oder harter Gummi verwendet.



4.8



4.9

Zeichnungsablage

In jedem Betrieb werden die Zeichnungen nach dem Dezimalsystem numeriert und in großen Zeichnungsschränken und -archiven abgelegt, damit sie schnell aufzufinden sind.
In der Schule werden die numerierten Skizzen und Zeichnungen in einem Schnellhefter abgelegt, der als erstes Blatt ein Inhaltsverzeichnis enthält (Bild 4.10).

Nummer d. Zeichnung	Datum	Benennung	Note

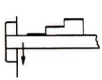
4.10

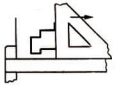
Maßnahmen zum Sauberhalten des Blattes

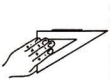
Eine Verschmutzung des Zeichenblattes kann während des Zeichnens, beim Radieren oder während des Transportes eintreten. Das läßt sich durch einfache Maßnahmen weitgehend vermeiden. Der Strich des weichen Bleistiftes (HB) neigt eher zum Verschmieren als der des harten Bleistifts (2H). Wer richtig zeichnet, d. h., die gesamte Vorarbeit und die vollständige Darstellung zunächst mit dem harten Bleistift ausführt, trägt schon damit wesentlich zur Sauberkeit seines Blattes bei. Die Gefahr des Verschmierens besteht dann nur über die verhältnismäßig kurze Zeit des Nachziehens und der Maßeintragung. Aber auch dabei kann das Blatt durch geeignetes Vorgehen sauber gehalten werden:

Das Nachziehen der dicken Vollinien erfolgt immer von oben nach unten (Bild 5.1), dann von links nach rechts (Bild 5.2)! In einzelnen Fällen kann beim Nachziehen auch das Zeichendreieck leicht angehoben werden (Bild 5.3).

Eine weitere Maßnahme ist das Abdecken der Stellen, an denen gerade nicht gearbeitet wird, z. B. bei der Maßeintragung (Bild 5.4). Für eine längere Arbeit kann das Abdeckblatt sogar befestigt werden (Bild 5.5).

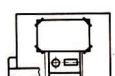

5.1


5.2


5.3

Gegen die Verschmutzung beim **Radieren** hilft neben dem sachgemäßen Handhaben des richtigen Radiergummis ein Handbesen (Bild 5.6) oder ein Tuch zum Entfernen der Radierreste.


5.4


5.5


5.6

In der Schule verschmutzt ein noch nicht fertiggestelltes Zeichenblatt leicht, wenn es offen und lose zwischen Büchern u. ä. transportiert wird. Es muß in einen Hefter eingelegt werden. Wenn es auf der Zeichenunterlage verbleibt, dann ist es zu überdecken oder in einer besonderen Hülle aufzubewahren.

Mittel zur Arbeitserleichterung

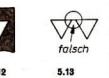

5.7

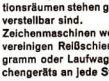

5.8


5.9


5.10


5.11


5.12



5.13

Rundungsschablone (Bild 5.7)

Die übliche Schablone enthält Rundungen von 1 bis 22 mm, wobei unterstrichene Werte als standardisierte Vorzugsmaße gelten. Die Schablone wird nach dem Vorzeichnen aufgelegt. Die Mittenbohrung muß auf dem Mittellinienkreuz liegen. Der Rundungsbogen wird bis zur Mittellinie gezogen.

Kreisschablone

Beim ersten Gebrauch empfiehlt es sich, auf einem Notizblatt die Schablone zu prüfen. Man zieht die Kreise nach und mißt sie aus. Kleine Ungenauigkeiten lassen sich durch die Bleistifthaltung ausgleichen (Bild 5.8). Die Schwierigkeit liegt darin, die Schablone symmetrisch zum Mittellinienkreuz aufzulegen (Bild 5.9). Dieser Nachteil ist bei Schablonen mit Markierung nicht vorhanden (Bild 5.10).

Oberflächenzeichenschablone

Bei Verwendung dieser Schablone ist besonders darauf zu achten, daß die Spitzen der Dreiecke auf der Linie stehen und daß die Dreiecke sich unmittelbar aneinanderreihen. Das erste wird durch Auflegen der Schablone nach Bild 5.11 erreicht. Für das Schlicht- und Feinschlichtzeichen wird am besten auch die einfache Form (Schruppzeichen) verwendet und die Schablone verschoben (Bild 5.12). Sonst entstehen unerwünschte Zwischenräume zwischen den Dreiecken (Bild 5.13).

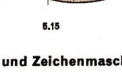
Kurvenlineale

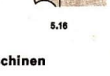
Kurvenlineale dienen in Sätzen zu je 3 Stück verschiedener Größe (Bild 5.15) zum Verbinden von konstruierten Kurvenpunkten bei nicht kreisförmigen aber stetig gekrümmten Linien. Das Anlegen der Kurvenlineale am Beispiel eines schrägen Schnittes am Zylinder (Ellipse), Bild 5.14, erfolgt so:

Nach der Konstruktion der Kurvenpunkte werden zuerst die gekrümmtesten Stellen gezeichnet. Ein Linealstück, das drei Punkte etwa verbindet, wird angelegt, aber nur ein Teilstück wird gezeichnet (Bild 5.15). Dann wird das Lineal so verschoben, daß es an das gezeichnete Stück anschließt und die nächsten zwei oder drei Punkte berührt (Bild 5.16).

Dieses Stück wird dann auf Umschlag für die anderen Kurventeile benutzt.


5.14


5.15


5.16

Zeichentische und Zeichenmaschinen

Für Schulzwecke eignen sich Tische mit schräg verstellbarer Platte, an die die Reißschiene angelegt werden kann. Dadurch ist eine gesunde Körperhaltung gewährleistet. In Konstruktionsräumen stehen größere Zeichentische, die noch senkrecht verstellbar sind.

Zeichenmaschinen werden an Zeichentischen angebracht und vereinigen Reißschiene, Lineal und Winkel. Durch Parallelogramm oder Laufwagenkonstruktion ist die Führung des Zeichengeräts an jede Stelle des Blattes sehr einfach.

Beschriftung von Skizzen und Zeichnungen

Technische Skizzen und Zeichnungen müssen übersichtlich und unbedingt eindeutig sein. Dazu trägt auch die Beschriftung einer Skizze oder Zeichnung bei.
Maßeintragungen, Fertigungshinweise und Werkstoffangaben sind in einer Schrift zu schreiben, die jeder gut lesen kann. Diese Forderungen erfüllt die im DDR-Standard TGL 0–16 beschriebene schräge Schrift für Zeichnungen.
Sie kann mit dem Bleistift oder mit Tusche und Feder geschrieben werden. Für die Beschriftung von Skizzen und Zeichnungen verwendet man am besten einen nicht zu harten Bleistift (HB), B oder 2B, dessen Mine keglig, aber nicht zu spitz angeschliffen ist.
Wird eine Beschriftung in Tusche gefordert, so ist für kleine Schrifthöhen (bis 4 mm) die Kugelspitzfeder (Bild 6.1) und für größere Schrifthöhen die Plättchenfeder (auch Redis-, Schnurzug- oder Bandzugfeder benannt) zu benutzen (Bild 6.2). Eine abnehmbare Überfeder ermöglicht die Aufnahme einer größeren Tuschemenge.



6.1 Kugelspitzfeder

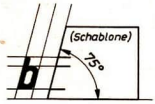


6.2 Plättchenfeder

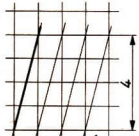
Im Standard ist festgelegt, welche Form, Abmessungen und Neigung die Buchstaben haben müssen. Die schräge Zeichnungsschrift verläuft in einem Winkel von 75° von links unten nach rechts oben. Möglichkeiten zur Konstruktion des 75°-Winkels zeigen Bild 6.3, 6.4 und 6.5.



6.3 Konstruktion des Winkels für die Schriftneigung mit Zeichendreieck



6.4 mit selbstgefertigter Schablone



6.5 auf kariertem Papier

Als Bezugsmaß für alle Größenangaben und Abstände gilt die Schrifthöhe h (Nenngröße in mm). Bild 6.6 gibt Auskunft über diese Maßbeziehungen.



6.6 Schriftprobe mit Angabe der festgelegten Größenverhältnisse

Ein gutes Schriftbild entsteht erst dann, wenn auf richtige Abstände zwischen den Buchstaben und Wörtern geachtet wird. Der Flächeninhalt der Zwischenräume (zwischen den Buchstaben) muß gleichgroß wirken. Daraus ergibt sich z. B., daß parallele Striche am weitesten auseinander stehen müssen (Bilder 6.7 und 6.8).



6.7 Richtiger Buchstabenabstand



6.8 Falscher Buchstabenabstand

In der folgenden Übersicht sind die Zahlenwerte für die gebräuchlichsten Nenngrößen aufgeführt (Angaben in mm).

Nenngröße	3	4	6	8
Höhe der Großbuchstaben	3	4	6	8
Höhe der Kleinbuchstaben	2	3	4,5	6
Strichdicke (Federgröße)	1/2	1/2	3/4	1
Wortabstand	≈ 2	≈ 3	≈ 4,5	≈ 6
Zeilenabstand	5	6,5	6,5	12,5

Die schräge Schrift für Zeichnungen ist leicht zu erlernen, wenn die Buchstaben in einer bestimmten Reihenfolge nach steigendem Schwierigkeitsgrad geübt werden. Dazu wird zweckmäßig ein gedrucktes im Handel erhältliches Schriftübungsblatt benutzt, auf dem für jeden Buchstaben die richtige Aufeinanderfolge der einzelnen Schriftzüge angedeutet ist (Bild 6.9).



6.9 Schriftzüge beim Schreiben einzelner Buchstaben

Feder und Bleistift dürfen beim Schreiben niemals „geschoben" werden. Die Striche sind immer nur von oben nach unten oder von links nach rechts zu ziehen!
Einige Hinweise zum Schreiben mit Tusche und Feder:

1. Die Feder muß gut gereinigt sein, damit die Tusche beim Schreiben mit leichtem Druck gleichmäßig nachfließt.
2. Die Feder darf nicht in die Tuscheflasche eingetaucht werden. Die Tusche ist mit dem Tropfer oder einem im Flaschenverschluß eingesetzten, abgeschrägten Röhrchen oder mit dem Röhrchen der Tuschetubette zwischen Ober- und Unterfeder zu bringen.
3. Ist die Feder neu gefüllt, sind erst auf einem Übungsblatt einige Striche zu ziehen, damit der Schrift nicht anzusehen ist, an welchen Stellen mit frisch gefüllter Feder angesetzt wurde.
4. Der Federhalter ist so zu führen, daß das Plättchen der Feder ganz aufliegt, damit man gleichmäßige Striche bekommt (Bild 6.10).



6.10 Richtige und falsche Federhaltung

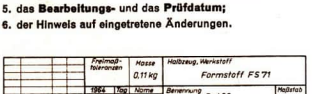
Schriftfeld und Stückliste

Technische Zeichnungen werden bei der Herstellung von Einzelteilen, bei Montage- und Instandsetzungsarbeiten, für die Betriebsplanung und auch für die Werbung benötigt.
In allen Fällen reicht die bildliche Darstellung trotz eingetragener Maße noch nicht aus, um dem Betrachter eine genaue Übersicht und Anleitung zu geben.
Zur besseren Erläuterung der Abbildung sind weitere Angaben notwendig, die in das Schriftfeld (Bilder 7.1 bis 7.5) und in die Stückliste (Bilder 7.6 bis 7.8) einzutragen sind.

Schriftfeld

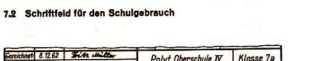
Jede Zeichnung, unabhängig von Anzahl und Größe der abgebildeten Einzelteile oder von ihrer Vollständigkeit, ist mit einem Schriftfeld zu versehen (Bild 7.1).
Die nachfolgenden Angaben sind in jedes Schriftfeld einzutragen:

1. **die Benennung,** aus der die Art des gezeichneten Werkstückes oder Gerätes eindeutig erkennbar ist;
2. **der Maßstab,** in dem gezeichnet wurde;
3. **die Zeichnungsnummer;**
4. **die Namen des Zeichners, des Prüfers und die Bezeichnung des Betriebes,** der Schule, des Institutes;
5. **das Bearbeitungs- und das Prüfdatum;**
6. **der Hinweis auf eingetretene Änderungen.**



7.1 Schriftfeld einer Zeichnung

In das Schriftfeld (Bild 7.1) sind Eintragungen vorzunehmen, die für eine Schulzeichnung nicht benötigt werden. Für die Oberschule ist daher ein vereinfachtes Schriftfeld zu empfehlen, dessen Abmessungen in Bild 7.2 angegeben sind. Das ausgefüllte Schriftfeld zeigt Bild 7.3.

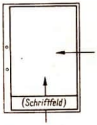


7.2 Schriftfeld für den Schulgebrauch

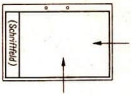
Gezeichnet 8.12.83		Polyt. Oberschule IV	Klasse 7a
Gepr.			
Maßstab 1:1	Spanntreppe		6

7.3 Schriftfeld für den Schulgebrauch, ausgefüllt

Die Lage des Schriftfeldes (Seite 2) beim Format A4 ist auch beizubehalten, wenn das Blatt – unter Berücksichtigung der Fertigungslage des Werkstückes – in Querformat genutzt wird (Bilder 7.4 und 7.5). Dabei müssen die Maßzahlen in Pfeilrichtung lesbar sein.



7.4
A4-Blatt im Hochformat genutzt



7.5
A4-Blatt im Querformat genutzt

Stückliste

Geräte, Maschinen und chemische Apparate bestehen oft aus vielen Einzelteilen, die alle auf einer Gesamtzeichnung (Seite 9) abgebildet und numeriert sind.

Jedes Einzelteil wird in einer gesondert beigefügten Stückliste aufgeführt. Sind es nur wenige Teile, ist eine Anordnung über dem Schriftfeld möglich (Bild 7.6).

Stück	Benennung	Standardblatt Zeichn.-Nr.	Werkstoff	Lfd. Nr.	Halbzeug Hostel-Nr. Gesenk-Nr.	Masse kg/St
1	Halbrundkerbnagel	TGL 0-1476	4 D	4		
1	Buchse	TGL 2948	9 S 20 K	3	Rd 25×11	0,025
1	Griffbolzen	TGL 2948	9 S 20 K	2	Rd 16×85	0,18
1	Griff 40	TGL 2948	Formstoff FS 71	1	12.101	0,11

Skizzieren und Zeichnen

Bevor Maler ein Bild malen, Schriftsteller einen Aufsatz schreiben oder Dreher ein Werkstück anfertigen, durchdenken sie die Aufgabe, fertigen Entwürfe an oder legen die einzelnen Arbeitsschritte fest.

Diese Arbeitsweise gilt überall, also auch im technischen Zeichnen.

