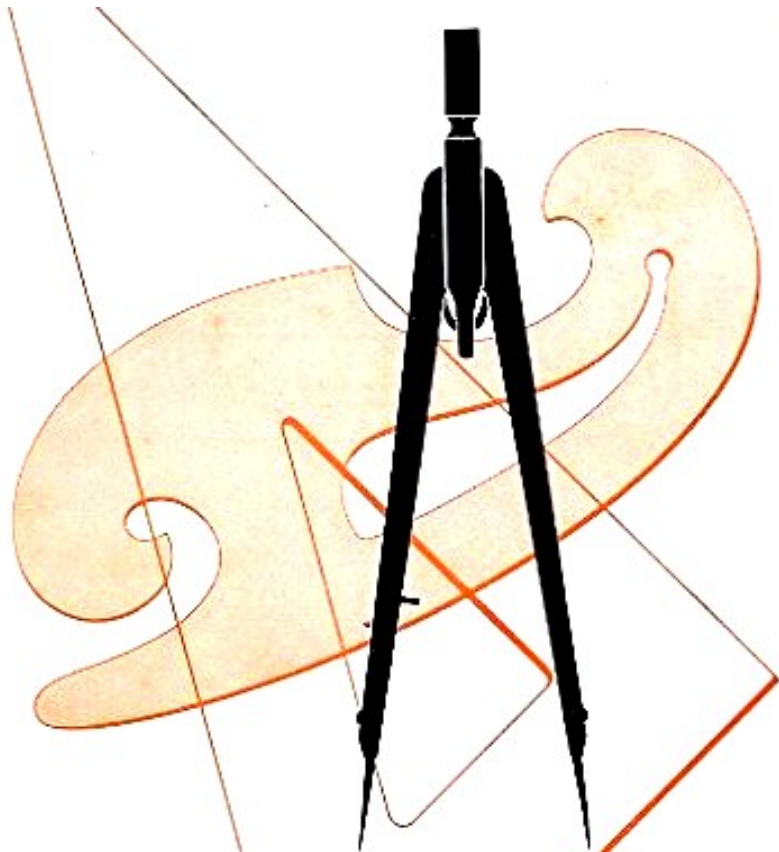




Technisches Zeichnen

TECHNISCHES ZEICHNEN

Von A. BACHMANN UND R. FORBERG

bearbeitet von A. SCHRÖTER, LEIPZIG

Mit 815 Bildern und Zeichnungsbeispielen

Dreizehnte Auflage 1960

W. Thost



B. G. TEUBNER VERLAGSGESELLSCHAFT · LEIPZIG

Redaktionsschluß 20. 2. 1960

**Dieses Buch darf nicht in Westberlin und der Deutschen Bundesrepublik
vertrieben werden**

Best.-Nr. 9602 Liz. Nr. 294 · 375/69/60

Satz und Druck: (III/18/154) B. G. Teubner, Leipzig C 1, Querstr. 17 · 1225

AUS DEM VORWORT ZUR 1. BIS 8. AUFLAGE

Was an geistigem Rüstzeug für das technische Zeichnen gebraucht wird, ist wohlgeordnet und systematisch aufgebaut in dieses Buch aufgenommen worden. Von der Einführung in die elementaren Kenntnisse bis zu gehobenen Anforderungen enthält es den gesamten Wissensstoff für die praktische Arbeit, so daß es nicht nur Anfängern, sondern auch all denen, die nach höheren Leistungen streben, ein Helfer sein kann. In umfassenden Kapiteln hat die große Bedeutung des fachlichen Zeichnens für die metallverarbeitenden Berufe gebührende Würdigung erfahren. Die für das technische Zeichnen wichtigen Konstruktionen aus der Geometrie wurden ausführlich behandelt. Breiter Raum ist auch der Konstruktion der Schnitt- und Durchdringungskurven und den Abwicklungen überlassen worden. Aber auch aus benachbarten Gebieten wurde Wissenswertes, soweit es mit dem Zeichnen zusammenhängt, aufgenommen. Der allgemeinverständlich abgefaßte Text ist durch zahlreiche Abbildungen bereichert worden. Geeignete Übungsaufgaben schließen sich den einzelnen Kapiteln an.

Somit ist das Buch ein Leitfaden zur Aneignung der Grundzüge im technischen Zeichnen. Es dient auch Facharbeitern und Meistern, die sich im Zeichnungslesen vervollkommen wollen. Der studierenden Jugend kann es ein Wegweiser und dem Konstrukteur ein willkommenes Nachschlagewerk sein. Darüber hinaus vermag es auch Anregungen und Hinweise für eine zweckmäßige Schulung und Ausbildung zu geben.

Oberhausen-Sterkrade und Bemerode, im Herbst 1954

A. BACHMANN R. FORBERG

VORWORT ZUR 10. BIS 12. AUFLAGE

Durch die starke Nachfrage bedingt, sah sich der Verlag in den letzten Jahren veranlaßt, zunächst unveränderte Nachdrucke herauszubringen. Da aber die einschlägigen DIN-Normen seit einiger Zeit wesentlich geändert worden sind, machte sich eine völlige Überarbeitung notwendig. Der Verlag hofft, dem Benutzer nunmehr wieder ein Buch in die Hand zu geben, das allen Anforderungen in Unterricht und Praxis gerecht wird. Für weitere Anregungen sind Bearbeiterin und Verlag jederzeit dankbar. Leipzig, im Frühjahr 1959

DER VERLAG

VORWORT ZUR 13. AUFLAGE

Durch das Voranschreiten der Standardisierungsarbeit in der Deutschen Demokratischen Republik war eine erneute Überarbeitung des vorliegenden Buches notwendig. Es ist nunmehr zu unterscheiden zwischen DDR-Standards (TGL, DIN) und für die DDR nicht verbindlichen DIN-Blättern, die nur als Empfehlung Gültigkeit haben. Um den Benutzer des „Technischen Zeichnens“ darüber zu orientieren, ob die verwendeten oder auszugsweise abgedruckten DIN-Blätter verbindlich sind, ist am Schluß des Textteiles eine entsprechende Übersicht eingefügt worden.

Damit wurde das Buch wiederum auf den neuesten Stand gebracht. Jede verbessernde Kritik wird jedoch stets dankbar entgegengenommen werden.

Leipzig, im Dezember 1959

A. SCHRÖTER

INHALT

Einleitung	1
1 Handhabung und Behandlung der Zeichengeräte	
1.1 Reißbrett, Reißschiene, Zeichendreiecke	3
1.2 Zeichentische und Zeichenmaschinen	4
1.3 Zeichenbleistifte	6
1.4 Reißzeug	7
1.5 Weiteres Zeichenzubehör	13
2 Der Zeichenbogen	
2.1 Zeichenpapier	18
2.2 Blattgrößen	19
2.3 Beschriftung	20
3 Darstellung und Bemaßung einfacher Werkstücke	
3.01 Zeichnungsmaßstäbe	23
3.02 Grundkörper	24
3.03 Rechtkantige Werkstücke	26
3.04 Quadratkantige Werkstücke	31
3.05 Zylindrische Werkstücke	33
3.06 Trapezkantige, sechskantige und dreikantige Werkstücke	39
3.07 Pyramidische Werkstücke	43
3.08 Keglige Werkstücke	44
3.09 Kuglige Werkstücke	46
3.10 Arbeitsfolge beim Zeichnen	47
4 Darstellung und Bemaßung hohler und abgebrochener Werkstücke	
4.1 Schnittzeichnungen	52
4.2 Bruchdarstellungen	57
5 Weitere Zeichenregeln	
5.01 Übersicht über die Anwendung der Linien	59
5.02 Schriftfeld und Stückliste	60

5.03 Vordrucke für Zeichnungen, Kantenschutz	63
5.04 Werkstoffangaben	65
5.05 Schraffuren und Farben zur Kennzeichnung von Werkstoffen...	66
5.06 Kennzeichnung der Oberflächen	67
5.07 Besonderheiten der Darstellung und Bemaßung.....	70
5.071 Darstellung · 5.072 Bemaßung	
5.08 Kegelverhältnis, Kegelwinkel und Neigung.....	86
5.09 Verjüngung, Spitzenwinkel und Neigung	91
5.10 Aufzeichnen von Winkeln und Neigungen.....	92
5.11 Zeichnungsänderungen	94
6 Toleranzen am Werkstück	
6.1 Abmaße in Zahlen	96
6.11 Grundbegriffe · 6.12 Eintragen der Abmaße	
6.2 ISA-Passungen	102
6.21 Bedeutung · 6.22 Geschichtliches · 6.23 Grundbegriffe · 6.24	
Paßsysteme · 6.25 Aufbau des ISA-Toleranzsystems · 6.26 Be-	
zeichnung der ISA-Toleranzen · 6.27 Empfohlene Passungen ·	
6.28 Engere Passungsauswahl · 6.29 Ersatz der DIN-Passungen	
durch ISA-Passungen · 6.30 Eintragen der Kurzzeichen für ISA-	
Toleranzfelder	
7 Bauelemente	
7.1 Schraubenverbindungen	112
7.11 Gewinde · 7.12 Schrauben und Muttern · 7.13 Arten der	
Schraubenverbindungen · 7.14 Senkungen und Schraubensiche-	
rungen · 7.15 Kleindarstellungen	
7.2 Nietverbindungen	127
7.21 Arten · 7.22 Niete von 1...9 mm Durchmesser · 7.23 Stahl-	
bau- und Kesselbauniete · 7.24 Darstellung	
7.3 Keile, Federn, Bolzen, Stifte	130
7.4 Schweißverbindungen	137
7.5 Schraubenfedern.....	142
7.6 Zahnräder	145
8 Geometrische Übungen	
8.1 Grundkonstruktionen	152
8.2 Regelmäßige Vielecke	155