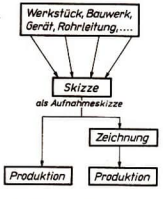
Skizze[1] und Zeichnung[2]

Bevor die Ingenieure, Konstrukteure und die Technischen Zeichner eine Zeichnung beginnen, sind viele Vorüberlegungen anzustellen und gegebenenfalls mehrere Entwürfe anzufertigen. Hierbei werden Skizzen als einfaches und zugleich anschauliches Verständigungsmittel benutzt (Bild 8.1).

Bei Reparaturen, für Verbesserungsvorschläge und bei Änderungen ist es meist notwendig, sich am Arbeitsplatz einige Aufzeichnungen zu machen. Auch hier dienen Skizzen als Grundlage für später anzufertigende Zeichnungen. Skizzen, auf denen etwas bereits Vorhandenes dargestellt wird, nennt man „Aufnahmeskizzen" (Bild 8.2).



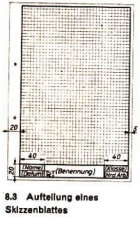
8.1 Stellung der Skizze und Zeichnung bei Neuentwicklungen



8.2 Stellung der Skizze im Produktionsprozeß

Häufig wird die Skizze bei Arbeitsbesprechungen, Produktionsberatungen und als Hilfe für einfache Berechnungen benutzt. Auch im Schulunterricht ist die Skizze in vielfältiger Form anzuwenden.

Für das Anfertigen von Skizzen sind die Zeichengrundsätze einzuhalten, obwohl alle Linien freihändig zu ziehen sind, das heißt ohne Lineal, Zeichendreieck oder Zirkel. Man verwendet am besten kariertes Zeichenpapier im A4-Format mit etwas rauher Oberfläche. Die Karos sollen eine Größe von 5×5 mm haben (Zeichenblätter für Berufsschulen). Wie ein Skizzenblatt eingeteilt werden soll, ist aus Bild 8.3 zu entnehmen.



8.3 Aufteilung eines Skizzenblattes

[1] **Skizze (technische Skizze):** Skizzen werden meist freihändig, ohne Hilfsmittel, angefertigt. Es kommt im wesentlichen darauf an, die richtigen Größenverhältnisse einzuhalten. Skizzen sind keine Schmierblätter!

[2] **Zeichnung (technische Zeichnung):** An die Sauberkeit und Genauigkeit von technischen Zeichnungen werden größte Anforderungen gestellt. Zur Anfertigung sind Meßstab, Lineal, Schablone und Zirkel zu verwenden.

Einige Hinweise zum Skizzieren und Zeichnen

Jede Skizzier- oder Zeichenübung sollte in einer bestimmten Reihenfolge ausgeführt werden.



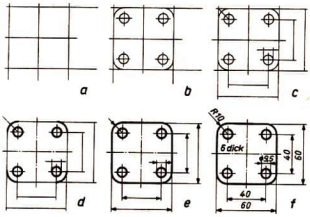
8.4 Verschlußdeckel (Raumbild in isometrischer Perspektive)

Für das Zeichnen des Verschlußdeckels (Bild 8.4) eignet sich folgende Lösung:

a) Mit sehr dünnen Konstruktionslinien wird die Grundform des Werkstückes, evtl. in allen Ansichten zugleich, angedeutet. Bei symmetrischen Körpern muß man mit den Symmetrieachsen beginnen.

b) Mit dünnen Linien werden Bohrungen, Gewinde, Durchbrüche usw. eingezeichnet, wodurch die endgültige Form des Werkstückes sichtbar wird.

c) Die für die Maßeintragung notwendigen Linien werden dünn eingezeichnet.



8.5

d) Alle nicht benötigten Linien werden nun ausradiert, und man beginnt mit dem „Nachziehen" der Körperkanten (weichen Bleistift benutzen!). Es ist zweckmäßig, stets alle Rundungen zuerst nachzuziehen.

e) Alle Linien für die Maßeintragung werden nachgezogen. (Seite 12), und die Maßpfeile werden eingetragen.

f) Das Blatt wird mit schräger Schrift nach TGL 0–16 beschriftet. (Schutzblatt zwischen Hand und Zeichnung legen!)

Einige Regeln, die man sich gut einprägen muß:

1. Zum Skizzieren kariertes Zeichenpapier verwenden, zum Zeichnen weißen Zeichenkarton.
2. Für die Anfertigung von Skizzen und Zeichnungen die Reihenfolge – vorzeichnen, radieren, nachziehen – einhalten.
3. Beim Srichziehen den ganzen Unterarm bewegen, die Hand leicht auflegen lassen.
4. Beim Vorzeichnen ist der Bleistift (2H) weit oben anzufassen und schräg zu halten.
5. Beim Nachziehen ist der Bleistift (HB) weit unten anzufassen und senkrecht zu halten.

Darstellungsverfahren (1)

Für die Darstellung räumlicher Gebilde auf einer Zeichenebene werden verschiedene Abbildungsverfahren verwendet. Das Erforschen ihrer Gesetzmäßigkeiten ist Gegenstand der darstellenden Geometrie.
Die gezeichneten Bilder sollen anschaulich, maßgerecht und einfach herzustellen sein.
Da es kein Darstellungsverfahren gibt, das alle drei Forderungen zugleich erfüllen kann, ist das für den Verwendungszweck günstigste jeweils auszuwählen.

Zentralprojektion

Bei der zentralperspektivischen Darstellung führen alle Linien, die am Gegenstand waagerecht verlaufen, auf einen oder zwei Fluchtpunkte hin. Diese Abbildungen sind zwar sehr anschaulich, aber schwierig zu konstruieren (Bild 9.1).



9.1 Gebäude in zentralperspektivischer Darstellung

Axonometrische Projektion

Bei der axonometrischen Projektion werden alle Kanten, die an Werkstücken, Bauteilen oder Bauwerken parallel verlaufen, auch parallel gezeichnet.
Man verwendet für technische Zeichnungen die **isometrische** und **dimetrische** Darstellung.
Beide sind standardisiert und in TGL 0-5 beschrieben.

Isometrische Darstellung (iso = gleich; metrisch = maßig)
a : b : c = 1 : 1 : 1
das heißt, alle Kanten werden im gleichen Längenverhältnis abgebildet (Bild 9.2).



9.2

Dimetrische Darstellung (di = zwei; metrisch = maßig)
a : b : c = 0,5 : 1 : 1
das heißt, alle Kanten, die unter einem Winkel von 42° verlaufen, werden um die Hälfte verkürzt gezeichnet (Bild 9.3).



9.3

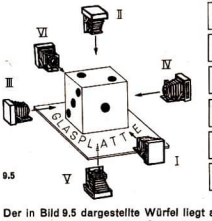


9.4

Auch das Bild 9.4 zeigt eine dimetrische Darstellung, weil sich die Kanten verhalten wie a : b : c = 0,5 : 1 : 1.
Diese 45°-Perspektive (auch Frontal- oder Kavalierperspektive genannt) ist nicht standardisiert. Sie wird hier genannt, weil sie leicht erlernbar und in der Praxis für das freihändige Skizzieren auf kariertem Papier mit Erfolg anzuwenden ist.

Das Zeichnen von Ansichten

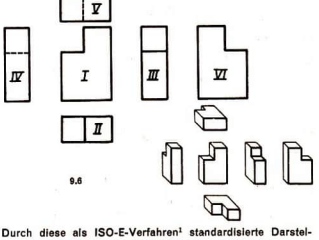
Zentralprojektion und Axonometrie liefern zwar sehr eindeutige Bilder, sie kommen jedoch wegen der schlechten Maßgerechtheit und der komplizierten Bildkonstruktion für technische Zeichnungen im Regelfall nicht in Frage. Eine einfachere, allerdings weniger anschauliche Darstellungsart hat sich durchgesetzt: Man schaut senkrecht auf das Werkstück (oder auf eine Hauptebene) und zeichnet das, was man sehen kann.



9.5

I Vorderansicht
II Draufsicht
III Seitenansicht von links
IV Seitenansicht von rechts
V Untersicht
VI Rückansicht

Der in Bild 9.5 dargestellte Würfel liegt auf einer Glasplatte. Man kann ihn also von allen Seiten aus sehen oder, wie es im Bild dargestellt ist, von allen Seiten fotografieren. Die Bilder aus den verschiedenen „Sichten" erhalten die in Bild 9.5 gegebenen Benennungen.
Damit nicht zu jeder Ansicht die Blickrichtung angegeben oder der Betrachter um den Körper herumgeführt werden muß, ist nach TGL 9727 wie folgt zu verfahren:
Der Körper wird auf eine Ebene gelegt und jeweils um 90° herumgeklappt. Die dem Betrachter zugewandte Ansicht wird gezeichnet.



9.6

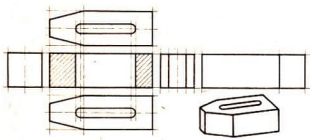
Durch diese als ISO-E-Verfahren[1] standardisierte Darstellungsart ergibt sich folgende Anordnung der Ansichten:

Ansicht	Nr.	Lage
Draufsicht	II	unter der Vorderansicht
Seitenansicht von links	III	rechts neben der Vorderansicht
Seitenansicht von rechts	IV	links neben der Vorderansicht
Untersicht	V	über der Vorderansicht
Rückansicht	VI	rechts neben der Seitenansicht von links

[1] ISO = Internationale Standardisierungs-Organisation
E = Europäische Darstellung

Darstellungsverfahren (2)

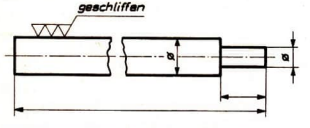
Für technische Informationen, wie Zeichnungen, Beschreibungen, Bedienungsanleitungen und für Berechnungen, erfolgt die Darstellung von Gegenständen durch Zeichnen von Ansichten. Siehe Darstellungsverfahren (1).
Dieses in TGL 9727 beschriebene Verfahren ergibt für das Spanneisen VUB 1–33 folgendes Bild mit 6 Ansichten (Bild 10.1):



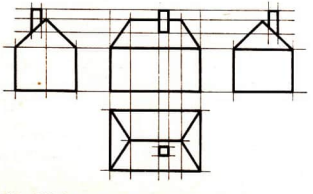
10.1 Spanneisen VUB 1–33 in 6 Ansichten nach TGL 9727

Mögliche Ansichten

In der Praxis werden allerdings nur soviel Ansichten gezeichnet wie zum eindeutigen Erkennen der Form notwendig sind. Dabei ist die Vorderansicht immer zu zeichnen. Für sie ist die Lage des abzubildenden Gegenstandes so zu wählen, daß wesentliches über seine Form ausgesagt werden kann. Für Einzelteile ist dies die Lage bei einer wichtigen Herstellungsstufe (Bild 10.1 und 10.6; Bild 10.2), für Baugruppen und Maschinen (Bild 10.3), für Anlagen, Gebäude und Fahrzeuge (Bild 10.4 und 10.5) die sich dem aufrecht stehenden Betrachter bietende Form.



10.2 Fertigungszeichnung zum Drehen und Schleifen einer Bohrmaschinenspindel (Hauptarbeitsstufe)

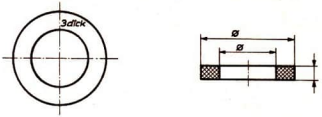


10.3 Gebäude in vereinfachter Darstellung

Es ist üblich, den Gegenstand im Endzustand zu zeigen; Ausgangs- oder Zwischenstufen werden nur in besonderen Fällen eingezeichnet oder angedeutet.

Notwendige Ansichten

Durch die nachfolgenden Beispiele wird deutlich, daß die Anzahl der notwendigen Ansichten unterschiedlich sein kann. Man ist bestrebt, so wenig Ansichten wie möglich zu zeichnen, allerdings darf die Eindeutigkeit nicht verlorengehen.

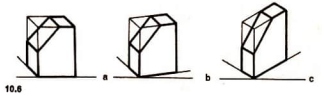


10.4 Dichtring aus Gummi. Bei sogenannten flachen Gegenständen genügt eine Ansicht, wenn die Dicke als Wortangabe eingetragen wird

10.5 Dichtring aus Gummi in geschnittener Darstellung. Unter Verwendung von Formangaben vor den Maßzahlen (⌀, R) kann selbst das Bild 10.4 noch zeichnerisch vereinfacht werden

Hinweise zur perspektivischen Darstellung

1. Es ist zweckmäßig, die Gegenstandslage so zu wählen, daß die vordere, obere und linke Seitenfläche zu sehen sind (Bild 10.6a bis c). Vergleiche auch hierzu die Bilder 9.2 bis 9.4.



10.6

2. Zuerst die einfachste geometrische Grundform andeuten bzw. aus mehreren Grundformen entwickeln. (Eine äußere Hülle schaffen!)
Möglichst bei der Kante beginnen, die dem Betrachter am nächsten liegt.

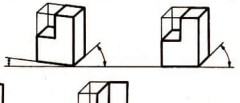


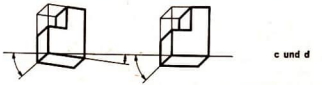
10.7 a: Hüllfigur, b: fertige Konstruktion c: Körperkanten nachgezogen

3. Soll der Gegenstand von rechts oder von unten betrachtet werden, dann gelten folgende Regeln:

10.8

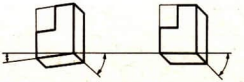
a und b





c und d

e und f



Zeichnungsarten

Technische Zeichnungen ermöglichen ihren Benutzern, sich eindeutig zu informieren. Das ist in allen Produktionsbereichen notwendig beim Herstellen, Prüfen und Zusammenbau von Einzelteilen, bei Reparaturen und Betriebsstörungen, als Berechnungsgrundlage für Bauwerke oder für Patentanmeldungen. Mit Eindringen der Technik in alle Gebiete unseres Lebens wird auch die technische Zeichnung überall benötigt. Ihren vielfältigen Aufgaben entsprechend gibt es zahlreiche Arten, die nach Anfertigungsart, Verwendungszweck und Umfang unterschieden werden können:

Nach Art der Anfertigung:

Originale	Vervielfältigungen
Bleiskizze	Lichtpause
Bleizeichnung	Fotokopie
Tuscheskizze	Druckverfahren
Tuschezeichnung	

Nach Verwendungszweck:
- Entwurfszeichnung
- Fertigungszeichnung für Herstellung
- Fertigungszeichnung für Zusammenbau
- Fertigungszeichnung für Instandsetzung
- Bestellzeichnung
- Fundamentzeichnung
- usw.

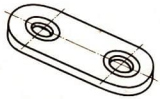
Nach Inhalt:
- Teilzeichnung
- Gruppenzeichnung
- Gesamtzeichnung (bisher Übersichtszeichnung, Zusammenstellungs- oder Gerätezeichnung genannt)

In TGL 0-199 sind **Pläne** und **grafische Darstellungen** als weitere Zeichnungsarten genannt:

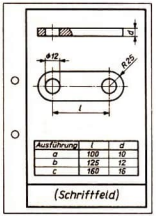
Pläne:
- Aufstellungsplan
- Lageplan
- Gleisplan
- Rohrleitungsplan
- Stromlauf- und Schaltplan

Grafische Darstellungen:
werden vielfach angewandt, um physikalische, biologische, technische und gesellschaftliche Vorgänge zu erläutern.