8.3	Anschlußbogen	156
8.4	Technische Kurven	158
	8.41 Ellipsen · 8.42 Parabeln · 8.43 Hyperbeln · 8.44 Archimede- dische Spirale · 8.45 Evolvente · 8.46 Zykloiden · 8.47 Schrauben- linie (Wendel)	
9	Projektionszeichen	
9.1	Rechtwinklige Parallelprojektion	167
9.2	Körperschnitte und Abwicklungen	171
9.3	Körperrundrissen und Abwicklungen	181
10	Parallelperspektiven	
10.1	Dimetrische Darstellungen	190
	10.11 Rechtwinklige Parallelprojektion auf eine schiefe Bildebene	
	10.12 Schiefe Parallelprojektion auf eine lotrechte Bildebene	
10.2	Isometrische Darstellung	198
11	Zeichnungsarten	
11.01	Übersicht	201
11.02	Skizzen	202
11.03	Reinzeichnungen	203
11.04	Teil- und Rohteilzeichnungen	204
11.05	Übersichtszeichnungen	205
11.06	Stahlbauzeichnungen	214
11.07	Rohrpläne	221
11.08	Elektrofachzeichnungen	223
11.09	Graphische Darstellungen	229
11.10	Zeichnungen für Druckzwecke	231
11.11	Zeichnungen für Glasbilder und Bildbänder	233
11.12	Tischlerzeichnungen	235
11.13	Sonstige Zeichnungen	238
11.14	Vervielfältigte Zeichnungen	238
	Übersicht über die wichtigsten im Buche verwendeten oder auszugsweise abgedruckten Normen bzw. Standards	246
	Sachweiser	247

Die im Buch angeführten DDR-Standards (TGL und DIN) gelten als verbindlich nur im Urtext der letzten Fassung zusammen mit der Verbindlichkeits-
erklärung im entsprechenden Gesetzblatt der Deutschen Demokratischen Re-
publik. Für DIN-Blätter, die nicht Standards der DDR sind, gilt ebenfalls
die letzte Ausgabe. Sie haben lediglich den Charakter einer Empfehlung.
TGL- und DIN-Blätter sind zu beziehen durch das Fachbuchversandhaus,
Leipzig C 1, Postschließfach 287.

EINLEITUNG

Zeichnen ist die Kunst, Formen und Gedanken mit Hilfe eines Stiftes bildhaft darzustellen. Die Zeichnung wird entweder freihändig entworfen oder mit besonderen Werkzeugen und Geräten unter Einhaltung gewisser Vorschriften angefertigt. Es wird daher zwischen dem freien, dem *künstlerischen* Zeichnen und dem gebundenen, dem *technischen* Zeichnen unterschieden.

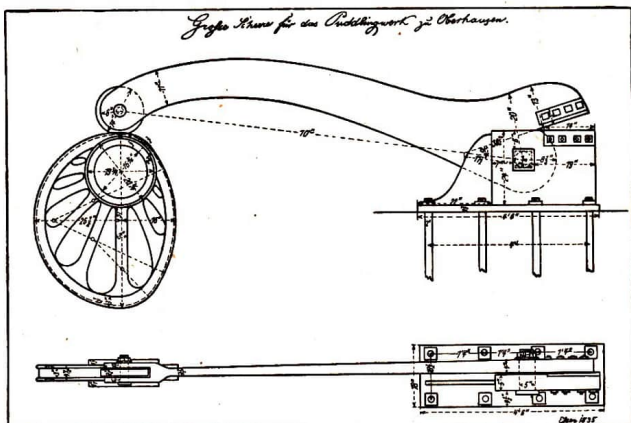
Geschichtliches. Technisches Zeichnen reicht mit seinen Anfängen weit in die Vorzeit zurück. Den großen Bauten des Altertums lagen bereits sorgfältig ausgearbeitete Pläne zugrunde. Im Mittelalter waren die Klosterschulen Pflegestätten des technischen Zeichnens. Auch in den Zünften und in den in der Nähe größerer Vorhaben errichteten Bauhütten wurde mit Zeichnungen umgegangen. Den entscheidenden Auftrieb erhielt das technische Zeichnen aber durch die Entwicklung der Industrie in der jüngeren Vergangenheit.

War technisches Zeichnen jahrhundertlang eine von wenigen Menschen beherrschte Kunst und ein sorgsam gehütetes Geheimnis, so mußte es nun beruflich und inhaltlich auf neue Grundlagen gestellt werden. Das technische Zeichnen wurde Gegenstand der fachlichen Ausbildung, und es entstanden feste Arbeitsregeln. Eine über 100 Jahre alte Zeichnung (2.1) zeigt einen Schritt in dieser Entwicklung.

Heute ist die technische Zeichnung eine wichtige Unterlage für die industrielle und handwerkliche Arbeit. Es werden einzelne Werkstücke, aber auch Übersichten über den Zusammenbau der Teile zu Maschinen, Apparaten und Geräten aller Art gezeichnet. Ebenso bedürfen der Stahlbau, der Behälter- und Rohrleitungsbau, der Bau elektrischer Anlagen und andere Industrie- und Handwerkszweige des technischen Zeichnens als Ausdrucks- und Verständigungsmittel, als Bindeglied zwischen Entwurf und Ausführung.

Normung. Technisches Zeichnen setzt gute Werkzeuge und Hilfsmittel, geometrische Kenntnisse und auf höherer Stufe das Wissen um die Eigenschaften, die Verwendung und die Bearbeitung der Werkstoffe voraus. Unerläßliche Vorbedingung ist außerdem die Beherrschung der Zeichenregeln, die in Gestalt der Zeichnungsnormen bestehen. Sie bedeuten Vereinheitlichung und Ordnung im Zeichnungswesen und sind in freiwilliger Gemeinschaftsarbeit der daran interessierten Kreise entstanden.

Die leitenden und organisierenden Stellen für die gesamte Standardisierungs- bzw. Normungsarbeit sind für die Deutsche Demokratische Republik das *Amt für Standardisierung* bzw. für die Deutsche Bundesrepublik der *Deutsche Normen-Ausschuß*



2.1 Zeichnung aus dem Jahre 1835 (aus dem Archiv der Gutehoffnungshütte)

(DNA). Die Ergebnisse aller Normungsarbeit werden auf besonderen Blättern herausgegeben. Sie tragen in der oberen rechten Ecke das Zeichen **TGL** bzw. **DIN** und darunter eine Ordnungsnummer.

TGL war zunächst die Abkürzung für Technische Gütevorschriften und Lieferbedingungen und ist heute das Symbol für die Standardisierungsarbeit in der DDR. Das Wort DIN war seit 1917 die Abkürzung für „Deutsche Industrie-Normen“. Nach der Umbildung des „Normenausschusses der Deutschen Industrie“ in den „Deutschen Normenausschuß“ im Jahre 1926 wurde DIN als „Das ist Norm“ gedeutet. Seit 1951 ist auch diese Auslegung überholt. Nunmehr gilt das Wort DIN als Name und Kennzeichen für die Gemeinschaftsarbeit des Deutschen Normenausschusses, wogegen DIN als Verbandszeichen gedeutet wird.

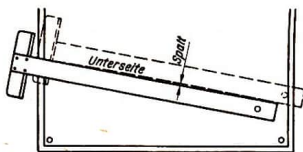
Die Normung ist sehr vorteilhaft. Sie erleichtert und verbilligt die Arbeit, steigert die Leistung und ist im Zeichnungswesen Vorbedingung für eine klare Verständigung. Es ist daher wichtig, sich laufend über die Fortschritte der Normung zu unterrichten. Gelegenheit hierzu bieten die örtlichen Normenstellen der Kammer der Technik und der Industrie- und Handelskammer bzw. das Amt für Standardisierung, Berlin O 17, Köpenicker Str. 80–82, und der Deutsche Normenausschuß, Zweigstelle Ost, Berlin W 8, Kronenstraße 3.

1 Handhabung und Behandlung der Zeichengeräte

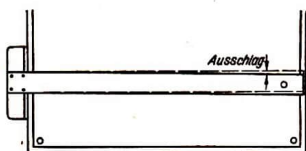
1.1 Reißbrett, Reißschiene, Zeichendreiecke

Reißbretter sollen aus ast- und fugenfreiem Pappel- oder Lindenholz bestehen, an der linken Seite eine völlig ebene Kante zum Anlegen der Reißschiene haben und so auf dem Arbeitstisch liegen, daß ein flüssiges Arbeiten in unverkrampfter Körperhaltung möglich ist.

Reißschienen sind aus Buchen-, Birnbaum- oder Mahagoniholz oder aus Kunststoff gefertigt und müssen über die ganze Breite des Reißbrettes reichen. Bleistift und Ziehfeder gleiten nur an der oberen Kante der Zunge entlang.



3.1 Verzogene Reißschiene

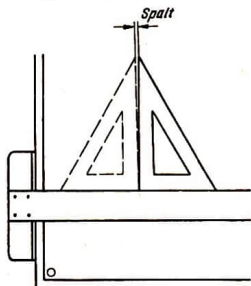


3.2 Wackelnde Reißschiene

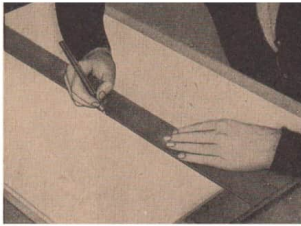
Die Ziehkante wird nach Bild 3.1 auf Geradlinigkeit geprüft. Beim Ziehen des zweiten Striches liegt die Schiene auf dem Rücken. Sie ist verzogen, wenn beide Striche einen Spalt bilden. Einwandfreies Arbeiten ist auch dann nicht möglich, wenn die Anlegekante am Reißbrett oder die des Schienenkopfes uneben oder die Zunge locker geworden ist, so daß sie wackelt (3.2). Reißschienen sollen im Loch der Zunge aufgehängt und nicht längere Zeit gegen eine Wand gelehnt werden, weil sie sich sonst verbiegen. Messer dürfen nicht an der Ziehkante (z. B. beim Abtrennen eines Zeichenbogens) entlanggeführt werden, damit die Reißschiene durch Einschneiden nicht beschädigt wird. Unebene Kanten können durch Abziehen auf Glaspapier auf einer völlig ebenen Unterlage (Reißbrett) wieder justiert werden.

Zeichendreiecke aus Holz sind nicht ganz unempfindlich gegen Luftfeuchtigkeit, Dreiecke aus Kunststoff hingegen verziehen sich nicht. Meist genügen ein $45^\circ/90^\circ$ - und ein $30^\circ/60^\circ/90^\circ$ -Dreieck.