Die Teilzeichnung Bild 11.2 stellt ein Werkstück mit den zur Fertigung benötigten Maßangaben, Sinnbildern und Wortzusätzen dar. Sie ist damit zugleich Fertigungszeichnung für mehrere ähnliche Werkstücke.



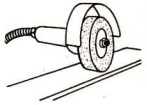
11.1 Verbindungslasche (dimetrische Darstellung)



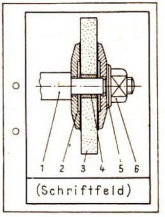
11.2 Teilzeichnung der Verbindungslasche

Gesamtzeichnungen stellen ein vollständiges Erzeugnis oder eine Baugruppe so dar, daß eindeutig erkennbar wird, welche Teile dazugehören und wie sie zusammengefügt werden müssen. Durch Numerierung der Teile wird die Verbindung zur Stückliste hergestellt.

Das Bild 11.4 zeigt nur einen Teil der Schleifmaschine, eine Baugruppe; demnach handelt es sich um eine Gruppenzeichnung. Nach dem Verwendungszweck könnte sie sowohl als Entwurfs-, Zusammenbau- oder Bestellzeichnung dienen.

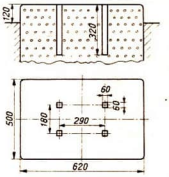


11.3 Schleifen mit biegsamer Welle



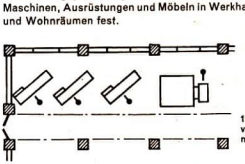
11.4 Gruppenzeichnung einer Schleifspindel

Fundamentzeichnungen dienen der baulichen Vorbereitung am Aufstellungsort von Maschinen, um diese dort so zu verankern, daß sie möglichst fest stehen und erschütterungsfrei laufen.



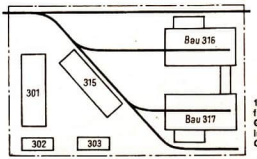
11.5 Fundamentzeichnung für eine Kreiselpumpe

Aufstellungspläne legen die räumliche Anordnung von Maschinen, Ausrüstungen und Möbeln in Werkhallen, Arbeits- und Wohnräumen fest.



11.6 Aufstellung von Drehmaschinen

Lagepläne zeigen die Lage von Gebäuden, Straßen und ganzen Betriebsanlagen.



11.7 Lageplan für Gleisanschluß in einem Chemiebetrieb

Weitere Pläne befinden sich in den Beispielen im Teil 2 dieses Zeichenlehrganges (Schalt- und Stromlaufpläne), im Physiklehrbuch (Darstellung von Kräften) und in der Produktion (z. B. Schmierleitungspläne von Werkzeugmaschinen).

Linienarten
Maßeintragung (1)

Linienarten

Die Ausführung der Linien auf technischen Zeichnungen ist nach TGL 9727, Blatt 1 standardisiert. Im Bild 12.1 sind die wichtigsten Linienarten genannt. Jede dieser Linienarten hat einen ganz bestimmten, abgegrenzten Anwendungsbereich. So nimmt man z. B. die:

dicke Vollinie
für sichtbare Körperkanten,

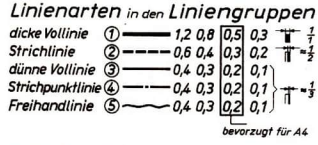
Strichlinie
für verdeckte Körperkanten,

dünne Vollinie
für Maß- und Maßhilfslinien, für Schraffuren, bei Außengewinden für den Kerndurchmesser, bei Innengewinden für den Außendurchmesser,

Strichpunktlinie
für Mittellinien, für Teilkreise, für Grenzlagen,

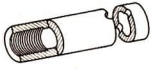
Freihandlinie
für Bruchlinien, für Holzschraffuren.

Bild 12.2 zeigt am Beispiel eines Kupplungsstückes[1] die Anwendung einzelner Linienarten.

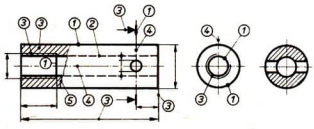


12.1 Linien für technische Zeichnungen

Aus Bild 12.1 sind weiterhin die vier standardisierten Liniengruppen zu entnehmen. Die Liniengruppen werden nach der dicksten Linienart benannt.
Jede Zeichnung enthält nur Linien einer Liniengruppe.



12.2 a Perspektivbild des Kupplungsstückes



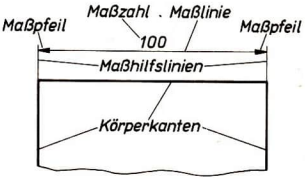
12.2 b Linienarten an der Zeichnung eines Kupplungsstückes

[1] Wird verwendet für die lösbare Verbindung zweier Wellen

Maßeintragung

Nachdem die Form des Gegenstandes auf Skizzen oder Zeichnungen eindeutig abgebildet wurde, ist die Maßeintragung vorzunehmen. Sie soll so erfolgen, daß das Werkstück danach hergestellt, geprüft oder montiert werden kann.

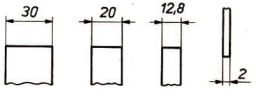
Zu einer übersichtlichen Maßeintragung werden Maßlinien, Maßhilfslinien, Maßpfeile und Maßzahlen benötigt (Bild 12.3).



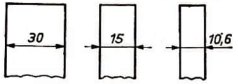
12.3 Elemente der Maßeintragung

Anordnung der Maßangaben

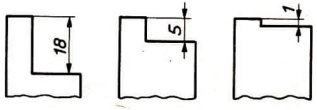
Je nach den vorhandenen Platzverhältnissen werden Maßeintragungen zwischen 2 Maßhilfslinien, zwischen 2 Körperkanten oder zwischen Maßhilfslinie und Körperkante vorgenommen (Bilder 12.4, 12.5 und 12.6).
Jedes Maß ist nur einmal einzutragen.



12.4 Maßeintragung zwischen zwei Maßhilfslinien



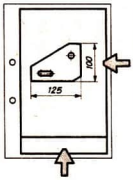
12.5 Maßeintragungen zwischen zwei Körperkanten



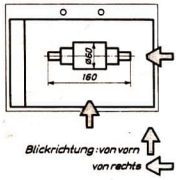
12.6 Maßeintragungen zwischen einer Körperkante und einer Maßhilfslinie

Maßzahlen

Die Maßzahlen und andere notwendige Eintragungen sollen von vorn und von rechts lesbar sein!
Wird die Zeichnung bei der Herstellung oder Montage des Gegenstandes im A4-Hochformat benutzt, sind die Maße wie auf Bild 13.1 anzuordnen. Wird aus Platzgründen die Zeichnung im A4-Querformat ausgeführt, erfolgt die Maßanordnung wie auf Bild 13.2.



13.1



13.2

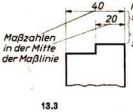
Die Maßzahlen werden in schräger Schrift nach TGL 0–16 und nicht kleiner als 3 mm geschrieben. Die Maßzahlen dürfen durch Linien nicht getrennt oder gekreuzt werden.
Auf technischen Zeichnungen werden alle Maße in Millimeter angegeben und ohne Maßeinheit geschrieben.

Maßhilfslinien

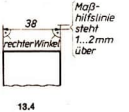
Maßlinien sind dünne Vollinien und treffen rechtwinklig auf Maßhilfslinien oder Körperkanten (Bilder 13.3 bis 13.5). Die Maßhilfslinien gehen 1 bis 2 mm über die Maßpfeilspitze bzw. über die Maßlinie hinaus (Bild 13.4).

Maßlinien

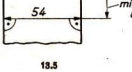
Die Maßlinien sollen einen Mindestabstand von 8 mm zur nächsten Körperkante haben. Weitere zur ersten parallel laufende Maßlinien erhalten einen Abstand von mindestens 5 mm (Bild 13.3). Körperkanten dürfen nicht als Maßlinien verwendet werden.



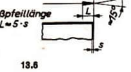
13.3



13.4



13.5



13.6

Maßpfeile

Die Maßpfeile schließen einen Winkel von etwa 15° ein, werden voll ausgefüllt und sollen eine Länge haben, die etwa der fünffachen Dicke oder Körperkante entspricht (Bild 13.6). In Zeichnungen auf A4-Formaten beträgt die Länge der Maßpfeile 3 bis 5 mm.

Grundsätze der Maßeintragung

Ein Werkstück wie in Bild 13.7 sei zu bemaßen.

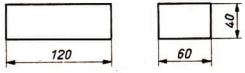


13.7 Führung



13.8 Quaderförmige Grundform

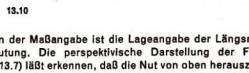
Zunächst wird die quaderförmige Grundform (Bild 13.8) hergestellt. Dafür sind drei Maße erforderlich:
die Länge (120 mm),
die Breite (60 mm) und
die Höhe (40 mm).
Die technische Darstellung des Quaders in Vorderansicht und Seitenansicht mit eingetragenen Maßen zeigt Bild 13.9.



13.9

Die Längsnut entspricht in ihrer Form ebenfalls einem Quader (Bild 13.8). Es wären wiederum drei Maße einzutragen. Da die Nut ebenfalls 120 mm lang ist, wird dieses Maß nicht noch einmal eingetragen. Es sind zu ergänzen (Bild 13.10):

Breite der Nut: 16 mm,
Tiefe der Nut: 32 mm.



13.10

Neben der Maßangabe ist die Lageangabe der Längsnut von Bedeutung. Die perspektivische Darstellung der Führung (Bild 13.7) läßt erkennen, daß die Nut von oben herauszuarbeiten ist und in der Mitte des Quaders liegt. Diese Mittenlage wird durch eine Mittellinie (Symmetrielinie) gekennzeichnet (Bild 13.11).
Die technische Darstellung der Führung ohne Oberflächenzeichen und Toleranzen zeigt das Bild 13.10.



13.11

Maßeintragung (3)

Das Maß 32 mm kann bei ausreichenden Platzverhältnissen auch innerhalb der Führung eingetragen werden. Dadurch würde die Forderung erfüllt, daß sich Maßlinien, Maßhilfslinien und Körperkanten möglichst nicht kreuzen sollen.

Es ist darauf zu achten, daß zusammengehörige Maße möglichst in einer Ansicht eingetragen werden (Maße 32 mm und 16 mm in Bild 13.10). Ein Durchziehen von Maßhilfslinien von einer Ansicht zur anderen ist nicht statthaft. An verdeckten Kanten wird keine Maßeintragung vorgenommen.

Die Maße 16 mm und 32 mm bestimmen in Bild 14.1 die Breite des Werkzeuges und die Tiefe der Zustellung von der oberen Fläche (Bezugsfläche). Somit entspricht die Maßeintragung den Grundsätzen der Herstellung. Die Maßeintragung ist also herstellgerecht oder „fertigungsgerecht".



14.1 Fräsen der Längsnut



14.2 Prüfen der Nuttiefe



14.3 Prüfen der Nutbreite

Die Maßeintragung muß auch so vorgenommen werden, daß die eingetragenen Maße ein leichtes Prüfen des Werkstückes zulassen. Es soll „prüfgerecht" bemaßt sein, d. h., alle in der Zeichnung eingetragenen Maße müssen mit gebräuchlichen Meßzeugen am Werkstück überprüft werden können.

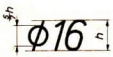
Die Tiefe der Führung wird mit einem Tiefenmeßschieber (Bild 14.2), die Breite der Nut mit einem Meßschieber (Bild 14.3) gemessen.

Die Auswahl der Maße und ihre Eintragung in die Zeichnung ist so vorzunehmen, daß

1. Werkstücke, Bauteile, Maschinen oder Bauwerke danach hergestellt werden können (fertigungsgerecht);
2. die eingetragenen Maße ein leichtes Prüfen ermöglichen (prüfgerecht);
3. der Gegenstand die ihm zugedachten Aufgaben erfüllen kann (funktionsgerecht).

Durchmesserzeichen

Die Kreisform wird ohne Rücksicht auf die Erkennbarkeit des Kreises mit einem Durchmesserzeichen vor der Maßzahl angedeutet. Größe und Ausführung des Durchmesserzeichens zeigt Bild 14.4.



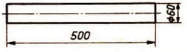
14.4 Kurzzeichen für Durchmesser mit Maßzahl

Eine Welle mit einem Durchmesser von 60 mm und 500 mm Länge (Bild 14.5) wird in einer technischen Zeichnung wie auf Bild 14.6 dargestellt und bemaßt. Seitenansicht und Draufsicht können in Bild 14.6 entfallen, da das Durchmesserzeichen die Querschnittsform eindeutig kennzeichnet.



14.5 Welle in Perspektivdarstellung

14.6 Zeichnung einer Welle ohne Oberflächenzeichen, Fasen und Toleranzen



Kreisform erkennbar	Kreisform ohne Bemaßung nicht erkennbar	Merkmale
		Maßlinie, Maßpfeile und Maßzahl zwischen den Körperkanten
		Maßlinie, Maßpfeile und Maßzahl zwischen den Maßhilfslinien
		Maßlinie verlängert, Maßpfeile von außen an Maßhilfslinien, Maßzahlen zwischen den Maßpfeilen
		Maßlinie verlängert, Maßpfeile von außen an die Maßhilfslinien, Maßzahl auf verlängerter Maßlinie
	—	Maßlinie verlängert, Maßpfeile von außen an die Körperkante, Maßzahl auf verlängerter Maßlinie
		Bei sehr kleinen Bohrungen anwendbar. Maßlinie, Maßpfeile, Maßhilfslinien entfallen, dafür Bezugslinien

Übersicht 14.1 Maßeintragung an kreisförmigen Gegenständen

Die Maßeintragung bei runden Körpern und runden Hohlräumen zeigt die Übersicht 14.1. Es sind zur Vereinfachung nur die Durchmessermaße angegeben.

Quadratzeichen und Diagonalkreuz

Werden Werkstücke mit quadratischen Querschnitten nur in der Ansicht dargestellt, aus der die Quadratform nicht erkennbar ist, so ist vor die Maßzahl ein Quadratzeichen nach Bild 14.7 zu setzen. Das Diagonalkreuz (dünne Vollinie) kennzeichnet ebene vierseitige Flächen. Wenn Seitenansicht oder Draufsicht fehlen, muß das Diagonalkreuz angewendet werden.