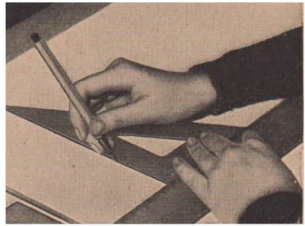
Der 90° -Winkel wird nach Bild 3.3 geprüft. Decken sich der vor und der nach dem Umschwenken des Dreiecks gezogene Bleistiftstrich, so ist der Winkel in Ordnung.



3.3 Unbrauchbares Zeichendreieck



4.1 Ziehen waagerechter Striche



4.2 Ziehen senkrechter Striche

Auch hier kann man, wie bei der Reißschiene, kleine Unebenheiten an den Kanten durch Abziehen auf Glaspapier wieder richten.

Zum Ziehen waagerechter Striche drückt die linke Hand den Kopf der Reißschiene an die linke Kante des Reißbrettes, gleitet nach rechts über die Zunge und hält sie dann in der gewünschten Lage unverrückbar fest. Der Bleistift wird von links nach rechts an der Zunge entlanggeführt (4.1). Zum Zeichnen senkrechter Striche steht das Dreieck auf der Schiene. Beides ist zugleich festzuhalten und der Strich von unten nach oben zu ziehen (4.2).

1.2 Zeichentische und Zeichenmaschinen

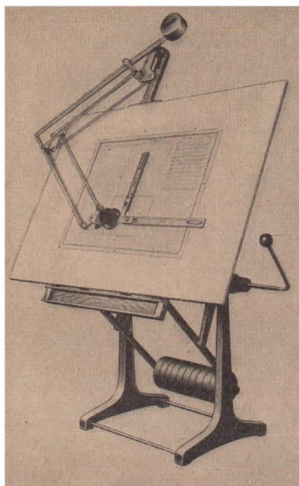
Zeichentische sind größere Reißbretter verschiedenen Formats auf entsprechenden Gestellen (5.1 u. 2). Das Brett läßt sich in der Höhe und in der Neigung verstellen und mit Klemmvorrichtungen, die durch Fuß- bzw. Handhebel betätigt werden, festhalten. Die Bretter der Zeichentische haben bisweilen eine Reißschiene mit Parallelführung, die man aber mehr und mehr durch die Zeichenmaschine ersetzt und die deshalb nicht mehr hergestellt wird.

Mit einer Griffleiste, die auch zum Ablegen der Zeichengeräte dient, wird die Reißschiene betätigt. Sie ist mit beiden Enden an einem endlosen Drahtseil befestigt, das über an den Ecken des Brettes befestigte Rollen läuft. Kleinere Gegengewichte gleichen das Reißschienengewicht aus. Durch eine Nachstellvorrichtung kann das Drahtseil straff gespannt werden.

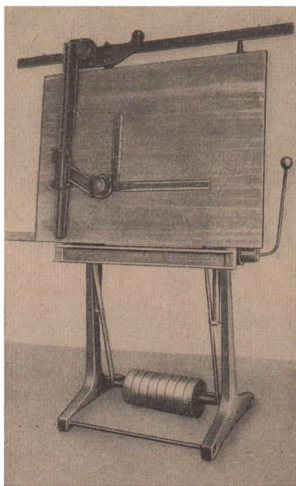
Zeichenmaschinen beschleunigen die Arbeit und stellen eine Vereinigung von Reißschiene, Parallelführung, Zeichendreiecken, Stabmaß, Lineal und Winkelmesser in einem Gerät dar (5.1).

Die obere der beiden hintereinandergeschalteten, beweglichen Parallelogrammführungen ist an dem schwingungsfreien Ankerbock aufgehängt, während die andere den Zeichenkopf trägt (5.3 und 6.1).

Dieser kann mit den stets rechtwinklig zueinanderstehenden Stabmaßen vermöge der Parallelogrammführungen über die gesamte Zeichenfläche bewegt werden. Ein Gegengewicht bewirkt, daß er nach dem Loslassen auf jeder Stelle des Bogens stehenbleibt. Das ganze Gerät ist schließlich nichts anderes als eine Nachbildung des menschlichen Armes mit Schulter-, Ellenbogen- und Handgelenk. Es gibt aber auch Zeichenmaschinen in anderen Ausführungen (5.2).

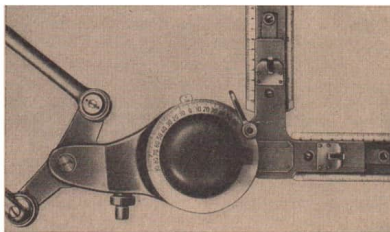


5.1 Zeichentisch mit Zeichenmaschine
(VEB Meß- und Zeichengerätebau Bad Liebenwerda)

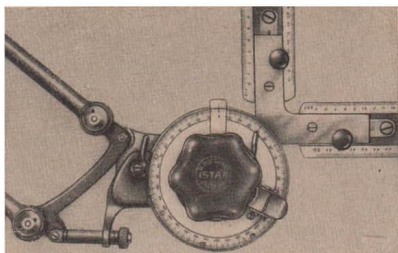


5.2 Laufwagen-Zeichenmaschine
(VEB Meß- und Zeichengerätebau Bad Liebenwerda)

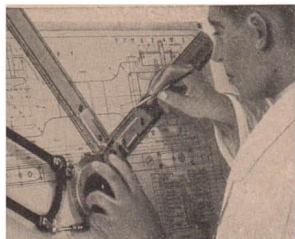
Die linke Hand betätigt den Zeichenkopf (6.2). Je nach Fabrikat und Größe der Zeichenmaschine können die Stabmaße mit Hilfe einer Hebel- oder Druckknopfschaltung um 135 bis 360° geschwenkt und auf jeden beliebigen Winkel eingestellt werden (5.3 u. 6.1). Eine Gradteilung mit Nonius (s. S. 90) ermöglicht das Ablesen. Zeichenköpfe modernster Ausführung haben auch eine Einrichtung zum Einstellen gleichmäßiger Schraffurabstände.



5.3 Zeichenkopf mit einem Schwenkbereich nach links von 0...60° und nach rechts von 0...90°
(VEB Meß- und Zeichengerätebau Bad Liebenwerda)



6.1 Zeichenkopf mit einem Schwenkbereich nach links und rechts von je 180° (Dr. Graf KG, Gotha)



6.2 Betätigung des Zeichenkopfes

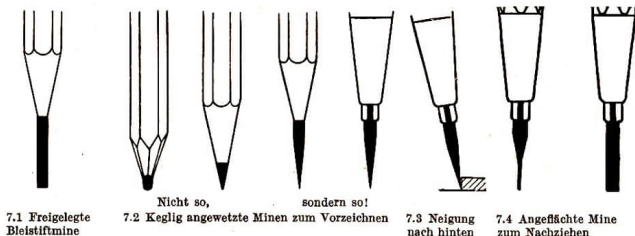
Bei den häufiger vorkommenden Stellungen von 15° zu 15° schnappt ein Sperrstift selbsttätig in Rasten ein und hält die Stabmaße fest. Desgleichen ist es möglich, jeden Zwischenwinkel arretierbar einzustellen. Zu einer Zeichenmaschine gehören meist mehrere, auswechselbare Stabmaße mit den üblichen Teilungen 1:1, 1:2,5, 1:5 usw. (23.2) und zum Ausziehen der Linien in Tusche zwei längere Lineale ohne Teilung, möglichst mit eingeleger Zelluloidleiste.

1.3 Zeichenbleistifte

Zeichenbleistifte sind sechskantig, liegen daher gut in der Hand und rollen nicht fort. Die Mine soll feines Korn und hohe Festigkeit gegen Abbrechen haben, außerdem einen gleichmäßigen, radierfähigen Strich geben.

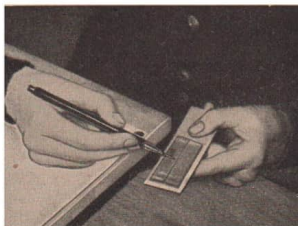
Trotz gleicher Bezeichnungen sind die Härten der von verschiedenen Firmen hergestellten Bleistifte nicht immer einheitlich. Zum Vorzeichnen und für raues Papier eignen sich härtere Bleistifte, die aber die Oberfläche nicht aufreißen dürfen. Zum Nachziehen und für geglättetes Papier hingegen werden weichere Bleistifte gewählt. Wird dieses Papier vorher überradiert, sind die Striche schwärzer. Für eine geübte Hand aber genügt häufig ein Bleistift mittlerer Härte, etwa 3H.

Mit einem scharfen Taschenmesser wird das Holz entfernt und die Mine ungefähr 12 bis 15 mm lang freigelegt (7.1). Das Anwetzen der Mine geschieht auf einer Schlichtfeile oder auf Schmirgelpapier (7.5). Kurze Bleistifte werden in einer Verlängerungshülse bis auf kleine Reste verbraucht.



Füllbleistifte müssen die Mine so festklemmen, daß sie bei stärkerem Druck auf die Zeichnung nicht zurückrutscht. Zum Vorzeichnen ist eine *schlanke, kegliche Spitze* nötig (7.2). Der Bleistift wird kurz gefaßt und sowohl in der Ziehrichtung als auch bei senkrechten Linien seitlich bzw. bei waagrechten Linien nach hinten leicht geneigt (7.3). Die Spitze liegt somit vollkommen an der Ziehkante. Der Bleistift wird beim Ziehen langsam um seine Achse gedreht, so daß ein gleichmäßiger Strich entsteht.

Mit einer beiderseits *angeflächten Mine* wird nachgezogen (7.4). Der Stift wird hin und her bewegt, aber nur in einer, und zwar in der üblichen, Ziehrichtung geneigt. Die Dicke des stehengebliebenen Teils der Mine bestimmt die Strichdicke. Sind dünnere Striche erforderlich, muß die Mine mehr abgewetzt werden.