14.7 Kurzzeichen für Quadrate mit Maßzahl

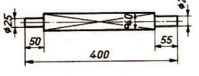


Maßeintragung (4)

Eine Achse quadratischen Querschnittes mit beidseitigen Stirnzapfen runder Querschnittsformen (ohne Übergangsrundungen und Fasen) wird auf einer technischen Zeichnung wie in Bild 15.2 dargestellt.
Neben den Querschnittsabmessungen (□ 40 mm, ⌀ 28 mm und ⌀ 25 mm) ist die Gesamtlänge der Achse (400 mm) sowie die Länge der Stirnzapfen (50 und 55 mm) anzugeben. Die Lage der Zapfen an den Stirnseiten sowie die mittige Lage zum Vierkantprofil ist aus der Zeichnung durch die Mittellinie zu erkennen.



15.1 Vierkantachse



15.2 Zeichnung einer Vierkantachse ohne Oberflächenangaben, Fasen und Toleranzen

Die Bemaßung und Darstellung von Werkstücken mit runder und quadratischer Querschnittsfläche unterscheiden sich folgendermaßen (Übersicht 15.1):

Darstellung	Kennzeichen	Merkmale
	Kreisform ohne Bemaßung nicht erkennbar	Durchmesserzeichen vor Maßzahl
	Quadratform ohne Bemaßung nicht erkennbar	Quadratzeichen vor Maßzahl, Diagonalkreuz muß gezeichnet werden
	Kreisform in zweiter Ansicht erkennbar	Durchmesserzeichen vor Maßzahl
	Quadratform in zweiter Ansicht erkennbar	Maße in zweiter Ansicht eingetragen Diagonalkreuz kann zur Kennzeichnung ebener vierseitiger Flächen beibehalten werden

Übersicht 15.1

Rundungen

–	–	0,2	–	–	0,4	–	0,6	–	1
–	1,6	–	2,5	–	4	–	6	–	10
–	16	20	25	32	40	50	60	80	100
125	160	200	250	320	400	500	630	800	1000

Auszug aus TGL 0-250 – Rundungen

Verschiedentlich ist es notwendig, die Körperkanten von Werkstücken als Rundungen auszuführen. Die Größen sind in TGL 0-250 – Rundungen festgelegt.
Rundungen werden durch eine als Halbmesser ausgeführte Maßlinie in Verbindung mit dem Halbmesserkurzzeichen „R" und dahintergesetzter Maßzahl (Bild 15.3) bemaßt.



15.3 Kurzzeichen für Halbmesser mit Maßzahl

Derartige Halbmesser erhalten nur einen Maßpfeil am Kreisbogen. Der Mittelpunkt des Kreisbogens wird

durch ein Mittellinienkreuz,
bei nicht vorhandener Mittellinie durch einen kleinen Kreis oder bei sehr großen und sehr kleinen Halbmessern überhaupt nicht

gekennzeichnet (Übersicht 15.2).

Beispiel	Kennzeichen	Merkmale
	Mittelpunkt in gekreuzter Mittellinie	Maßlinie, Maßpfeil und Maßzahl zwischen Mittelpunkt und Körperkante
 zu empfehlen für Halbmesser kleiner als 8 mm		Maßlinie verlängert, Maßpfeil von außen an die Körperkante, Maßzahl auf verlängerter Maßlinie
	Mittelpunkt als Kreis	Maßlinie, Maßpfeil und Maßzahl zwischen Mittelpunkt und Körperkante
 zu empfehlen für Halbmesser kleiner als 8 mm		Maßlinie verlängert, Maßpfeil von außen an die Körperkante, Maßzahl auf verlängerter Maßlinie
	Mittelpunkt nicht gekennzeichnet	Maßzahl über Maßlinie oder gegenüber der Maßpfeilspitze
 zu empfehlen für sehr große Halbmesser	Mittelpunkt nicht gekennzeichnet, jedoch auf verlängerter Mittellinie liegend	Maßlinie gekürzt, Maßpfeil an der Körperkante anliegend, Maßzahl auf gekürzter Maßlinie

Übersicht 15.2 Maßeintragung für Rundungen

Das letzte Beispiel der Übersicht 15.2 kommt vorwiegend dann vor, wenn bei sehr großen Halbmessern der Mittelpunkt des Kreisbogens außerhalb des Zeichenfeldes oder in der anderen Ansicht liegt oder die Darstellung zu unübersichtlich wird.

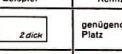
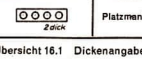
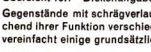
Dickenangabe

Bei der Darstellung flacher Gegenstände ist zur eindeutigen Formangabe meist nur die Vorderansicht erforderlich. Eintragung des Dickenmaßes erfolgt dann durch einen Wortzusatz z. B. „6 dick" (Übersicht 16.1). Die Wortangabe soll von vorn lesbar sein.

Beispiel	Kennzeichen	Maßeintragung
 2 dick	genügend Platz	innerhalb der Darstellung
 2 dick	Platzmangel	außerhalb der Darstellung

Übersicht 16.1 Dickenangabe

Gegenstände mit schrägverlaufenden Kanten werden entsprechend ihrer Funktion verschieden bemaßt. Übersicht 16.2 zeigt vereinfacht einige grundsätzliche Möglichkeiten.

Beispiele	Bezeichnung durch . . .	Erläuterung der Funktion, z. B.
	Längenmaße	Platzbedarf
	Winkelmaße	Trennwirkung saubere Verbindung
	Angabe des Verhältnisses einer Maßdifferenz zur dazugehörigen Länge	Haftung Gleitwirkung
	Prozentangabe	Lösen aus dem Walzenprofil Überwindung eines Höhenunterschieds

Übersicht 16.2

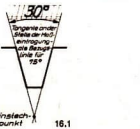
Die Angabe von **Längenmaßen** ist auf den Seiten 10 und 11 dargelegt.

Winkel

Die Angaben über „Maßeintragung" auf den Seiten 10 und 11 gelten sinngemäß auch für Winkelmaße – mit zwei Unterschieden:

1. Die Maßbegrenzungslinien sind die Schenkel eines Winkels.
2. Die Maßlinie ist Teil eines Kreisbogens, dessen Mittelpunkt zugleich Scheitelpunkt der Schenkel ist (Bild 16.1).

Die Bilder 16.1 und 16.2 enthalten Angaben zur Schreibweise und zur Lesbarkeit der Maßzahlen, die Übersicht 16.3 zeigt verschiedene Möglichkeiten.



16.1



16.2

Maßpfeile von innen	Maßpfeile von außen	Maßeintragung an . .	Lesbarkeit der Maßzahl	Maßzahlen
		Körperkanten	von rechts	zwischen Pfeilspitzen
		Körperkante und Maßhilfslinie	von unten rechts bzw. links	
		Maßhilfslinien	von unten	
				seitlich über Maßlinie

Übersicht 16.3

Neigung – Verjüngung – Kegel

	Neigung	Verjüngung	Kegel
Grundform	 Keil	 Pyramide	 Kegel
Zweckform	 Keilstumpf	 Pyramidenstumpf	 Kegelstumpf
Maßeintragung allgemein	 „Neigung" parallel zur Mantellinie	 „Verjüngung" parallel zur Mittellinie	 „Kegel" parallel zur Mittellinie
rechn. Grundlagen	$1 : n = (H-h) : l$	$1 : v = (A-a) : l$	$1 : k = (D-d) : l$
Beispiele	standardisierte Keile (1 :100) Gleitbahnen	Amboßeinsätze Werkzeugschäfte	Kegelstifte (1:50) Dichtungskegel Werkzeugschäfte

Übersicht 16.4

Bei den in Übersicht 16.4 dargestellten Formen ist eine Maßüberbestimmung gestattet. Die Verhältnisangaben kennzeichnen in **einem** Maß die charakteristische Form. Es ist weiterhin möglich, den Neigungswinkel bzw. den halben Kegelwinkel $\frac{\alpha}{2}$ anzugeben.

Merke

Neigungsverhältnis ≙ halbem Kegel- bzw. Verjüngungsverhältnis!
1 : x bedeutet: auf x mm Länge beträgt die Maßdifferenz 1 mm!
Die Angaben in **Prozent** erfolgen in anderen Bereichen, beruhen aber auf den gleichen rechnerischen Grundlagen.

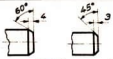
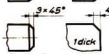
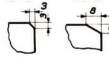
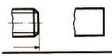
Schlüsselweite

Zum Aufsetzen von Schraubenschlüsseln werden Parallelflächen angearbeitet. Ihre Darstellung auf Zeichnungen ist für alle Werkstoffe und Größen gleich.

Maßeintragung (6)

Fasen

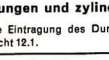
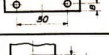
Fasen sind gebrochene, ehemals scharfe Kanten; sie geben ein besseres Aussehen und ermöglichen ein leichteres Aufsetzen von anderen Teilen oder Werkzeugen. Maßeintragung in Übersicht 17.1.

Beispiele	Kennzeichen	Merkmale
	Winkelmaß und Längenmaß	normale Angabe für alle von 45° abweichenden Fasen - aber auch für 45° Fasen
	vereinfachte Maßangabe	nur für 45° Fasen erlaubt, sonst nicht eindeutig
	zwei Längenmaße	nicht üblich bei zylindr. Teilen
	nicht bemaßt (Gratfase auch nicht dargestellt)	bei üblichen Entgratungs- und Anschnittfasen

Übersicht 17.1

Bohrungen und zylindrische Hohlformen

Für die Eintragung des Durchmessermaßes gilt sinngemäß Übersicht 12.1.

	Beispiel	Kennzeichen	Maßeintragung
Tiefen		Durchgangs- bzw. Grundbohrung	als nutzbare Länge gilt Länge ohne Bohrkegel. Schraffur für Maß unterbrochen
Tiefen		Darstellung in einer Ansicht	Kreis ohne Tiefenangabe gilt als Durchgangsbohrung
Abstände		symmetrisch liegende Bohrungen	Symmetrielinie als Maßbezugslinie Mittellinie als Maßhilfslinie
Abstände		Platzmangel	Maßlinie für Abstandsmaß unterbrochen
Abstände		Bohrung und Rundung haben gleichen Mittelpunkt	Angabe R gilt als Abstand von beiden Kanten
Abstände		Bohrungen auf Lochkreis (strichpunktiert)	Lochkreisdurchmesser, offensichtliche gleichmäßige Abstände werden nicht bemaßt (45°, 60°, 90°). Von gleichen Bohrungen einer Anordnung nur eine bemaßen

Übersicht 17.2

Merke

Als Bohrungsabstand gilt grundsätzlich der Abstand der Bohrungsmitten!

Senkungen

Senkungen sind Bohrungserweiterungen von zylindrischer oder kegeliger Form zum „Versenken" von Schrauben- und Nietköpfen sowie zum Entgraten der Bohrungsränder. Ihre Bemaßung zeigt Übersicht 17.3.



17.1 Bohrkegel (120°)



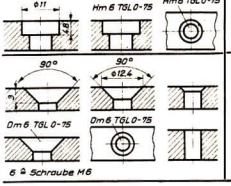
17.2 Maßangabe bei unvollständiger Zylinderform



17.3



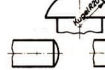
17.4 Maßeintragung bei Langlöchern. Nach Funktion und Herstellung verschieden

Beispiele	Bemerkungen
	zylindrische Senkungen für Zylinderschrauben (H) m ≙ mittel kegelige Senkungen für Senkschrauben (A), Linsensenkschr. (B), Senkholzschr. (D), Senkniete (∝ 75°), als Vorbereitung zum Nieten u. Gewindeschneiden, Entgraten

Übersicht 17.3

Kugel

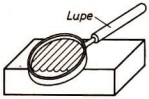
Kugelformen finden Verwendung zum Arbeitsschutz, zur besseren Handhabung, und um die mehrseitige Beweglichkeit eines Gelenks zu ermöglichen.

Beispiele	Kennzeichen	Maßeintragung
	voller oder fast voller Kreis dargestellt	Durchmessermaß
	Kugel-Teilform	Durchmessermaß mit einem Pfeil
	Kugel-Teilform	Halbmessermaß
	Linsenenden bei Wellen, Schrauben u. ä. ohne besond. Funktion	meist nicht bemaßt, wenn, dann ohne „Kugel"

Übersicht 17.4

Oberflächenangaben

Aus den technischen Unterlagen für die Herstellung oder die Reparatur eines Werkstückes muß zu entnehmen sein, wie seine Oberflächen beschaffen sein sollen. Derartige Hinweise werden auf technischen Zeichnungen durch Oberflächenzeichen und Wortangaben angedeutet. Gegossene, gewalzte oder geschmiedete Werkstücke haben unterschiedliche Oberflächen. Auch die spanabhebenden Arbeitsgänge, wie Drehen, Hobeln, Fräsen, Feilen oder Schleifen, hinterlassen Bearbeitungsspuren, die von der Art der Arbeitsbewegung, von der Größe des Vorschubes und auch vom Werkstoff abhängig sind.



18.1 Oberflächenrauhheiten einer Fläche

Die entstehenden Unebenheiten, Rauhheit genannt, dürfen je nach dem Verwendungszweck des Werkstückes nur innerhalb bestimmter Grenzen liegen (Bild 18.1).

Oberflächenzeichen

Welche Oberflächengüte notwendig ist, wird in den Zeichnungen an den jeweiligen Kanten oder Flächen durch Oberflächenzeichen eingetragen. Sie geben stets die Oberflächenbeschaffenheit im Endzustand an, aber nicht das anzuwendende Arbeitsverfahren. So kann eine ebene Fläche z. B. gewalzt, geschmiedet, gefeilt oder gehobelt sein und trotzdem dieselbe Oberflächengüte aufweisen. Die standardisierten Oberflächenzeichen sind in der Übersicht 18.1 zusammengefaßt. Grundsätzlich steht die Spitze jedes Dreieckes auf der zu bearbeitenden Fläche.

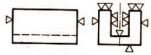
Bearbeitung	Beispiele	Merkmale
ohne Bearbeitungszugabe (urformend oder umformend hergestellt)	ohne Oberflächenzeichen	keine Ansprüche an die Gleichförmigkeit und Glätte einer Oberfläche; Arbeitsverfahren: Walzen, Schmieden, Gießen usw.
	Bogenlinie	höhere Ansprüche an die Oberflächengüte, wie sie durch besondere Sorgfalt erreicht wird, z. B. sauber schmieden, sauber gießen, im Gesenk glätten usw.
bei spanender Herstellung mit Bearbeitungszugabe	ein Dreieck	geringwertige Oberfläche, Bearbeitungsspuren vom Schruppen dürfen fühlbar und mit bloßem Auge deutlich sichtbar sein
	zwei Dreiecke	mittelwertige Oberfläche, Bearbeitungsspuren vom Schlichten dürfen mit bloßem Auge kaum noch sichtbar sein
bei ur- oder umformender Herstellung ohne Bearbeitungszugabe	drei Dreiecke	hochwertige Oberfläche, Bearbeitungsspuren vom Feinschlichten dürfen mit bloßem Auge nicht mehr sichtbar sein

Übersicht 18.1 Darstellung und Merkmale der Oberflächengüten

Eintragung der Oberflächenzeichen

Für die in Bild 13.10 dargestellte Führung soll aus Gründen der Funktion vorgeschrieben sein, daß die Gleitflächen (oben und innen) mittelwertige und alle anderen geringwertige Oberflächen erhalten (Bild 18.2).