7.5 Wetzen der Mine

1.4 Reißzeug

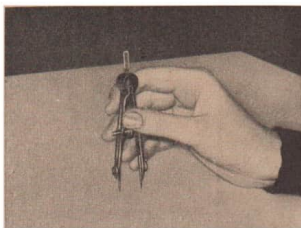
Schon für den Anfänger ist ein gutes Reißzeug notwendig. Es soll zumindest enthalten: Stechzirkel, Teilzirkel, Einsatzzirkel mit Bleieinsatz und Ziehfedereinsatz einschließlich Verlängerungsstange, ferner einen Nullenzirkel mit Blei- und Ziehfedereinsatz, zwei Ziehfedern, Schraubenzieher und eine Büchse für Zirkelspitzen und Bleiminien.

Der **Stechzirkel** dient zum Übertragen der Längen vom Stabmaß auf den Zeichenbogen (8.1).

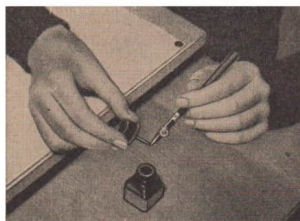
Er wird auch Handzirkel genannt. Die Schenkel tragen gehärtete, auswechselbare Stahlspitzen und laufen oben im Zirkelkopf zusammen. Er soll eine Geradföhrung haben, damit sich der geriffelte Griff bei jeder Zirkelöffnung selbsttätig auf Mitte der Schenkel einstellt. Ist der Gang des Zirkels nicht gleichmäßig weich oder zu leicht, dann wird die Stellschraube am Kopf mit dem beigegebenen Schraubenzieher gelöst bzw. angezogen.



8.1 Abgreifen auf dem Stabmaß



8.2 Aufsetzen des Teilzirkels



8.3 Füllen der Ziehfeder mit einer Federpose



8.4 Füllen der Ziehfeder aus der Tuschepatrone

Mit den Fingern der rechten Hand wird der Zirkel geöffnet und geschlossen. Zum Abtragen der Abmessungen auf den Zeichenbogen wird er kurz gefaßt, ein Schenkel zum Einsatzpunkt hingeschoben, dann aufgesetzt und aufgerichtet. Ein sanfter Druck der Spitze senkrecht in das Zeichenpapier hinterläßt eine kleine Vertiefung. Dann wird die andere Zirkelspitze aufgesetzt und senkrecht in das Papier eingedrückt. Wegen des besseren Wiederfindens können die Einstiche durch freihändig gezogene Bleistiftkreise eingefast werden.

Der **Teilzirkel** dient zum Übertragen kleinerer Strecken (8.2) und hat meist auswechselbare Stahlspitzen.

Die Zirkelöffnung wird durch eine Schraubenspindel eingestellt und bleibt dadurch auch beim Abtragen einer größeren Anzahl gleicher Strecken unverändert.

Tuschelinien werden mit der **Ziehfeder** gezogen. Die feingeschliffenen Zungen bestehen aus gehärtetem Stahl und müssen gleich lang sein. Schlanke Ziehfedern eignen sich für dünne, gedrungene für dickere Striche.

Mit einer Schreibfeder, einem Streifen Zeichenpapier, einer Federpose (8.3) oder unmittelbar aus einer Tuschepatrone (8.4 und 13.1) wird die Tusche in die nach unten gehaltene Spitze tropfenweise eingefüllt, ohne die Außenseiten der Zungen zu benetzen (8.3). Ein Probestrich auf dem später abfallenden Blattrand soll zeigen, daß die Feder einwandfrei und in richtiger Dicke zieht. Zu sehr gefüllte Federn ziehen zu dicke Striche oder klecksen. Löschpapier oder ein Leinenlappen

nehmen den Überschuß aus der Feder auf. (Vorsicht vor hängengebliebenen Fasern!) Mit zu knapp gefüllten Federn lassen sich längere Striche ohne Absetzen nicht ziehen. Verölte oder mit schweißigen Händen berührte Zungen werden mit einem Benzinlappen entfettet. Haarfusseln, Gummireste und andere Fremdkörper an der Federspitze oder auf dem Zeichenpapier verderben die Arbeit und sind deshalb zu entfernen. Vom Zeichenbogen werden sie mit einem kleinen Haarbesen abgekehrt.

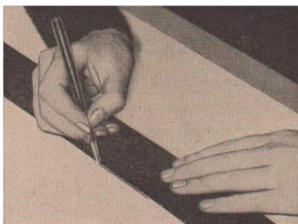
Die Tusche haftet auch auf glänzenden und fetthaltigen Papieren gut, wenn die Zeichenfläche durch Verreiben feingekörnten Kreidepulvers mit einem weichen Lappen aufnahmefähig gemacht und dann entstaubt worden ist.

Mit drei Fingern wird die Ziehfeder kurz gefaßt und mit dem Rücken an der auf dem Zeichenbogen gut aufliegenden Ziehkante entlanggeführt (9.1). Die Bewegung erfolgt bei waagrechten und wenig geneigten Strichen von links nach rechts, bei allen anderen grundsätzlich von unten nach oben (s. auch 4.2). Die Feder wird in der Ziehrichtung um etwa 20° geneigt; beide Zungen müssen die Zeichenfläche zugleich berühren. Der Druck der Feder auf das Papier darf nur gering sein, sonst reißt der Zeichenbogen auf.

Ziehfedern in Schwedenform, auch *Schwedenfedern* genannt (9.2), nehmen vermöge breiterer Zunge mehr Tusche auf als gewöhnliche Federn und werden daher für längere und dickere Striche verwendet.

Die Mitte des Tuschestriches soll mit der Mitte des vorgezogenen Bleistiftstriches zusammenfallen. Muß die Feder für einen längeren Strich nachgefüllt werden, so wird schon vor dem vollständigen Verbrauch der Tusche angehalten und mindestens so viel nachgefüllt, wie für den Rest des Striches noch erforderlich ist. Zur Fortsetzung des Striches wird die Feder allmählich, und zwar ein Stück vor dem Ende des unterbrochenen Striches, aufgesetzt, wobei sich die Hand bereits in der Ziehrichtung bewegt.

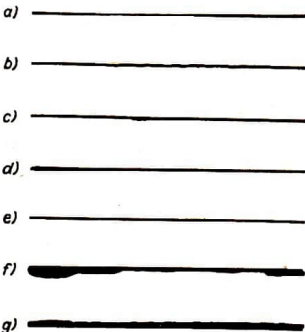
Beim Ausziehen langer, senkrechter Striche auf einer steilen Zeichenfläche läuft die Tusche im Strich herunter und bildet eine häßliche Verdickung. Sie wird vermieden, wenn hierbei von oben nach unten ausgezogen und die Feder ausnahmsweise der Ziehrichtung entgegengesetzt geneigt wird. Fehler beim Ausziehen zeigen die Bilder 9.3, 10.1 und 2.



9.1 Haltung der Ziehfeder



9.2 Schwedenfeder

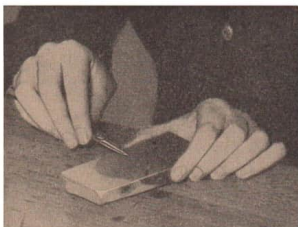


9.3 Fehler beim Ausziehen

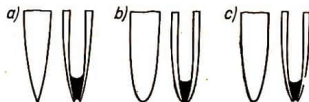
- a) Zu starker Druck der Feder gegen die Ziehkante,
- b) Beschädigte Ziehkante, c) Gummireste auf der Zeichnung, d) Zuviel Tusche in der Ziehfeder,
- e) Zuwenig Tusche in der Ziehfeder, f) Tusche an der Außenseite der Zunge, g) Verrutschte Reißchiene



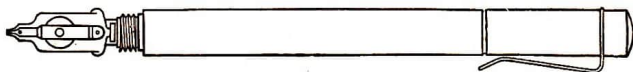
10.3 Zum Reinigen geöffnete Ziehfeder



10.4 Abziehen der Ziehfeder



10.5 Falsch und richtig angeschliffene Ziehfeder
a) zu spitz, b) zu plump, c) richtig



10.6 Tuschefüllhalter

Nach jedem Gebrauch wird der Tuscherest aus der Feder gewischt. Eintrocknete Tusche ist mit einem feuchten Lappen abzureiben und nicht mit Sandpapier, dem Messer oder einem anderen harten Gegenstand zu entfernen. Ziehfedern mit Kreuzscharnieren lassen sich beim Reinigen sehr weit öffnen (10.3).

Auf rauen Papieren nutzt sich die Ziehfeder sehr ab, sie wird dann auf einem Abziehstein nachgeschliffen.

Hierzu eignen sich sogenannte Arkansassteine, auf die ein Tropfen Öl gegeben wird, oder mit Wasser benetzte Kalkschiefersteine. Die Ziehfeder wird kurz gefaßt und so aufgelegt, daß die gewölbte Außenseite einer Zunge den Stein berührt (10.4). Durch Schaukelbewegungen wird sie nun an allen Stellen des gewölbten Rückens abgeschliffen. Dann wird die andere Zunge vorgenommen, bis beide die richtige Form haben, gleich lang und scharf sind. Nach dem Entgraten werden die Spitzen mit einer Lupe und durch Ziehen einiger Probe- striche überprüft.

In zu spitz geschliffenen Zungen (10.5a) bleibt die Tusche hängen, aus zu plump geschliffenen (10.5b) läuft sie zu leicht heraus und verdickt den Strich besonders bei langsamer Bewegung der Feder. Die richtig geformte Spitze ist wie der Scheitel einer flachen Ellipse schlank gerundet (10.5c).

Tuschefüllhalter mit auswechselbaren Federn für Linien und für Schrift gestatten ununterbrochenes Arbeiten und haben sich sehr bewährt (10.6).

Die Dicke des Striches ist von der eingesetzten Feder abhängig und sehr gleichmäßig. Da nur wenig Tusche herausläuft, trocknen die Linien sehr schnell. Dadurch wird die Arbeit wesentlich beschleunigt.

Der **Einsatzzirkel** (11.1) dient zum Zeichnen der Kreise. Ein Schenkel des Zirkels trägt einen beweglichen Nadelfuß mit einer auswechselbaren, an beiden Enden angespitzten Stahlnadel. Gewöhnlich ist eine Spitze abgesetzt, damit sie selbst beim Schlagen mehrerer Kreise mit gleichem Mittelpunkt nicht unerwünscht tief eindringt.

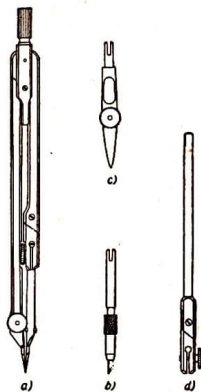
Die Mine des Bleieinsatzes muß eine geeignete Härte haben, ausreichend lang sein und so weit aus der Klemmhülse herausragen, daß sich eine schlanke Spitze wetzen läßt.

Häufig genügt das Wetzen der Mine nur an der Außenseite (11.1b). Vor dem Gebrauch des Zirkels werden die Spitzen aller Einsätze auf gleiche Länge eingestellt. Dabei wird zuerst der Ziehfedereinsatz aufgesteckt und hiernach die Länge der Nadelspitze am anderen Schenkel eingestellt. Dann werden Bleieinsatz und Nadelspitze des dritten Einsatzes auf diese Länge gebracht.

Die Spitzen des Zirkels sollen senkrecht zur Zeichenebene stehen. Das ist durch Einstellen des Kniegelenks und des beweglichen Nadelfußes zu erreichen (11.2).

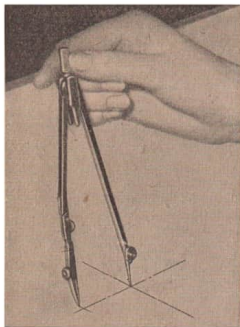
Für Kreise in Blei wird der Halbmesser vom Stabmaß abgegriffen oder mit dem Stechzirkel auf dem Zeichenbogen abgetragen und hiernach eingestellt. Daumen und Zeigefinger der rechten Hand drehen den Griff am Kopf des leicht geneigten Zirkels im Sinne der Uhrzeigerbewegung (11.2 und 11.3).

Die Halbmesser für Kreise in Tusche werden nach den in Blei vorgezogenen Bogen eingestellt. Mehrmaliges Umfahren eines Kreises oder das Drehen des Zirkels in verschiedenen Richtungen muß unterbleiben.

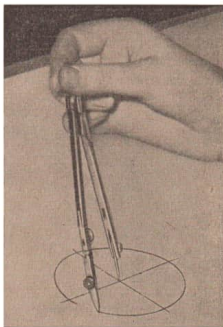


11.1 Einsatzzirkel mit Zubehör

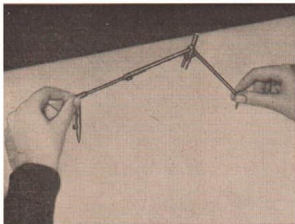
- a) Zirkel mit Stahlspitzen
- b) Bleieinsatz
- c) Ziehfedereinsatz
- d) Verlängerungsstange



11.2 Fingerhaltung bei Beginn des Zirkelschlages



11.3 Fingerhaltung am Ende des Zirkelschlages



12.1 Einsatzzirkel mit Verlängerungsstange

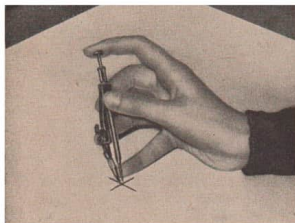


12.2 Betätigung des Stangenzirkels

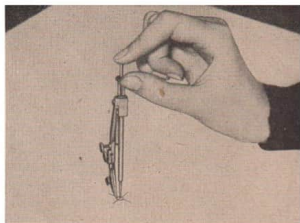
Damit die Zirkelspitzen bei der Arbeit nicht wackeln, müssen alle Schrauben fest angezogen sein. Der Ziehfedereinsatz kann auf ein dem Reißzeug beigegebenes Heft aufgesteckt und dann als Handziehfeder benutzt werden.

Zum Ziehen größerer Kreise wird vor dem Einsetzen des Zirkelensatzes die *Verlängerungsstange* aufgesteckt (12.1). Für Kreise mit großen Durchmessern steht der **Stangenzirkel** zur Verfügung (12.2). Er hat mehrere Einsätze und soll mit leichtem Druck und ohne zu federn über das Papier gleiten.

Der **Nullenzirkel** dient zum Zeichnen kleinster Kreise und hat einen Blei- und einen Ziehfedereinsatz. Die Mine des Bleieinsatzes ist besonders schlank und spitz anzuschärfen. Beide Zungen des Ziehfedereinsatzes müssen den Zeichenbogen gleichzeitig berühren, andernfalls ist die längere abzuschleifen. Der Zirkel ist gewöhnlich ein Fallnullenzirkel und wird mit nur einer Hand betätigt. Bei Beginn der Arbeit drückt der Zeigefinger auf den Kopf der Einsatzstange und schiebt sie aus dem Zirkelkörper bis zum Anschlag heraus. Die Stahlspitze wird zum Einsatzpunkt geführt (12.3), der Zirkel senkrecht aufgerichtet und der Drehteil vorsichtig losgelassen, damit auch die andere Spitze den Bogen berührt. Mit einer kurzen Daumenbewegung am geriffelten Bund wird schließlich der Drehteil in entgegengesetzter Richtung des Uhrzeigers einige Male herumgeschleudert (12.4). Danach wird der Drehteil gehoben und der Zirkel abgenommen.



12.3 Aufsetzen des Nullenzirkels



12.4 Schleuderbewegung

Von der *sachgemäßen Handhabung und Pflege des Reißzeugs* hängen dessen Lebensdauer und die Güte der Arbeit ab. Die einzelnen Geräte müssen sehr behutsam behandelt werden und sollen nur für solche Arbeiten dienen, für die sie geschaffen sind. Sie dürfen nicht wahllos durcheinanderliegen und nicht herunterfallen; denn Zirkel und Ziehfedern mit verbogenen oder abgebrochenen Spitzen sind nicht brauchbar. Von Zeit zu Zeit werden die Gleitflächen der Geräte mit Knochenöl leicht eingefettet und alle anderen Stellen mit einem trockenen, weichen Lappen abgerieben. Radiergummireste sind sofort aus dem Behälter herauszubürsten, weil der Schwefelgehalt des Gummis die metallenen Teile im Laufe der Zeit unansehnlich macht. Nach beendeter Arbeit werden alle Teile in die vorgesehenen Vertiefungen des Behälters gelegt, dann wird auf Vollständigkeit geprüft und der Deckel behutsam geschlossen.

1.5 Weiteres Zeichenzubehör

Der Zeichenbogen wird mit **Heftzwecken** befestigt. Sie müssen so tief eingedrückt werden, daß das Papier vom Kopf festgeklemmt wird.

Gute Reißnägel haben eine feine, kegliche Stahlspitze und einen gewölbten Kopf, über den Reißschiene und Zeichendreieck leicht hinweggleiten können. Es ist zweckmäßig, unter das Zeichenblatt einen Bogen dickeres Zeichenpapier zu spannen.

Anstelle der Reißzwecken kann gummiertes Klebeband verwendet werden. Es hinterläßt keine Spuren im Papier und im Zeichenbrett. Außerdem lassen sich Reißschiene und Zeichendreieck ungehindert über die gesamte Zeichenfläche bewegen. Durchsichtiges Klebeband wird zum Ausbessern eingerissener Zeichnungen benutzt.

Stabmaße bestehen aus Holz und haben maßstäbliche Teilungen (23.2). Bruchteile eines Millimeters werden gegebenenfalls nach Schätzung abgenommen. Stabmaße aus Metall sind nicht geeignet, da die Zirkelspitzen bei häufigem Abgreifen bald stumpf werden.

Zum Ausziehen und Beschriften dient schwarze **Tusche**, für Sonderfälle auch farbige. Tusche muß dünnflüssig sein, aber dennoch eine starke Deckkraft haben und sich nach völligem Trocknen weder verwischen noch abwaschen lassen.

Platzt die Tusche vom Papier ab, dann ist sie minderwertig, war zu dickflüssig, oder die Zeichenfläche war nicht genügend entfettet. Eingedickte Tusche läßt sich durch Zugießen von abgekochtem oder destilliertem Wasser verdünnen.

Tusche wird gewöhnlich in Glasfläschchen bezogen, bei größerem Bedarf auch literweise. Die Fläschchen haben im Kork meist eine Federpose zum Füllen der Feder (8.3) und können zur Sicherung gegen Umstoßen in einen Blech- oder Holzsockel gesetzt werden.



13.1 Tuschepatrone zum Füllen der Ziehfeder

Sehr bewährt haben sich *Tuschepatronen* (13.1). Das sind röhrenförmige, nachfüllbare und mit einem Gummipfropfen am Boden verschlossene Behälter. Am anderen Ende befindet sich ein Düsrohr, das durch einen Stift in einer abnehmbaren Kappe verschließbar ist. Durch leichten Druck gegen den balligen Gummipfropfen fließt ein Tröpfchen Tusche aus der nach unten geeigneten Patrone unmittelbar in das entgegengehaltene Arbeitsgerät (8.4).

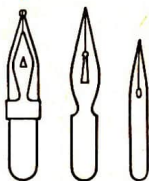
Platten-, Schreib- und Zeichenfedern (14.1) dienen zum Beschriften der Zeichnungen und zum Eintragen der Maßzahlen und Maßpfeile.

Federn, die für Tinte gebraucht wurden, dürfen nicht ohne weiteres mit Tusche gefüllt werden. Sind neue Federn nicht zur Hand, dann sind die Tintenreste mit einer kleinen Flamme abzubrennen und gut abzuwischen, da sonst die eingefüllte Tusche verkrustet.

Schriftschablonen. Die von verschiedenen Zeichnern freihändig geschriebene Normschrift fällt verschieden aus. Diesen Nachteil vermeidet Schablonenschrift (14.2).

Die Schablonen haben für die Buchstaben und Zahlen Schlitzte, in denen Röhrenfedern entlanggeführt werden. Schablonenschrift ist völlig gleichmäßig, erfordert aber mehr Zeit.

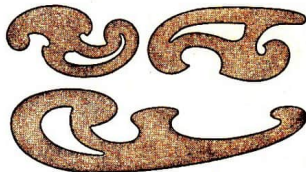
Zum Zeichnen von Krümmungen sind **Kurvenlineale** notwendig. Von den überaus zahlreichen Formen sind die abgebildeten drei für den normalen Bedarf ausreichend (14.3).