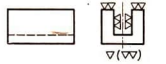
Bei Platzmangel dürfen die Oberflächenzeichen an Hilfslinien eingetragen werden, die in Verlängerung der Flächen verlaufen (Bild 18.3).



18.2 Führung mit eingetragenen Oberflächenzeichen, ohne Toleranzen und Maße

18.3 Eintragung bei Platzmangel

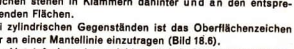
Zur Vereinfachung und besseren Übersichtlichkeit ist eine Eintragung nach Bild 18.4 gebräuchlich.



18.4 Zusammengefaßte Oberflächenzeichen

18.5 Beispiele für zusammengefaßte Eintragung von Oberflächenzeichen

Die überwiegende Beschaffenheit der Oberflächen wird durch ein herausgezogenes Zeichen angezeigt. Die weniger häufigen Zeichen stehen in Klammern dahinter und an den entsprechenden Flächen.
Bei zylindrischen Gegenständen ist das Oberflächenzeichen nur an einer Mantellinie einzutragen (Bild 18.6).
Eine Vereinfachung ist auch hier möglich. Da das Oberflächenzeichen für die größere Fläche nur einmal erscheint, setzt man dieses Zeichen in die Klammer (Bild 18.7).



18.6 Eintragen des Oberflächenzeichens nur an einer Mantellinie

18.7 Zusammengefaßte Eintragung der Oberflächenzeichen

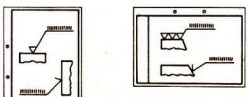
Wortangaben

Häufig ist eine Sonderbehandlung oder Sonderbearbeitung der Oberflächen notwendig. Sie müssen z. B. lackiert, geschliffen, verchromt oder geglüht werden.
Die hierfür notwendigen Wortangaben werden stets so geschrieben, als sei der Arbeitsgang bereits vollzogen (Bild 18.8).



18.8 Wortangaben

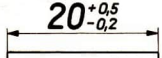
Wortangaben stehen immer auf einer Bezugslinie, die parallel zur unteren Kante des Zeichenblattes, bezogen auf seine Gebrauchslage, verlaufen soll.



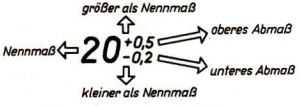
18.9 Wortangaben bei Hoch- und Querformat

Toleranzangaben

Im Produktionsprozeß ist es nicht möglich, ein absolut genaues Fertigungsmaß zu erreichen. Hohe Genauigkeitsforderungen erhöhen den Aufwand an Werk- und Prüfzeugen und Zeit erheblich. Vom Konstrukteur wird deshalb eine „duldbare" Abweichung des Fertigungsmaßes berechnet und in die Zeichnung eingetragen (Bild 19.1).



19.1 Maß mit Toleranzangaben



19.2 Erläuterung eines Maßes mit Toleranzangabe

Innerhalb dieser vorgegebenen Toleranz[1] dürfen die Fertigmaße schwanken.
Beide Abmaße werden über die Maßlinie hinter die Maßzahl gesetzt. Ihre Schrifthöhe soll kleiner als die der Maßzahl sein, jedoch nicht kleiner als 2 mm.
Zwischen welchen Grenzen das Fertigmaß des Werkstückes liegen darf, errechnet sich aus Nennmaß und Abmaßen.

Nennmaß + oberes Abmaß = 20,00 + 0,5 = 20,5
≙ Größtmaß

Nennmaß + unteres Abmaß = 20,00 + (—0,2) = 19,8
≙ Kleinstmaß.

Der Unterschied zwischen dem Größt- und dem Kleinstmaß heißt Toleranz.

Größtmaß – Kleinstmaß = 20,5 — 19,8 = 0,7 ≙ Toleranz

Stellt man diese Verhältnisse grafisch dar, so ergibt sich Bild 19.3.



19.3 Toleranzdarstellung

Innerhalb des Toleranzfeldes darf jedes beliebige Maß am Werkstück als Istmaß vorhanden sein. Die Lage der Toleranzfelder zum Nennmaß kann unterschiedlich sein.



19.4 Lage der Toleranzfelder der Übersicht 19.1 zum Nennmaß

[1] Toleranz von tolerare (lat.) = dulden, zulassen

Folgende Fälle zulässiger Maßabweichungen treten auf:

Beispiel	Merkmale	Bemerkung
$80^{+0,3}_{+0,1}$	oberes und unteres Abmaß positiv	–
$60^{+0,3}$	oberes Abmaß positiv, unteres Abmaß gleich Null	–
$70^{+0,5}_{-0,4}$	oberes Abmaß positiv, unteres Abmaß negativ	oberes Abmaß kleiner als unteres Abmaß
$50^{\pm 0,3}$		beide Abmaße gleich groß
$75^{+0,5}_{-0,7}$		oberes Abmaß größer als unteres Abmaß
$90^{-0,5}$	oberes Abmaß gleich Null, unteres Abmaß negativ	–
$50^{-0,2}_{-0,5}$	oberes und unteres Abmaß negativ	–

Übersicht 19.1 Beispiele für das Eintragen von Toleranzen

Eine grafische Darstellung der Lage der in der Übersicht genannten Toleranzfelder zur. Nullinie (Nennmaß) zeigt Bild 19.4.
Eine Zeichnung würde unübersichtlich werden, wenn jedes eingetragene Maß eine Toleranzangabe erhielte. Es genügt deshalb, die Abmaße nur in besonderen Fällen anzugeben.

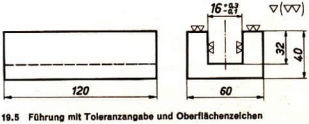
Um trotzdem innerhalb bestimmter Fertigungsgenauigkeiten zu bleiben, wurde für Bauteile aus metallischen Werkstoffen bei spanender Bearbeitung der DDR-Standard TGL 2897 entwickelt. Die darin festgelegten Toleranzen sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengestellt.

Nennmaßbereich (in mm)						
1 bis 6	über 6 bis 30	über 30 bis 100	über 100 bis 300	über 300 bis 1000	über 1000 bis 2000	
±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	± 1,2	
zulässige Toleranz (in mm)						

Auszug aus TGL 2897 – Abweichungen für Maße ohne Toleranzangabe, Genauigkeitsgrad mittel

Werden die technischen Zeichnungen der Führung (Bild 13.10), der Welle (Bild 14.6) und der Achse (Bild 15.2) durch Toleranzangaben vervollständigt, so erhalten nur die Maße mit besonderen Genauigkeitsforderungen diese Eintragungen.

Für alle anderen Maße gilt die Freimaßtoleranz nach TGL 2897.



19.5 Führung mit Toleranzangabe und Oberflächenzeichen

Anschlüsse an Rundungen

Aus konstruktiven Gründen, aber auch aus Gründen des Unfallschutzes ist es notwendig, Maschinenteile mit Rundungen zu versehen. Bei näherer Betrachtung der in Bild 20.1 dargestellten Senkrechtstoßmaschine findet man dafür viele Beispiele. Rundungen sind so auszuführen, daß die Anschlußlinie knickfrei in die Körperkante übergeleitet wird.
Für die Konstruktion sind einige Grundsätze aus der Geometrie anzuwenden.

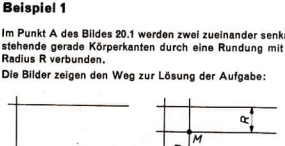


20.1
Senkrechtstoßmaschine

Beispiel 1

Im Punkt A des Bildes 20.1 werden zwei zueinander senkrecht stehende gerade Körperkanten durch eine Rundung mit dem Radius R verbunden.

Die Bilder zeigen den Weg zur Lösung der Aufgabe:



20.2 a bis d

Körperkanten bis Schnittpunkt dünn vorzeichnen (Bild 20.2a).
Parallelen im Abstand R von den Körperkanten konstruieren, der entstehende Schnittpunkt M ist Mittelpunkt der Rundung (Bild 20.2b).

Kreisbogen um M schlagen, A und B sind die Übergangsstellen des Bogens in die Geraden bzw. umgekehrt (Bild 20.2c).

Konstruktionslinien ausradieren, Körperkanten nachziehen (Bild 20.2d).

Merke

Beim Nachziehen werden erst die Rundungen und dann die Geraden gezeichnet. Es ist vorteilhaft, Rundungen mit einer Schablone zu zeichnen, weil

1. die Konstruktion von Hilfslinien entfällt;
2. viel Zeit eingespart werden kann;
3. der gleiche Bleistift wie zum Nachziehen der Körperkanten verwendet werden kann;
4. an der Schablone nur standardisierte Rundungen vorhanden sind.

Beispiel 2

Im Punkt B des Bildes 20.1 werden zwei Körperkanten, die spitzwinklig zueinander verlaufen, durch eine Rundung mit dem Radius R verbunden:



20.3 a bis d

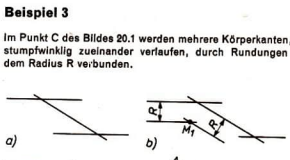
Körperkanten bis Schnittpunkt dünn vorzeichnen (Bild 20.3a).
Parallelen im Abstand R von den Körperkanten konstruieren, der entstehende Schnittpunkt M ist Mittelpunkt der Rundung (Bild 20.3b).

Kreisbogen um M schlagen. Die Anschlußstellen A und B entstehen durch Fällen des Lotes von M auf die Körperkanten (Bild 20.3c).

Konstruktionslinien ausradieren, Körperkanten nachziehen (Bild 20.3d).

Beispiel 3

Im Punkt C des Bildes 20.1 werden mehrere Körperkanten, die stumpfwinklig zueinander verlaufen, durch Rundungen mit dem Radius R verbunden.



20.4 a bis d

Die Konstruktion der Anschlußlinien erfolgt wie in den Beispielen 1 und 2.

Aus den Beispielen ist eine allgemeingültige Konstruktionsregel für Anschlüsse gerader Körperkanten an Rundungen erkennbar:

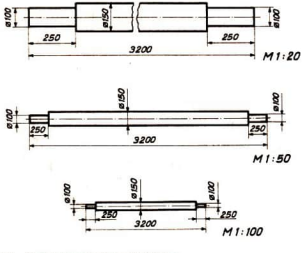
1. die zu verbindenden Körperkanten bis zum Schnittpunkt führen;
2. Konstruieren der Parallelen zu den Körperkanten im Abstand R;
3. Ermitteln der Anschlußstellen durch Fällen der Lote vom Schnittpunkt M der Parallelen auf die Körperkanten;
4. Anschlußbogen ziehen.

Maßstäbe

In Zeitungen, Zeitschriften und Fachbüchern findet man eine Vielzahl von Fotografien und Zeichnungen, auf denen große Gegenstände abgebildet sind. Diese Gegenstände haben auf dem Bild ihre natürliche Form, sie sind aber verkleinert dargestellt (Beispiele: Geographie, Physik, Chemie).
Zum besseren Erkennen von Einzelheiten ist eine vergrößerte Abbildung des Gegenstandes möglich (Lehrbuch für Biologie).
Auch für technische Zeichnungen ist sehr oft eine verkleinerte oder vergrößerte Darstellung notwendig. Schiffe, Lokomotiven, Werkzeugmaschinen, Bauwerke , Bauteile der feinmechanischen und Rundfunkindustrie sind häufig nicht in ihrer natürlichen Größe abzubilden.
Die Gegenstände werden dann in einem anderen Maßstab gezeichnet.

Maßstäbe für Verkleinerungen

	1 : 2,5	1 : 5
1 : 10	1 : 20	1 : 50
1 : 100	1 : 200	1 : 500



21.1 Welle in verschiedenen Maßstäben

Merke
Nur die Bildgröße wird geändert, nicht die Maßangabe!

Was bedeutet Maßstab 1 : 5?
Die Abbildungsgröße verhält sich zur Gegenstandsgröße wie 1 : 5.

In mathematischer Schreibweise: $A : G = 1 : 5$

oder $\frac{A}{G} = \frac{1}{5}$

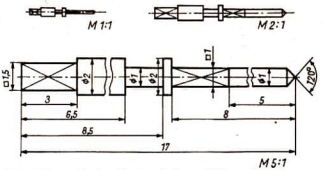
daraus A errechnet $A = G \cdot \frac{1}{5}$

Abbildungsgröße = Gegenstandsgröße · Maßstab

Beispiel: $30\ mm = 150\ mm \cdot \frac{1}{5}$

Maßstäbe für Vergrößerungen

2 : 1	5 : 1	10 : 1	100 : 1



21.2 Aufzugswelle einer Taschenuhr in verschiedenen Maßstäben

Was bedeutet Maßstab 5 : 1?
Die Abbildungsgröße verhält sich zur Gegenstandsgröße wie 5 : 1.

In mathematischer Schreibweise: $A : G = 5 : 1$

oder $\frac{A}{G} = \frac{5}{1}$

daraus A errechnet $A = G \cdot \frac{5}{1}$

Abbildungsgröße = Gegenstandsgröße · Maßstab

Beispiel: $30\ mm = 6\ mm \cdot \frac{5}{1}$

Der Vergleich beider Berechnungsformeln ergibt den Merksatz:

Abbildungsgröße auf der Zeichnung = Natürliche Größe des Gegenstandes · Maßstab

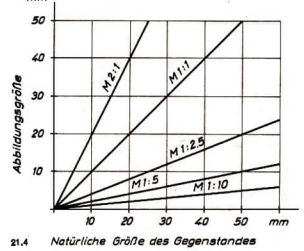
Hilfsmittel zum Zeichnen in verschiedenen Maßstäben

Das Umrechnen aller Maßangaben erfordert viel Zeit, außerdem sind Rechenfehler möglich. Deshalb werden zur Erleichterung der Zeichenarbeit sogenannte Zeichenmaßstäbe benutzt, deren Einteilung ein direktes Ablesen erlaubt (Bild 21.3).

21.3 Zeichenmaßstab



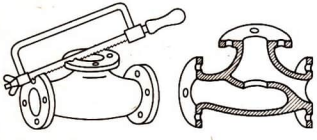
Als einfaches Hilfsmittel zum Zeichnen in verschiedenen Maßstäben ist eine grafische Darstellung (Bild 21.4) zu empfehlen.



21.4 Natürliche Größe des Gegenstandes

Vollschnitt

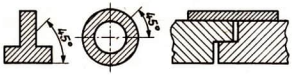
Nicht immer reichen die Ansichten aus, um die Form eines Gegenstandes in allen Einzelheiten zu erkennen. Besonders bei Werkstücken mit Hohlräumen, wie z. B. Gehäusen, Bohrplatten, Buchsen, Ventilen, müßten zum Darstellen der inneren Formen viele verdeckte Kanten mit gestrichelten Linien eingezeichnet werden. Das macht jedoch die Zeichnung sehr unklar und unübersichtlich. Zeichnet man derartige Werkstücke dagegen im Schnitt, so werden die inneren Kanten sichtbar, und die bildliche Darstellung wird anschaulicher.
Die Schnittdarstellung ist ein gedachtes Zerlegen des Gegenstandes. Man stellt sich vor, der Körper sei z. B. mit einer Säge durchgeschnitten, die vordere Werkstückhälfte wurde fortgenommen und die andere in der Zeichnung wiedergegeben (Bild 22.1 Ventilgehäuse im Schnitt).