14.1 Platten-, Schreib- und Zeichenfeder

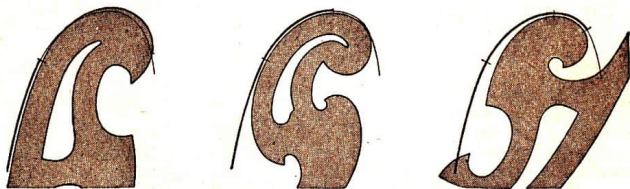


14.2 Schablonenschrift



14.3 Kurvenlineale (Burmester-Satz)

Eine Kurve wird unter Berücksichtigung der festgelegten Punkte zunächst freihändig entworfen und dann Stück um Stück an sorgfältig ausgesuchten Kanten des Kurvenlineals mit dem Bleistift sauber gezeichnet und erst dann in Tusche ausgezogen (14.4).



14.4 Gebrauch des Kurvenlineals

Als **Radiermittel** dienen *Gummi, Radiermesser, Glashaarpinsel und gebrauchte Rasierklingen*. Mit weichem Bleistift gezogene Striche werden mit einem weichen Gummi entfernt. Dagegen kommt für Striche, die von einem härteren Stift stammen, ein härterer Gummi in Betracht.

Guter Gummi schmiert nicht und färbt auch nicht ab. Schmutziger Gummi ist an einer sauberen Stelle des Bogenrandes abzureiben.

Beim Radieren spannen zwei Finger der linken Hand den Bogen glatt, so daß die zu verbessernde Stelle dazwischen liegt (15.1). Zum Radieren größerer Flächen wird der Bogen mit der linken Hand festgehalten, während die Arbeitsbewegung mit der anderen, und zwar einseitig fortweisend, ausgeführt wird.

Radiermesser, Glashaarpinsel, Rasierklinge oder harter Scharfgummi nehmen die Tuschestriche weg. Dazu wird eine harte, ebene Platte, z. B. Reißschiene oder Taschenspiegel, unter das Papier gelegt.

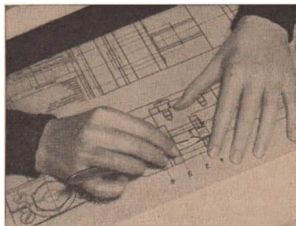
Die Klinge des Radiermessers bildet mit der Papierfläche einen Winkel von $\approx 90^\circ$ und schabt bei leichtem Druck in Längsrichtung des fehlerhaften Striches. Die Rasierklinge wird bei der Arbeit etwas durchgebogen. Glashaarpinsel haben feingesponnenes Glashaar. Es arbeitet sehr mild und darf nur wenig aus der Hülse herausragen.

Die Radierstellen werden gewöhnlich mit einem härteren Bleigummi nachgerieben und dann mit Daumnagel oder Falzbein geglättet. Vor dem Nachziehen der Linien in Tusche wird die radierte Stelle mit einem weichen Bleistift reichlich und gleichmäßig geschwärzt. Wird auf der Graphitschicht nachgezogen, läuft die Tusche selbst auf weniger guten Papieren nicht aus. Mehrmaliges Nachziehen mit einer enggestellten Ziehfeder ist sehr zweckmäßig.

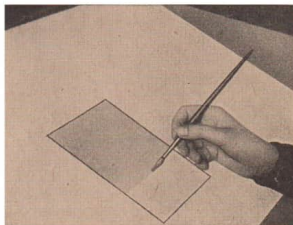
Radiermesser müssen von Zeit zu Zeit auf einem Abziehstein haarscharf gemacht werden. Die Schneide der Klinge wird von beiden Seiten angeschärft und dann entgratet.

Wasserfarben dienen zum Anlegen der Tuschezeichnungen. Sind größere Flächen zu färben, dann muß der Bogen aufgezogen werden, damit er sich nicht wellt.

Er wird auf der ganzen Rückseite mit einem Schwamm leicht und gleichmäßig angefeuchtet und dehnt sich. Dann werden die später abfallenden Ränder rückseitig mit einem gut haftenden Klebemittel bestrichen. Nun wird der Bogen auf ein altes Reißbrett geklebt und auch die Vorderseite angefeuchtet. Er dehnt sich dadurch noch mehr und wird dann durch Ziehen an den Rändern straffgezogen. Während des Trocknens und Zusammenziehens des Bogens trocknet auch der Klebstoff, so daß am Ende eine straff gespannte, glatte Fläche zur Verfügung steht.



15.1 Gebrauch des Radiermessers



15.2 Anlegen einer Fläche

Die schräggestellte Zeichenfläche wird mit dünnflüssiger Farbe von oben nach unten angelegt (15.2).

Es ist so viel Farbe aufzutragen, daß sie immer flüssig bleibt. Bereits getrocknete Stellen dürfen zur Vermeidung von Wolken nicht nochmal bestrichen werden, es sei denn, daß die gesamte Fläche abermals angelegt werden soll. Überflüssige Farbe wird an den tiefsten Stellen mit dem ausgedrückten Pinsel aufgesaugt. Ist das Anlegen mißlungen, wird die ganze Farbe mit einem Schwamm abgewaschen und von neuem begonnen. Erst wenn die Farbe überall gut getrocknet ist, wird der Bogen abgeschnitten.

Farbstifte. Die Striche einer Zeichnung sind grundsätzlich schwarz. Teile, die sich hervorheben sollen, können aber farbig gezogen werden.

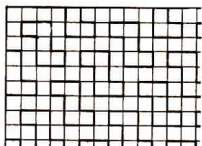
Farbstifte müssen bruchfeste Minen haben und scharf umrissene, unverwischbare Striche geben.

Gutes Licht ist halbe Arbeit. Die Zeichenräume müssen hell sein. Reicht Tageslicht nicht aus, ist elektrisches Licht einzuschalten.

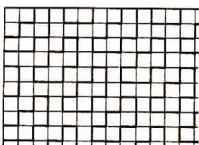
Die Leuchten sollen das Licht nach allen Seiten werfen, damit durch Rückstrahlung von Decke und Wänden Streulicht entsteht. Es gibt dann keine störenden dunklen, sondern helle und weiche Schatten. Zeichenmaschinen haben meist verstellbare Leuchten, die jeder Bewegung des Zeichenkopfes von selbst folgen. Das Licht soll von links vorn bzw. von links oben einfallen, damit die Striche an belichteten und nicht an beschatteten Kanten gezogen werden können. Ferner ist der Arbeitsplatz so einzurichten, daß eine Blendung der Augen vermieden wird. Zur Schonung der Sehkraft ist außerdem ein ausreichender Abstand zwischen Augen und Zeichenbrett einzuhalten.

Übung:

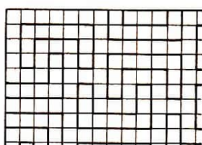
Zeichne die Muster und Figuren (17.1) in Blei auf genormte Blattgrößen und ziehe sie in Tusche sorgfältig aus.



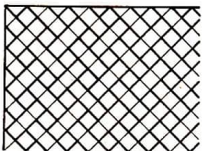
a)



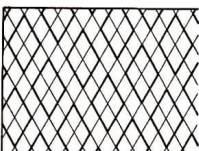
b)



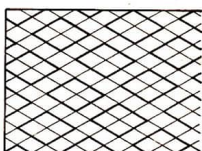
c)



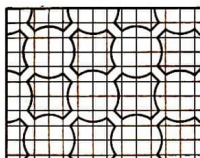
d)



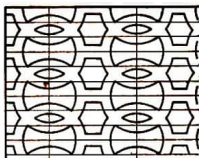
e)



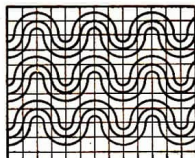
f)



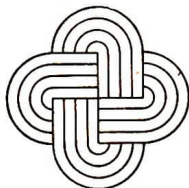
g)



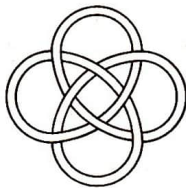
h)



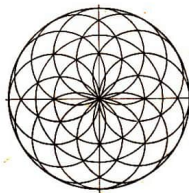
i)



k)



l)



m)

17.1 Übungen im Gebrauch der Zeichengeräte

2 Der Zeichenbogen

2.1 Zeichenpapier

Das Zeichenpapier kommt in verschieden breiten und langen Rollen sowie in bereits zugeschnittenen Bogen in den Handel. Die Dicke des Papiers ist von der Gewichtsstufe abhängig, die in Pond je Quadratmeter (p/m^2) angegeben wird. Es gibt mehrere Sorten:

Lichtundurchlässiges Papier (TGL 4757), gewöhnlich Zeichenpapier genannt, ist weiß, bisweilen auch gelblich getönt, und dient zur Herstellung nichtlichtpausfähiger Zeichnungen.

Geringwertige Sorten bestehen aus Zellstoff mit Holzschliffzusatz, Mittelsorten nur aus Zellstoff. Für hochwertige Papiere kommt Zellstoff mit Zusatz von Hadern (Leinen, Hanf, Baumwolle, Nessel) zur Verwendung.

Tuschestriche bis zu 2 mm Dicke dürfen auf guten Papieren während des Trocknens an der Luft nicht auslaufen und müssen sich, ohne daß das Papier dabei aufreißt, abradieren und wieder einwandfrei nachziehen lassen. Wasserfarben sollen nicht abgestoßen werden. Gute Papiere müssen holzfrei, tuschfähig, zäh, radierfest, lichtbeständig und abwaschbar sein. Außerdem dürfen sie sich durch Luftfeuchtigkeit nur wenig verändern (Lagerung bei möglichst 20°C Raumtemperatur und 65% relativer Luftfeuchtigkeit). Die Oberfläche der Zeichenpapiere ist entweder rau und matt (Naturglätte) oder glatt und leicht glänzend (satinert). Die Oberflächenbeschaffenheit ist auf der Bestellung anzugeben.

Lichtdurchlässiges Papier. Hierzu gehören Transparentzeichenpapier (TGL 4684), Ölpauspapier und Pausleinen.

Transparentzeichenpapier, von meist hellgrauer Farbe, wird in drei Sorten hergestellt – hochtransparent, feintransparent, normal – und hauptsächlich zur Herstellung lichtpausfähiger Stammzeichnungen gebraucht. Die glatte Oberfläche wird für Tuschezeichnungen, die rauhe hingegen für Darstellungen in Blei benutzt. Transparentzeichenpapier muß tusche- und radierfest und gut lichtdurchlässig sein.

Die Lichtdurchlässigkeit (Transparenz) wird durch Lichtpausen geprüft. Je dunkler der Untergrund der Pause ist, um so geringer ist die Lichtdurchlässigkeit. Es können aber auch mehrere Bogen auf eine mit Schrift versehene Zeichnung gelegt werden. Je größer die Anzahl der Bogen bis zur Unleserlichkeit ist, um so lichtdurchlässiger ist das Papier.

Durch warme und trockene Luft wird Transparentzeichenpapier spröde, durch höheren Feuchtigkeitsgehalt dagegen entstehen Wellen (Lagerung bei möglichst 20°C Raumtemperatur und 55% relativer Luftfeuchtigkeit). Zum Anlegen größerer Flächen oder zur Aufnahme größerer Schrift in Tusche ist es nicht geeignet, weil es sich hierbei stark verzieht. Nässe macht es unbrauchbar. Wegen seiner Bruchigkeit soll es nicht gekniff werden.

Ölpauspapier hat bläuliche, grünliche, gelbliche, bisweilen auch weiße Färbung. Es besteht aus zähen Rohstoffen, ist mit Pflanzenöl getränkt, luftgetrocknet, hat glänzende oder matte Oberfläche, zeichnet sich durch große Lichtdurchlässigkeit aus und wird nur für Ausführungen in Tusche verwendet.

Tusche- und Radierfestigkeit sind auch hier selbstverständliche Forderungen. Da die Veränderung des Papiers durch Witterungseinflüsse äußerst gering ist, liegt es immer glatt und wellenfrei auf. Es wird zunehmend von dem ölfreien, gelbbraunen *Pergaminpapier*, das eine sehr glatte Oberfläche und gute Lichtdurchlässigkeit hat, verdrängt.

Pausleinen, von bläulicher oder weißer Färbung, ist trotz des im Papier enthaltenen Maschengewebes gut lichtdurchlässig und kommt für solche Tuschezeichnungen in Betracht, die bei häufiger Benutzung sehr lange haltbar sein sollen.

Es ist nicht gefettet, sehr reiß- und radierfest, hat eine matte oder leicht glänzende Oberfläche und verzieht sich kaum.

Zeichenfilm ist eine durchscheinende, weiße, milchglasähnliche, einseitig mattierte Zeichenhaut, unempfindlich gegen Wärme und Nässe und von höchster Durchsicht und Radierfestigkeit. Es wird häufig für Vermessungspläne und für die eilige Herstellung von Durchscheinbildern (Diapositiven) gebraucht.

Millimeterpapier ist undurchsichtiges Zeichenpapier oder Transparentpapier mit einer blauen, braunen oder andersfarbigen Teilung. Es wird für graphische Darstellungen, häufig aber auch für Skizzen benutzt. Soll die Millimeterteilung nicht auf der Lichtpause erscheinen, muß Papier mit blauem Aufdruck gewählt werden.

2.2 Blattgrößen (DIN 823 vom März 1956)

Die Blattgrößen sind genormt, wobei folgende Gesichtspunkte zugrunde gelegt worden sind:

Das **Ausgangsformat DIN A 0** ist ein Rechteck von 1 m^2 Größe (19.1).

Die Rechteckseiten verhalten sich wie $1 : \sqrt{2}$. Dadurch werden alle Blattgrößen untereinander ähnlich (19.2).

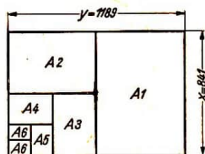
Diese beiden Bedingungen führen zu den Gleichungen:

$x \cdot y = 1\,000\,000 \text{ mm}^2$ und $x : y = 1 : \sqrt{2}$. Daraus errechnen sich die Seitenlängen des Ausgangsformates A 0 zu $x = 841$ und $y = 1189 \text{ mm}$.

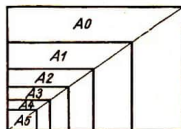
Durch fortgesetztes Halbieren oder Doppeln des Bogens entsteht die *Formatreihe A*. Sie ergibt die Fertigformate für Zeichnungen, Formulare, Geschäftsbriefbogen usw.

Alle Blätter können in Hoch- oder Querlage verwendet werden. Ohne Rücksicht auf diese Gebrauchslage stehen Schriftfeld und Stückliste (s. S. 60) in festgelegtem Abstand a von der Blattkante (s. Übersicht S. 20) stets in der unteren rechten Ecke des Bogens (19.3 und 60.1). Format und Blattlage sind beim Aufzeichnen aller Teile, die zu einem Ganzen gehören, nach Möglichkeit beizubehalten.

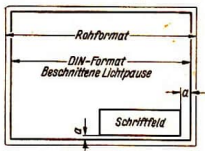
Bei kleineren Formaten, besonders bei DIN A 4, wird die Hochlage bevorzugt, weil die im Hefter aufbewahrten Zeichnungen dadurch bequem eingesehen werden können. Ein Heftrand von 15 mm Breite ist hierbei zulässig, um den sich die Nutzfläche des fertigen Blattes verkleinert.



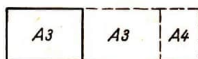
19.1 Aufgeteiltes Ausgangsformat DIN A 0



19.2 Ähnlichkeit der Blattgrößen bei Deckung der Diagonalen



19.3 Zeichenbogen DIN A 3 mit Schriftfeld



20.1 Entstehen eines schmalen Formats

Schmale Formate können durch Aneinanderreihen gleicher und benachbarter Blattgrößen gebildet werden (20.1).

Für abhängige Papiergrößen, wie Briefumschläge, Schnellhefter, Mappen u. a., bestehen die Formatreihen B und C.

Übersicht über die Blattgrößen

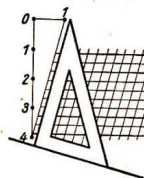
Kurzzeichen der Blattgrößen	Beschnittene Lichtpause und Schneidlinie auf der Stammzeichnung (DIN-Format)	Schriftfeldabstand $a^1)$		Rohformat (Kleinstmaß des unbeschnittenen Blattes)	Günstigste Rollenbreite	
		von unten	von rechts			
	mm	mm	mm	mm	mm	
4 A0	1682 × 2378	5	10	1720 × 2420		
2 A0	1189 × 1682	5	10	1230 × 1720	1250	
A0	841 × 1189	5	10	880 × 1230	900	
A1	594 × 841	5	10	625 × 880	900	660
A2	420 × 594	5	10	450 × 625	900	660
A3	297 × 420	5	10	330 × 450	660	900
A4	210 × 297	5	5	240 × 330	660	250
A5	148 × 210	5	5	165 × 240	660	
A6	105 × 148	5	5	120 × 165	660	

2.3 Beschriftung

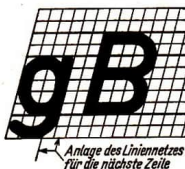
Schräge Normschrift (DIN 16 vom Aug. 1940). Sie hat gleichmäßige Strichdicke, eine zum Schreiben bequeme Schräglage unter 75° zur Zeile, sieht gut aus und dient zum Beschriften der Zeichnungen (21.1).

Der Winkel entsteht durch Aneinanderlegen der Zeichendreiecke (92.5). Er kann aber auch ausreichend genau durch die Hypotenuse eines rechtwinkligen Dreiecks gebildet werden, dessen senkrechte Kathete viermal so lang ist wie die waagrechte (20.2).

Auf tadellose Ausführung, passende Abstufung der Schriftgrößen innerhalb einer Zeichnung und gute Anordnung der Schrift ist großer Wert zu legen.



20.2 Entstehung eines Winkels von $\approx 75^\circ$

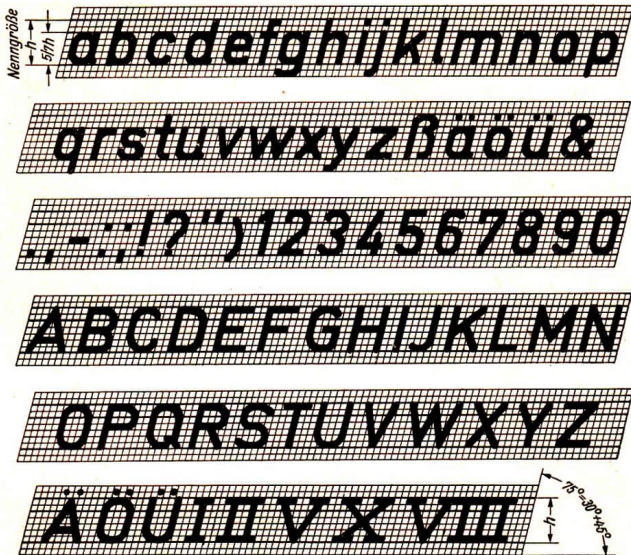


20.3 Liniennetz

Für jede Schriftgröße (s. S. 21) befindet sich auf der Rückseite von DIN 16 ein Liniennetz (20.3). Es wird unter das lichtdurchlässige Zeichenspapier geschoben und erspart das Aufzeichnen einer Lineatur.

Mit Hilfe des gleichen Liniennetzes können auch Engschrift (22.1) und Breitschrift (22.2) geschrieben werden. Der Platzbedarf für die Schrift ist nötigenfalls vor Beginn der Arbeit an Hand des Liniennetzes festzustellen.

¹⁾ Vgl. auch Bild 64.1.



Römische Ziffern können auch ohne „Füße“ geschrieben werden, z. B. IV, X.