22.1 Ventilgehäuse

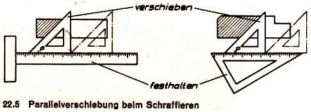
Die Werkstücke können in jeder Ansicht als Schnitt dargestellt werden. Alle Flächen, die nur durch das „Schneiden" entstehen, sind durch Schraffieren zu kennzeichnen. (Siehe auch Seite 23 „Schraffuren".)

Alle Schnittflächen werden mit dünnen Vollinien unter 45° zur Körperachse oder zu einer Grundlinie schraffiert (Bilder 22.2 und 22.3).



22.2 22.3 22.4

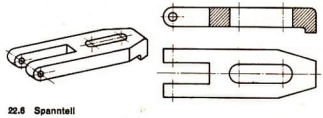
Der Abstand der Schraffurlinien wird entsprechend der Größe der Schnittfläche gewählt.
Zum Schraffieren ist auf Bleistiftzeichnungen ein harter Bleistift (H, 2H oder Nr. 3) zu verwenden.
Zum Schraffieren ist die Parallelverschiebung anzuwenden, wie sie aus der Mathematik bekannt ist. Die Reißschiene oder das Zeichendreieck werden in eine feste Lage gebracht (Kante parallel zur Werkstückachse, Körperachse oder Grundlinie). Dann wird das Zeichendreieck auf dieser Kante jeweils um den Schraffurlinienabstand verschoben.
Um etwa gleichen Schraffurlinienabstand zu erhalten, verschiebt man einen markierten Punkt P auf dem Zeichendreieck immer um den gleichen Betrag (Bild 22.5).



22.5 Parallelverschiebung beim Schraffieren

Grundsätze für die Schnittdarstellung

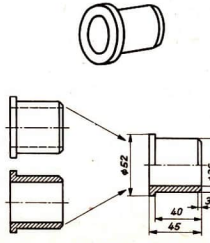
1. Die Umrisse der Schnittflächen und die freigelegten Körperkanten werden durch dicke Vollinien gekennzeichnet (Bild 22.6).
2. Alle Schnittflächen, die zu einem Werkstück gehören, sind in gleicher Richtung und in gleichem Abstand zu schraffieren (Bild 22.4).
3. Die zu dem Schnitt gehörenden Ansichten werden so gezeichnet, als wäre der Körper nicht geschnitten (Bild 22.6).
4. Gerade Schnitte sind nicht zu kennzeichnen, wenn der Verlauf der Schnittführung offensichtlich ist. Das ist der Fall, wenn der Schnitt durch eine Mittelebene des Werkstückes gelegt wird.
5. Strichlinien für verdeckte Körperkanten fallen in Schnittflächen fort.
6. Maschinenelemente, wie Schrauben, Stifte, Splinte, Niete, Speichen, Rippen und Scheiben, werden nicht geschnitten dargestellt.
7. Bei Maßzahlen, Oberflächenzeichen und Beschriftungen ist die Schraffur zu unterbrechen.



22.6 Spannteil

Halbschnitt

Symmetrische Gegenstände, bei denen die äußeren und inneren Formen für die Maßeintragung sichtbar zu machen sind, dürfen zur Hälfte geschnitten dargestellt werden. Dadurch läßt sich eine zweite Ansicht einsparen.
Als Begrenzung zwischen geschnittener und ungeschnittener Hälfte gilt die Mittellinie. In der ungeschnittenen Hälfte werden verdeckte Kanten nicht gezeichnet (Bild 22.7).
Die Bemaßung der inneren Formen erfolgt nur an der sichtbaren Körperkante. Die Maßlinie enthält dann nur einen Maßpfeil (⌀ 36).

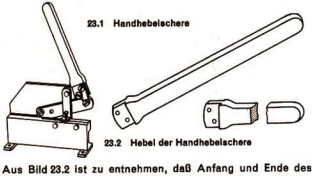


22.7 Halbschnitt am Beispiel einer Bundbuchse

Bruchlinien und Werkstoffkennzeichnung

Bruchlinien

Lange Werkstücke oder andere Gegenstände lassen sich verkürzt abbilden, wenn das fortgelassene Stück die gleiche Querschnittsform und auch sonst keine Besonderheiten (Bohrungen, Aussparungen) hat. Diese „abgebrochene" Darstellung wird z. B. bei Wellen, Achsen, Stahlträgern, Rohren, Leisten, Schienen, Brettern und Balken angewendet.

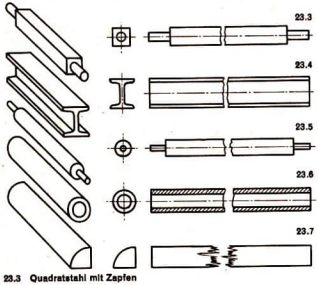


23.1 Handhebelschere

23.2 Hebel der Handhebelschere

Aus Bild 23.2 ist zu entnehmen, daß Anfang und Ende des Werkstückes stets gezeichnet werden. Die Bruchlinien sind dünne Freihandlinien, die annähernd parallel zueinander und senkrecht zur Körperkante verlaufen. Mit Ausnahme von Holz wird die Bruchlinie nicht übertrieben unregelmäßig ausgeführt (Bilder 23.3 bis 23.6).

Für Werkstücke aus Holz ist eine dem Bruch des Holzes entsprechende Zackenlinie zu verwenden (Bild 23.7).



23.3 Quadratstahl mit Zapfen
23.4 Doppel-T-Träger
23.5 Welle mit Zapfen
23.6 Rohr
23.7 Vierteleiste

Die Eintragung des Längenmaßes ist nach Bild 23.8 vorzunehmen, wobei die Maßzahl die wirkliche Länge des Werkstückes anzugeben hat.

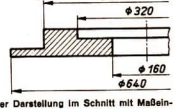


23.8 Eingetragenes Längenmaß beim Hebel der Handhebelschere

Die abgebrochene Darstellung eignet sich ebenfalls für runde Werkstücke mit großem Durchmesser. Hier wird die Freihandlinie neben der Mittellinie und parallel zu ihr gezogen (Bild 23.9). Für das Werkstück in Bild 23.10 wurde die Schnittdarstellung gewählt, weil Maßeintragungen nicht an verdeckten Kanten vorgenommen werden dürfen.



23.9 Perspektivische Darstellung des Drehteiles



23.10 Drehteil in abgebrochener Darstellung im Schnitt mit Maßeintragung für die Durchmesser

Werkstoffkennzeichnung durch Schraffuren

Im allgemeinen werden Schnittflächen ohne Rücksicht auf den Werkstoff nur mit dünnen Vollinien schraffiert. Sie sollen unter einem Winkel von 45° zur Grundlinie oder Achse des Werkstückes verlaufen.
Nur in Zeichnungen, die mehrere zusammengebaute Einzelteile zeigen, werden zum besseren Erkennen der verwendeten Werk- und Baustoffe unterschiedliche Schraffuren angewandt. Sie ersetzen nicht eine genaue Werkstoffangabe im Schriftfeld oder in der Stückliste.

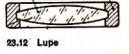
Werkstoff	Darstellung	Werkstoff	Darstellung
Metallische Werkstoffe (Stahl, Stahlguß, Grauguß, Kupfer, Bronze, Messing, Zink, Leichtmetall)		Gesinterte Werkstoffe (Schleifscheiben) Manipern	
Nichtmetallische Werkstoffe (Filz, Fiber, Gummi, Leder, Plaste, Füllstoff)		Ziegelmauerwerk	
Elektrische Wicklungen		Unbewehrter Beton	
Durchsichtige und durchscheinende Werkstoffe (Glas, Zellon, Zelluloid)		Erdreich	
Holz (Hirnholz, Längsholz)		Flüssigkeiten	

Übersicht 23.1 Schraffuren nach TGL 9727 Blatt 4

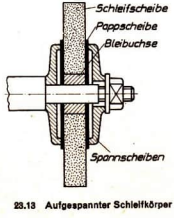
Anwendungsbeispiele



23.11 Holzdübel in Mauerwerk



23.12 Lupe



23.13 Aufgespannter Schleifkörper

Gewinde (1)

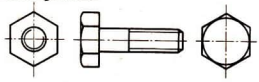
Für die Konstruktion von Apparaten, Vorrichtungen, Geräten und Maschinen wird häufig gefordert, daß ihre Einzelteile lösbar miteinander verbunden werden. Die Schraubverbindung hat sich hierfür besonders bewährt; sie findet für alle Werkstoffe Verwendung.

Das Gewinde eignet sich außerdem zur Bewegung von Teilen oder Baugruppen an Ventilen, Wasserhähnen, Maschinenspindeln, Hebevorrichtungen usw.

Da die naturgetreue Abbildung des Gewindes sehr schwierig ist, wird beim technischen Zeichnen für Gewinde aller Art eine symbolische Darstellung vorgenommen.

Der beim Herstellen des Gewindes entstehende neue Begrenzungsdurchmesser wird durch eine dünne Vollinie angedeutet.

Außengewinde



Nenndurchmesser: dicke Vollinie
Kerndurchmesser: dünne Vollinie
Ende des nutzbaren Gewindes: dicke Vollinie

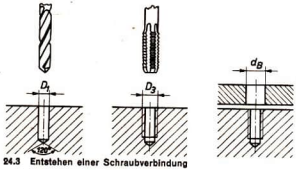
24.1 Zeichnerische Darstellung des Außengewindes am Beispiel eines Schraubenbolzens

Innengewinde



Kerndurchmesser: dicke Vollinie
Nenndurchmesser: dünne Vollinie
Ende des nutzbaren Gewindes: dicke Vollinie (hier nicht sichtbar)

24.2 Zeichnerische Darstellung des Innengewindes am Beispiel einer Mutter



24.3 Entstehen einer Schraubverbindung

Nach TGL 9727, Blatt 3, gilt die symbolische Gewindedarstellung für alle Gewindearten. Zur eindeutigen Erkennbarkeit der Gewindeform und -größe ist deshalb eine Gewindekurzbezeichnung anzugeben. Einige Beispiele dafür zeigt die Übersicht 24.1.

Gewindekurzbezeichnung (Form, Nenndurchm. Steigg.)	Gewinde-Bezeichnung	Darstellung	Maßeintragung
M 2×0,35	Metrisches Feingewinde mit 2 mm Nenndurchmesser 0,35 mm Steigung		
Tr 48×8	Trapezgewinde mit 48 mm Nenndurchmesser 8 mm Steigung		
S 70×10	Sägengewinde mit 70 mm Nenndurchmesser 10 mm Steigung		
R $^1/_4$"	Rohrgewinde für Rohre mit lichter Weite von $^1/_4$" bei 14 Gewindegängen auf 1"		
M 12 links	Metrisches Normalgewinde linksgängig mit 12 mm Nenndurchmesser		

Übersicht 24.1 Sondergewinde-Darstellung, Benennung und Maßeintragung

Unterlegscheiben

Im Maschinen- und Apparatebau werden Unterlegscheiben in zwei verschiedenen Ausführungsformen verwendet. Ihre Abmessungen sind in den DDR-Standards TGL 0–125 und TGL 17774 festgelegt. Die nachfolgenden Tabellen zeigen Auszüge daraus. Die Benennung von Unterlegscheiben richtet sich nach dem Lochdurchmesser.

TGL 0–125

Scheiben für Sechskantschrauben

Lochdurchmesser	Außendurchmesser	Dicke	Fasenkante	Verwendbar für
d_1	d_2	s	f	
4,3	9	1,0	0,2	M 4
5,3	11	1,2	0,2	M 5
6,4	12	1,5	0,4	M 6
8,4	17	1,5	0,4	M 8
10,5	21	2,0	0,5	M 10
13,0	24	2,0	0,5	M 12
17,0	30	3,0	0,8	M 16
21,0	36	4,0	1,0	M 20

Werkstoffe: St; Sm; L

TGL 17774

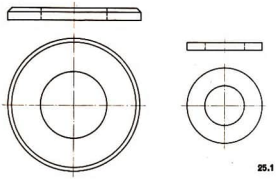
Scheiben für Zylinderschrauben und Bolzen

Lochdurchmesser	Außendurchmesser	Dicke	Verwendbar für	
d_1	d_2	s	Gewinde	Bolzen
4,3	8	0,8	M 4	ø 4
5,3	9,5	1,0	M 5	ø 5
6,4	11,0	1,5	M 6	ø 6
8,4	14,0	1,5	M 8	ø 8
10,5	16,0	1,5	M 10	ø 10
13,0	20,0	2,0	M 12	ø 12
17,0	26,0	2,5	M 16	ø 16
21,0	32,0	3,0	M 20	ø 20

Werkstoffe: St; Sm; L

1. Aufgabe:

Bestimme alle Zahlenwerte für die beiden abgebildeten Scheiben! (Teil 1: Scheibe 21; Teil 2: Scheibe 13.)
Trage alle Maße in die Zeichnung ein, die zur eindeutigen Größenbestimmung einer Scheibe benötigt werden!
Welche Scheiben sind für Schrauben mit 4,8 und 16 mm Durchmesser auszuwählen?



25.1

2. Aufgabe:

Erläutere die auf der Zeichnung vorhandenen Linienarten (Form, Dicke, Anwendung)!

3. Aufgabe:

Nach Standard sind nur einige Werkstoffe für Scheiben zugelassen. Erläutere die angegebenen Kurzbezeichnungen!

4. Aufgabe:

Vervollständige Schriftfeld und Stückliste in schräger Schrift für Zeichnungen nach TGL 0–16!

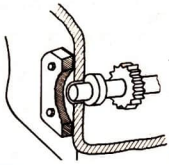
5. Aufgabe:

Ein Versorgungskontor für Maschinenbauerzeugnisse hat kurzfristig 2500 Stück Scheiben 5,3 TGL 17774 aus Stahl an einen Besteller zu versenden.
Berechne die Masse (Dichte von Stahl: 7,85 kg/dm³), und äußere dich über die günstigste Versandart!

				Aufgabenblatt 1

Verschlußdeckel für Maschinengehäuse

Um Maschinen und einzelne Baugruppen einfacher zusammenbauen oder reparieren zu können, werden die Gehäuse mit mehreren Öffnungen versehen, die sich später durch Anschrauben von Verschlußdeckeln abdecken lassen. Eine dazwischengelegte Dichtung aus Kautasit[1], Pappe oder Papier verhindert das Austreten von Schmierstoffen.



26.1

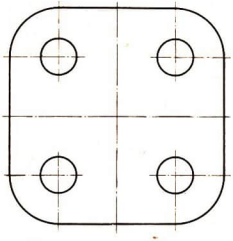
1. Aufgabe:

Trage die Abmessungen in die Zeichnung ein!

Länge:	70	mm
Breite:	70	mm
Dicke:	12	mm
Eckenrundung:	16	mm
Lochabstände:	38	mm
Lochdurchmesser:	11,5	mm

2. Aufgabe:

Beschreibe den Arbeitsablauf beim Herstellen des Verschlußdeckels, und vergleiche die einzelnen Arbeitsstufen mit der Arbeitsfolge beim Skizzieren! (Beachte Abschnitt „Skizzieren und Zeichnen"!)



26.2

3. Aufgabe:

Du erhältst den Auftrag, für den abgebildeten Verschlußdeckel eine Dichtung aus Kautasit 2 mm anzufertigen. Der Dichtungsrand soll außen 1,5 mm überstehen, die Löcher sind im Durchmesser 1,5 mm größer.

3.1 Skizziere diese Gehäusedichtung, und bemaße sie!

3.2 Fertige ein Musterstück aus Karton an!

[1] Kautasit: Stoffasern mit Asbestmehl gepreßt

U-Kern aus Manifer

Der abgebildete U-Kern ist Bestandteil eines Fernsehgerätes. Zwei dieser U-Kerne werden jeweils zusammengesetzt und bilden den gesamten Kern eines Transformators.

Für diese U-Kerne wird der Werkstoff Manifer verwendet, der erst nach 1945 im VEB Keramische Werke Hermsdorf, Hermsdorf in Thüringen, entwickelt wurde. Heute zählt Manifer zu den wichtigsten magnetischen Werkstoffen in der Rundfunk-, Fernseh- und Fernsprechindustrie.

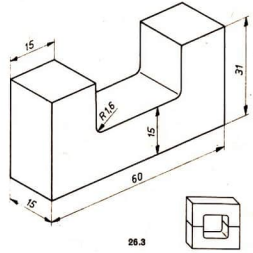
Während früher zum Herstellen von Magneten viele teure Grundstoffe aus dem Ausland eingeführt werden mußten, ist die Fertigung von Manifer mit Stoffen aus den Chemiekombinaten der DDR möglich.

Wichtigste Bestandteile:

Eisenoxid (Fe_2O_3),
Manganoxid (MnO),
Mangancarbonat ($MnCO_3$),
Zinkoxid (ZnO).

Die Rohstoffe werden in einer Trommelmühle unter Wasserzusatz gemahlen und gemischt, in mehreren Arbeitsstufen getrocknet, bei 1000 °C gebrannt, wieder zerkleinert und schließlich in einer Presse geformt. Der nachfolgende Glattbrand in Tunnelöfen bei etwa 1400 °C gibt die endgültige Form und die gewünschten magnetischen Eigenschaften.

Alle wichtigen Kennwerte für den U-Kern sind in TGL 4819 festgelegt. Die Standardbezeichnung für den abgebildeten U-Kern lautet: Kern U 60×31 TGL 4819 Manifer 150.



26.3

1. Aufgabe:

Auf einem Skizzenblatt sind alle nach TGL 9727 Blatt 1 möglichen Ansichten zu entwerfen! (Siehe Darstellungsverfahren!)

2. Aufgabe:

Fertige aus Plastilin, aus Holz, aus Gips oder aus einer Kartoffel das Modell des U-Kernes an!

3. Aufgabe:

Kennzeichne auf dem Skizzenblatt durch farbige Umrandung die zum eindeutigen Erkennen der U-Form unbedingt notwendigen Ansichten!

4. Aufgabe:

Skizziere den U-Kern in zwei verschiedenen Parallelperspektiven!

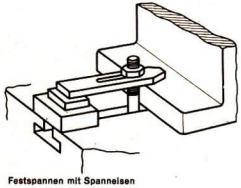
5. Aufgabe:

Skizziere den U-Kern in vier verschiedenen Lagen!

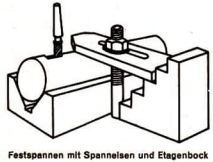
Etagenbock

Um Werkstücke genau bearbeiten zu können, ist eine sichere Befestigung auf dem Arbeitstisch der Werkzeugmaschine notwendig. Eine häufig angewandte Form ist das Festspannen mit einem Spanneisen (Bild 27.1).

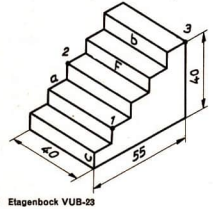
Es ist stets darauf zu achten daß die Spanneisen gut am Werkstück anliegen. Zum Ausgleich des Höhenunterschiedes sind auf Bild 27.1 zwei Unterlegeklötze zu erkennen. Wenn die Werkstücke andere Abmessungen haben, müssen bei jedem neuen Arbeitsgang andere Unterlagen verwendet werden. Mit Einführung eines Vorrichtungs-Universal-Baukastens (VUB) durch die VVB Werkzeuge und Vorrichtungen ergibt sich eine bessere Möglichkeit: Das Spanneisen wird auf einen **Etagenbock** aufgelegt (Bild 27.2). Seine Hauptabmessungen sind aus Bild 27.3 zu entnehmen.



27.1 Festspannen mit Spanneisen



27.2 Festspannen mit Spanneisen und Etagenbock



27.3 Etagenbock VUB-23

1. Aufgabe:

Skizziere den Etagenbock in 6 Ansichten!

2. Aufgabe:

Kennzeichne in allen Ansichten die Punkte 1, 2, 3 sowie die Kanten a, b c und die Fläche A!

3. Aufgabe:

Kennzeichne die notwendigen Ansichten!

4. Aufgabe:

Skizziere den Etagenbock in zwei verschiedenen Parallelperspektiven, davon einmal von vorn-oben-links und einmal von vorn-rechts-oben!

5. Aufgabe:

Laß dir während des Unterrichtstages in der Produktion eine Spannvorrichtung zeigen, und frage nach dem Einsatz von Vorrichtungsbaukästen!

Halter für Deckenbürste



27.4

Jeder hat schon zugeschaut, wenn der Maler auf einer hohen Leiter stehend, die Decke streicht. Um nicht häufig die Leiter mit dem Eimer und der Deckenbürste (Bild 27.4) umzustellen, muß jeweils eine möglichst große Fläche gestrichen werden. Dabei muß auch „überkopf" gearbeitet werden, das ist eine körperlich anstrengende Arbeit.

Der Maler legt die Deckenbürste ab und zu aus der Hand. Wohin? Auf die Leiter, die durch die vergeudete Farbe mit der Zeit verschmutzt, oder in den Eimer, wodurch sich die Bürste zu sehr vollsaugt? Am besten wäre es, wenn der Maler die Bürste auf den Eimerrand hängen könnte, damit die Borsten in den Eimer ragen, aber noch nicht in die Farbe hängen.

Wir wollen einen solchen Halter anfertigen. Dazu ist es notwendig, seine Größe und Form festzulegen.

1. Aufgabe:

Skizziere den Eimer und die Deckenbürste! Trage die wichtigsten Maßangaben ein! Schätze die Höhe des Eimers!

2. Aufgabe:

Unterbreite einen Vorschlag, wie die Deckenbürste angehängt werden könnte! Deute in einer Skizze die Form des Halters und die Befestigung am Eimerrand an!

3. Aufgabe:

Skizziere den Halter in den notwendigen Ansichten mit allen Maßangaben!

Für Rundungen beachte Abschnitt „Maßeintragung 4"! Verwende Schablonen!

4. Aufgabe:

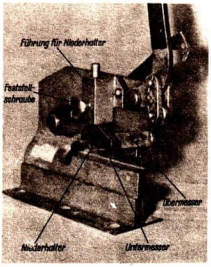
Fertige eine technische Zeichnung des Halters mit allen notwendigen Angaben an! Achte auf funktionsbedingte Maße und auf die Eintragung der gestreckten Länge!

5. Aufgabe:

Suche in deinem Wirkungsbereich nach einer ähnlichen einfachen Verbesserung! (Zur Anregung: Werkzeug- und Zeichnungsaufbewahrung am Arbeitsplatz, Zeichengeräte im Klassenraum, Haushaltgeräte in der Küche usw.)

Aufgabenblatt
3

Niederhalter an einer Handhebelschere



28.1

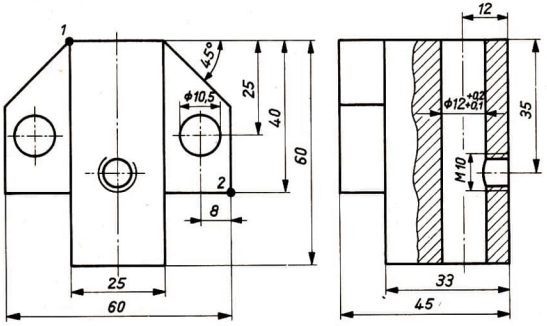
Beim Trennen von Blechen, Papp- oder Plasttafeln auf Handhebelscheren besteht die Gefahr, daß sich der Werkstoff aufrichtet und zwischen den beiden Schermessern festklemmt. Um dies zu verhindern, sind auf der Seite des Untermessers sogenannte **Niederhalter** angebracht (Bild 28.1).

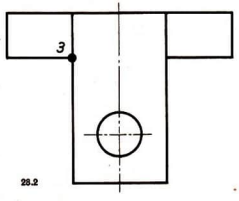
Die Führung des Niederhalters ist in der Zeichnung in drei Ansichten dargestellt (Bild 28.2).

1. Aufgabe:

Bestimme aus Zeichnung und Foto folgende Zahlenwerte:

größte Breite
größte Höhe
größte Tiefe
Höhe und Dicke des Befestigungsflansches
Schrägungswinkel
Durchmesser der Befestigungsbohrungen
Lage der Befestigungsbohrungen
Durchmesser der Durchgangsbohrung zur Aufnahme des Niederhalters
Gewindebenennung und -kennzeichnung
Lage des Gewindes





28.2

2. Aufgabe:

Übertrage die Punkte 1, 2 und 3 in die beiden anderen Ansichten! Bestimme die Lage einer Kante in den anderen Ansichten!

3. Aufgabe:

Skizziere die Grundkörper, aus denen die Führung zusammengesetzt sein könnte! Trage die wichtigsten Maßangaben ein!

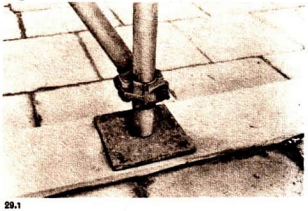
4. Aufgabe:

Fertige Skizze und Zeichnung für den Niederhalter an! Konstruktionsbedingungen: Aus zwei Teilen geschweißt, Schweißnaht eingeebnet. Die Grundform ist aus Bild 28.1 zu entnehmen.

Aufgabenblatt
4

Fußplatte eines Rohrgerüstes

Für Bau-, Montage- und Reparaturarbeiten an Gebäuden, Brücken, Schornsteinen und chemischen Großanlagen werden zunehmend Gerüste aus Stahlrohren eingesetzt. Sie sind leicht, trotz hoher Belastbarkeit, schnell in vielen Ausführungen aufzubauen, vor allem aber unfallsicher.



29.1

Alle Einzelteile sind standardisiert (TGL 0-4420). Die Verbindung der Rohre untereinander erfolgt durch Klemmverschraubungen.

Als Gerüstrohre sind Stahlrohre mit folgenden Hauptabmessungen vorgeschrieben:

Nennweite N = 40 mm Durchmesser,

Wanddicke s = 4,05 mm,

Rohrlängen l = 5,80 m; 4,80 m; 3,50 m; 3,00 m; 2,50 m; 1,70 m.

1. Aufgabe:

Fertige eine Berechnungsskizze an und ermittle folgende Zahlenwerte:

Außendurchmesser D des Rohres (in mm),

ringförmige Querschnittsfläche A (in cm²),

Masse m für 1 Meter Gerüstrohr (in kg)!

2. Aufgabe:

Bevor die Montage des Rohrgerüstes beginnt, ist der Boden zu ebnen, evtl. zu stampfen. Eine waagerechte Lage der Standfläche ist anzustreben. Zwischen Gerüstrohr und Erdboden wird eine Platte gelegt, die sogenannte Fußplatte, auch Gerüstschuh genannt. Eine solche Platte ist rund oder eckig mit 16 bis 24 cm Durchmesser bzw. Kantenlänge. In Plattenmitte befindet sich ein „Dorn", auf den das Rohr aufgesteckt wird.

Erläutere die Aufgaben der Fußplatte!

3. Aufgabe:

Beschreibe und beurteile mehrere Ausführungsformen für Fußplatten!

4. Aufgabe:

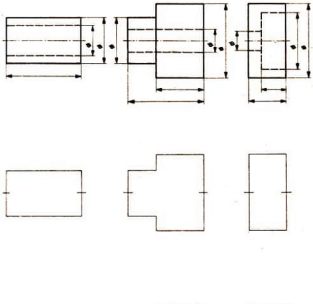
Entwirf eine quadratische Fußplatte mit 160 mm Kantenlänge und fertige die Zeichnung an!

Der Dorn soll aus Rohr mit 36 mm Durchmesser und 3 mm Wandstärke gefertigt werden. Seine Länge beträgt 50 mm. Zur Befestigung auf Holzunterlagen erhält die Fußplatte 6 Durchgangsbohrungen von 10 mm Durchmesser.

5. Aufgabe:

Wieviel Fußplatten könnten aus einer Blechtafel von 2000 mm Länge und 1000 mm Breite hergestellt werden, wenn für jede Schnittfuge 5 mm hinzuzurechnen sind? Entwirf eine Skizze für den Zuschnitt im Maßstab 1 : 10!

Technische Gegenstände mit zylindrischer Grundform



29.2

Die dargestellten Teile bestehen aus den Werkstoffen:

Teil 1 Buchse aus einem Plast mit der Bezeichnung Formmasse Typ 31 nach TGL 3933,

Teil 2 Zwischenstück aus Stahl St 42

Teil 3 Schleifscheibe aus Schleifkörpern und einem keramischen Bindemittel (Bezeichnung: NK 36 K 6 Ke).

Nach Hinweisen im Standard TGL 9727 Zeichnungen, sollen verdeckt liegende Körperkanten möglichst durch Schnittdarstellung sichtbar gemacht werden. Maßangaben an verdeckten Kanten sind unerwünscht.

1. Aufgabe:

Ermittle, welche Schraffurkennzeichnung die Gegenstände erhalten müssen, wenn sie geschnitten dargestellt werden!

2. Aufgabe:

Skizziere die Gegenstände in Schnittdarstellung!

3. Aufgabe:

Skizziere die Gegenstände in Halbschnittdarstellung und trage die Maße in der abgeänderten Form ein! (Siehe Schnittdarstellung 1!)

4. Aufgabe:

Das Schriftfeld und die Stückliste sind auszufüllen!

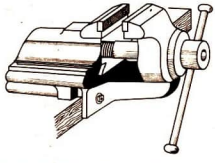
5. Aufgabe:

Zeichne den **Gerüstfuß** (nebenstehende Aufgabe) im Halbschnitt mit allen zur Herstellung notwendigen Maßangaben!

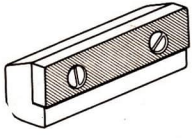
				Aufgabenblatt 5

Spannbacke für Parallelschraubstock

Durch Einführung des polytechnischen Unterrichtes in allen Oberschulen der Deutschen Demokratischen Republik werden ständig neue Arbeitsplätze für Schüler benötigt. Nicht alle Werkbänke können sofort mit neuen Schraubstöcken ausgerüstet werden; vielfach lassen sich aber alte Schraubstöcke durch Reparatur wieder einsatzbereit machen.
Wir erhalten den Auftrag, die Zeichnung für eine Spannbacke anzufertigen, nach der ein Produktionsbetrieb 6 Stück für unsere Schule herstellen kann.



30.1 Parallelschraubstock an einer Werkbank



30.2 Spannbacke eines Parallelschraubstockes

1. Aufgabe:

Fertige nach folgenden Angaben einzelne Skizzen an!
Außenmaße: 20×8×80,
Bohrungen: Abstand 54 mm, symmetrisch verteilt, 8 mm über Unterkante,
Bohrungsdurchmesser: 6,4 mm,
Senkungsdurchmesser: 11,5 mm,
Senkungstiefe: 5 mm,
Untere Hinterkante unter 45°
1 mm breit angefaßt

in doppelter Größe skizzieren! (Maßstab 2 : 1)

2. Aufgabe:

Skizziere die äußere Form der Spannbacke in zwei verschiedenen Parallelperspektiven!

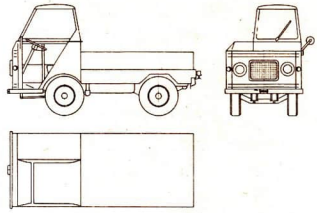
3. Aufgabe:

Stelle die Fertigungszeichnung her unter Beachtung folgender Angaben:
Werkstoff C 45 als Flachstahl 20×8 nach TGL 11161; gehärtet; sämtliche Außenkanten leicht gebrochen; Vorderfläche unter 30° geriffelt!

4. Aufgabe:

Berechne die Rohmasse der Spannbacke!

Kleintransporter Multicar 22



30.3

In Industriebetrieben und in der Landwirtschaft, im Bauwesen und im Handel kommt dem innerbetrieblichen Transportwesen eine große Bedeutung zu. Neben festeingebauten Transportmitteln wie Förderbänder, Fahrstühle und Aufzüge werden in zunehmendem Maße kleine und wendige Fahrzeuge eingesetzt. Sie sind vielseitig verwendbar und helfen, die körperlich schwere Transportarbeit zu vereinfachen.
In der DDR werden derartige Fahrzeuge im VEB Fahrzeugwerk Waltershausen, Thüringen, hergestellt. Die neue Ausführung des Kleintransporters „Multicar 22" zeigt Bild 30.3. Außer dieser Normalausführung mit Pritschenaufbau für den Transport von Stückgut kann ein Dreiseiten-Kippaufbau, ein Sprengwagen- und Kehrmaschinen-Aufbau oder ein Leiteraufbau für Reparaturen vorgesehen werden.

Einige technische Daten:

Eigenmasse:	985 kg	Radstand:	1700 mm
Ladefähigkeit:	2000 kg	größte Länge:	3495 mm
Ladefläche:	2000 mm lang	größte Breite:	1550 mm
	1225 mm breit	größte Höhe:	1930 mm
Spurweite:	1018 mm		

1. Aufgabe:

Übertrage die Hauptabmessungen in die Zeichnung!

2. Aufgabe:

Berechne den Maßstab der Zeichnung, und ergänze das Schriftfeld!

3. Aufgabe:

Wieviel Zeichenblätter vom Format A 0 müßten aneinandergereiht werden, damit diese Zeichnung in natürlicher Größe abgebildet werden könnte?

4. Aufgabe:

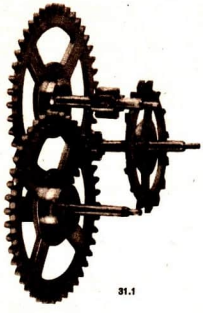
Entwirf den Grundriß für eine einfache Fahrzeug-Unterstellmöglichkeit! Zur Ausführung von Pflegearbeiten und kleineren Reparaturen ist zwischen Wand und Fahrzeug jeweils ein Abstand von 500 mm einzuplanen!

5. Aufgabe:

Stelle fest, wo in deinem Patenbetrieb ein Kleintransporter Multicar 22 zur Arbeitserleichterung eingesetzt werden könnte!

Aufgabenblatt **6**

Lagerteile für Uhrwerke



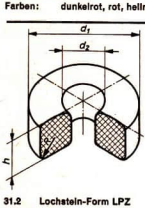
31.1

Die Einzelteile von Uhren sind so klein, daß ihre zeichnerische Darstellung in natürlicher Größe, also im Maßstab 1 : 1, nicht möglich ist. Es werden Vergrößerungsmaßstäbe 5 : 1, 10 : 1, 20 : 1 und 50 : 1 verwendet.
Für viele Uhrenteile bestehen Fachbereich-Standards, die für alle Betriebe der VVB Mechanik (Fachbereich 36) verbindlich sind. Dazu einige Auszüge:

Lochsteine[1] flach
planparallel TGL 36-171

d_1 mm	d_2 mm	h mm	r mm
0,8	0,1	0,2	
1,0	0,2	0,2	
1,2	0,3	0,25	0,2
1,6	0,4	0,35	
2,0	0,5	0,4	

Werkstoffe: Synthetischer Korund (Rubin)
Farben: dunkelrot, rot, hellrot, farblos



31.2 Lochstein-Form LPZ

Bezeichnung eines Lochsteines mit den Abmessungen d_1 = 1,2 mm, d_2 = 0,3 mm und h = 0,25 mm aus dunkelrotem Rubin:
Lochstein LPZ 1,2×0,3×0,25 TGL 36-171 dunkelrot

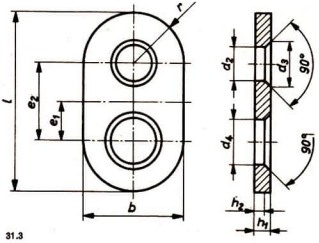
[1] Lochsteine dienen zur Lagerung von Wellen in Uhrwerken

Deckplättchen[2] B 3
TGL 36-171

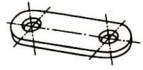
l mm	b mm	d_2 mm	d_3 mm	d_4 mm	e_1 mm	e_2 mm	h_1 mm	h_2 mm	r mm
3,0	1,7	0,55	0,85	0,775	0,65	1,3	0,20	0,18	0,85
3,5	2,0			1,17	0,75	1,5			1,0

Werkstoffe: Messing; Neusilber
Ausführung: geschliffen; poliert; gelbgebrannt; vernickelt

Bezeichnung eines Deckplättchens von Länge l = 3 mm aus Messing vernickelt: Deckplättchen B 3 TGL 36-171 Messing vernickelt.



31.3



31.4

1. Aufgabe:
Auf dem Zifferblatt von Uhren befindet sich ein Hinweis über die Anzahl der Lagersteine. Stelle fest, wieviel Lagersteine in deiner Uhr vorhanden sind und wie sie bezeichnet werden!

2. Aufgabe:
Zeichne den Lochstein LPZ 1,6×0,4×0,35 TGL 36-171 farblos in vergrößertem Maßstab! Deute den Durchmesser d_1 im Maßstab 1 : 1 mit einem Nullenzirkel an! (Neben Vergrößerung)

3. Aufgabe:
Stelle fest, welche Zahlenwerte für die Buchstaben einzusetzen sind!

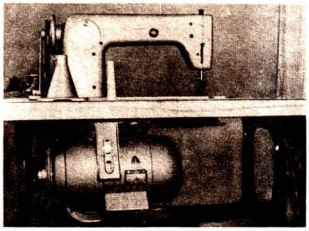
4. Aufgabe:
Errechne, in welchem Maßstab Bild 31.4 gezeichnet wurde!

5. Aufgabe:
Zeichne das Deckplättchen B 3 im Maßstab 20 : 1!

[2] Deckplättchen dienen zur Befestigung der Lochsteine

Aufgabenblatt
7

Riemenscheibe für Anbaumotoren



32.1

In den Betrieben der Bekleidungsindustrie und zunehmend auch in den Haushalten erfolgt der Antrieb von Nähmaschinen durch kleine Elektromotoren. Diese sogenannten Anbaumotoren übertragen das Drehmoment durch einen Keilriemen auf das Handrad der Nähmaschine.
Die vorgearbeitete Riemenscheibe eines Anbaumotors zeigt Bild 32.2 im Maßstab 2 : 1. Als Werkstoff kann Stahl, Grauguß, Leichtmetall oder ein Plast-Werkstoff verwendet werden.

1. Aufgabe:

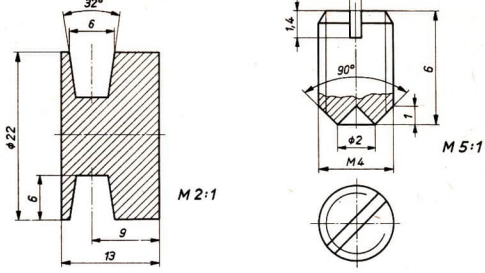
Beschreibe den bisher üblichen Antrieb an einer Haushalt-Nähmaschine!

2. Aufgabe:

Berechne die Drehzahl des Handrades, die zugleich Stichzahl ist bei 60 Pedalbewegungen!

3. Aufgabe:

Beschreibe den Antrieb durch einen Anbaumotor!



32.2

4. Aufgabe:

Skizziere die Vorderansicht der Riemenscheibe etwa im Maßstab 5 : 1 und trage folgende Arbeitsstufen ein:

4.1. Zum Aufschieben auf die Motorwelle erhält die Riemenscheibe eine Durchgangsbohrung mit 6 mm Durchmesser, die an beiden Enden 0,5 mm unter 45° angefast wird.

4.2. Zur Befestigung auf der Motorwelle wird ein Gewindestift M4×6 TGL 0-438 senkrecht zur Bohrungsachse eingeschraubt; Mitte der Gewindebohrung: 3 mm von rechter Seitenfläche.

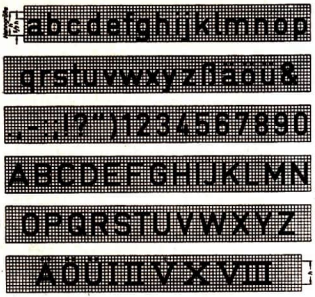
4.3. Der obere Teil der Gewindebohrung wird auf 3,5 mm Länge bis 4,2 mm aufgebohrt.

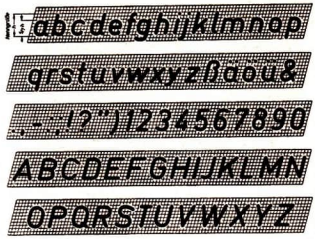
4.4. Die Lauffläche des Keilriemens und die Durchgangsbohrung erhalten eine geschlichtete Oberfläche.

5. Aufgabe:

Zeichne die Riemenscheibe in Vorderansicht, Seitenansicht und Draufsicht mit eingeschraubtem Gewindestift im Maßstab 2 : 1!

Aufgabenblatt **8**





SACHWORTVERZEICHNIS

Anordnung der Maßeintragung 12
Anschließen an Rundungen 20
Ansichten, Zeichnen von 9, 10
Anwendung des Zirkels 4
Arbeitsmittel 3, 4

Beschriften 6
Blattaufteilung 2
Blattgrößen 2
Bleistift 8
Bohrungen 17
Buchdarstellung 23

Darstellung 9
– **axonometrische** 9
– **dimetrische** 9
– **isometrische** 9
Darstellungsverfahren 9, 10
Diagonalkreuz 14
Dimetrische Darstellung 9
Draufsicht 9, 10
Durchmesserzeichen 13

Einsatzzirkel 3, 4
Einzelteilzeichnung 11

Fasen 17
Feder 6
Fertigungszeichnung 11
Formatreihen 2

Geschichte der Zeichnung 1
Gewinde 24
– **Außen** 24
– **Innen** 24
Graphische Darstellungen 11
GOST 1
Größenangaben 6
Größenmaß 19

Hilfsmittel zum maßstäblichen Zeichnen 21

ISO-E-Verfahren 9
Isometrische Darstellung 9

Kleinstmaß 19
Kugel 17
Kurvenlineale 5

Lage des Schriftfeldes 7

Maßangaben 12
Maßeintragung 12, 13, 14, 15, 16, 17
– **Anordnung** 12
– **Grundsätze** 13
Maßhilfslinien 12, 13
Maßlinien 12, 13
Maßpfeile 12, 13
Maßstäbe 21
Maßzahlen 12, 13, 14

Oberflächenangaben 18
Oberflächenzeichen 18
Originale 11

Papierformate 2
Pläne 11
– **Aufstellungsplan** 11
– **Lageplan** 11
– **Gleisplan** 11
– **Rohrleitungsplan** 11
Projektion, axonometrische 9

Quadratzeichen 14

Radieren 4, 5
Reißbrett 3
Reißschiene 3
Reißzeug 4
Rückansicht 9, 10
Rundungen 15
Rundungen, Anschlüsse an 20

Schablonen 5
– **Rundungsschablone** 5
– **Kreisschablone** 5
– **Oberflächenzeichenschablone** 5
Schnittdarstellung 22
Schnitte 22
– **Grundsätze** 22
– **Halbschnitt** 22
– **Vollschnitt** 22
Schraffuren 22, 23
Schrift 6
Schriftfeld 2, 7
Schrifthöhe 6

Seitenansicht 9, 10
Senkungen 17
Skizze, Regeln für 8
Skizzieren 3
Standardisierung 1
Stückliste 7
TGL 1

Toleranzangaben 19
Toleranzen 19
– **Angabe** 19
– **Begriff** 19
– **Darstellung** 19

Übersicht über
– **Ansichten** 9
– **Blattgrößen** 2
– **Schrift** 6
Unterricht 9, 10

Vergrößerungen, Maßstäbe für 21
Verkleinerungen, Maßstäbe für 21
Vervielfältigungen 11
Vorderansicht 9, 10

Werkstoffkennzeichnung (Schraffur) 23

Zeichendreiecke 3
Zeichengeräte 3
Zeichengrundsätze 8
Zeichenstifte 3
Zeichnen der Ansichten 9, 10
Zeichnen, Regeln für 8
Zeichnungen beschriften 6
Zeichnung
– **Aufteilung** 2
– **Geschichte der** 1
Zeichnungsablage 4
Zeichnungsarten 11
Ziehfedern 3, 4
Zirkel, Anwendung des 4
Zusammenbauzeichnung 11