21.1 Schräge Normschrift DIN 16 (Mittelschrift)

Abmessungen der schrägen Normschrift in mm

Nenngröße h	2	2,5	3	4	5	6	8	10	12	16	20	25
Strichdicke $\frac{1}{7} h$	0,3	0,4	0,4	0,6	0,7	0,9	1,1	1,4	1,7	2,3	2,9	3,6
Gewählte Federgröße (Plattendurchmesser)	Schreibfeder		$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$	1	1	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	2	$2\frac{1}{2}$	3	
Höhe der Kleinbuchstaben $\frac{5}{7} h$	1,4	1,8	2,1	2,9	3,6	4,3	5,7	7,1	8,6	11,4	14,3	17,9
Mittlerer Zeilenabstand $1\frac{1}{7} h$	3,1	3,9	4,7	6,3	7,9	9,4	12,6	15,7	18,9	25,1	31,4	39,3
Abstand der Buchstaben	$\frac{1}{7} \dots \frac{2}{7} h$											
Abstand der Wörter	mögl. $\frac{4}{7} h$											



22.1 Engschrift

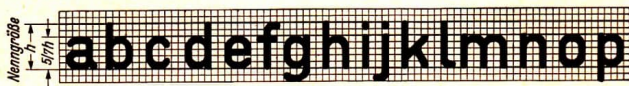


22.2 Breitschrift

Größere Schrift wird mit Plattenfedern (14.1), kleinere mit Schreibfedern geschrieben. Stimmen die Federgrößen nicht mit den errechneten Strichdicken überein, dann wird die benachbarte, meist kleinere Feder der Serie gewählt. Für größere, mit dem Bleistift auszuführende Schriften sind Abweichungen von der vorgeschriebenen Strichdicke nach unten zulässig.

Senkrechte Normschrift (DIN 17 vom Aug. 1940). Sie dient zum Beschriften von Schildern, Karteikarten, Skalen, Organisationsschemen, Maschinen, Geräten, Lehren, Modellen u. a. und hat die gleichen Abmessungen wie die schräge Normschrift (22.3).

Russische und bulgarische (kyrillische) Schrift ist in DIN 1451 enthalten, **griechische Schrift** in DIN 1453.



Bei Buchstaben in kleinen Schriftgrößen kann a = o geschrieben werden. Römische Ziffern können auch ohne „Füße“ geschrieben werden, z. B. IV, X.

22.3 Senkrechte Normschrift DIN 17 (Mittelschrift)

3 Darstellung und Bemaßung einfacher Werkstücke

3.01 Zeichnungsmaßstäbe (DIN 823 vom März 1956)

Natürliche Größe. Sind die Abmessungen eines Werkstücks in der Zeichnung ebenso groß wie in Wirklichkeit, dann ist der Zeichnungsmaßstab 1:1.

Verkleinerungen. Größere Werkstücke werden verkleinert dargestellt, und zwar nur in folgenden Maßstäben: 1:2,5, 1:5, 1:10, 1:20, 1:50, 1:100, 1:200, 1:500 oder 1:1000 (23.1).

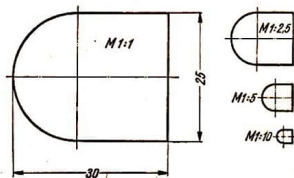
Beim Maßstab 1:2,5 bedeutet 1 mm in der Zeichnung 2,5 mm am Werkstück. Zum Aufzeichnen in diesem Maßstab wird jede Werkstücksabmessung durch 2,5 geteilt oder der zehnte Teil mit 4 malgenommen, also z. B. statt 350:2,5 einfacher $35 \cdot 4 = 140$. Beim Maßstab 1:5 wird die wirkliche Länge entweder durch 5 geteilt oder der zehnte Teil mit 2 malgenommen.

Vergrößerungen. Kleine Werkstücke werden vergrößert gezeichnet. Für Vergrößerungen gelten die Maßstäbe 2:1, 5:1 oder 10:1.

Beim Maßstab 2:1 ist jede Kante in doppelter, beim Maßstab 5:1 in fünffacher und beim Maßstab 10:1 in zehnfacher Länge abzutragen.

Stabmaße mit maßstäblichen Teilungen ersparen Umrechnungen, weil die Abmessungen einfach abgegriffen werden können (23.2). Der Zeichnungsmaßstab ist so zu wählen, daß ein gefälliges Bild entsteht, auf dem möglichst alle Feinheiten erkennbar sind. Wegen ein oder zwei diffizilen Einzelheiten werden der Maßstab und damit die Blattgröße nicht größer gewählt, als es die Gesamtzeichnung erfordert. Diese Einzelheiten sind vielmehr in die Nähe der Darstellung vergrößert zu zeichnen (s. 85.1).

Die den einzelnen Darstellungen auf einem Zeichenbogen zugrunde liegenden Maßstäbe werden im Schriftfeld angegeben (s. S. 206). Dabei hebt sich der Hauptmaßstab durch größere Schrift hervor; die anderen müssen neben jeder einzelnen Darstellung wiederholt werden.



23.1 Natürliche Größe und Verkleinerungen



23.2 Maßstäbliche Teilungen

 M 1:1

 M 2:1



M 5:1

24.1 Natürliche
Größe und
Vergrößerungen

Bei vergrößert dargestellten Teilen kann eine unbemaßte Ansicht oder ein Umrissbild in natürlicher Größe mit Angabe des Maßstabes zum Vergleich neben die Vergrößerung gesetzt werden.

Die Maßzahlen beziehen sich stets auf die Abmessungen des fertigen Werkstücks und nicht etwa auf die in der Zeichnung verkleinert oder vergrößert abgetragenen Längen.

Zeichnungsmaßstäbe sind lineare Maßstäbe. Bei einer Fläche im Maßstab 2 : 1 ist also jede Kante in doppelter Länge aufgezeichnet, die ursprüngliche Fläche aber 4mal enthalten (24.1). Beim Maßstab 5 : 1 ist sie 25mal und beim Maßstab 10 : 1 100mal in der Vergrößerung enthalten. Die Maßstäbe für die Verkleinerungen und Vergrößerungen beziehen sich mithin nur auf Längen und nicht etwa auf Flächengrößen, ebensowenig auf Winkel.

Übungen:

1. Die beiden Seiten eines Rechtecks sind 380 und 490 mm lang. Wie groß sind sie im Maßstab 1 : 2,5, und wie oft ist die verkleinerte Fläche in der natürlichen Größe enthalten?
2. Eine Zeichnung im Maßstab 1 : 2,5 auf DIN A3 wird fotografisch auf DIN A5 verkleinert. Wie lang ist in dieser Verkleinerung eine Kante dargestellt, die am Werkstück 480 mm mißt?

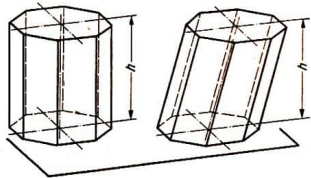
3.02 Grundkörper

Prismen haben geradlinig begrenzte, deckungsgleiche Grund- und Deckflächen im parallelen Abstand. Es gibt gerade und schiefe Prismen (24.2).

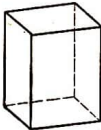
Beim *geraden Prisma* steht die Körperachse rechtwinklig zur Grundfläche, und alle Seitenflächen sind rechteckig. Das *schiefe Prisma* hat eine zur Grundfläche geneigte Körperachse. Als Höhe h gilt der kürzeste Abstand zwischen der Grund- und der Deckfläche.

Die Anzahl der Seitenflächen hängt von der Grund- und der Deckfläche ab. Die wichtigsten Prismen sind die geraden, deren Grund- und Deckflächen quadratisch, rechteckig, trapezförmig, dreieckig oder sechseckig sind (24.3 bis 7).

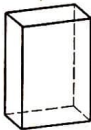
Sie heißen *Quadratsäule* (24.3), *Rechtecksäule* (24.4), *Trapezsäule* (24.5), *Dreiecksäule* (24.6) oder *Sechsecksäule* (24.7). Eine besondere Art der Quadsäule ist der Würfel (24.8). Er wird allseitig von Quadraten begrenzt.



24.2 Gerades und schiefe Prisma



24.3
Quadratsäule



24.4
Rechtecksäule



24.5
Trapezsäule



24.6
Dreiecksäule



24.7
Sechsecksäule



24.8
Würfel

Alle Seitenflächen zusammen ergeben den Mantel des Prismas. Grundfläche, Deckfläche und Mantel bilden die Oberfläche.

Pyramiden haben dreieckige Seitenflächen. Diese stehen auf den Kanten der Grundfläche und bilden mit ihren oberen Ecken die Spitze der Pyramide.

Regelmäßige Pyramiden (25.1) haben eine gleichseitige Grundfläche mit beliebig vielen, auf einem Kreise liegenden Ecken und eine Körperachse senkrecht zur Grundfläche. Demnach sind alle Seitenflächen regelmäßiger Pyramiden deckungsgleiche, gleichschenklige oder gleichseitige Dreiecke. Bei der *schiefen Pyramide* steht die Körperachse nicht rechtwinklig auf der Grundfläche.

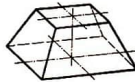
Durch Abschneiden der Spitze entsteht ein **Pyramidenstumpf** (25.2). Liegt der Schnitt parallel zur Grundfläche, so sind Deckfläche und Grundfläche ähnlich. Der kürzeste Abstand beider ist die Höhe. Von Wichtigkeit sind Pyramidenstümpfe, deren Grund- und Deckflächen quadratisch (25.3) oder rechteckig sind (25.4).



25.1 Regelmäßige sechsseitige Pyramide



25.2 Pyramidenstumpf



25.3 Pyramidenstumpf mit quadratischer Grundfläche



25.4 Pyramidenstumpf mit rechteckiger Grundfläche

Zylinder und Kegel haben gewölbte Mantelflächen. Grund- und Deckfläche eines Zylinders sind ebene, von gekrümmten Linien begrenzte, deckungsgleiche Flächen in parallelem Abstand.

Sind sie kreisförmig, dann heißt der Körper **Kreiszylinder** oder einfach **Zylinder**. Beim *geraden Kreiszylinder*, auch *Rundsäule* genannt (25.5), steht die Körperachse rechtwinklig zur Grundfläche im Gegensatz zum *schiefen Kreiszylinder* (25.6). Elliptische Zylinder haben Ellipsen als Grund- und Deckflächen.

Der *Kegel* läuft in einer Spitze aus.

Liegt sie senkrecht über dem Mittelpunkt einer kreisförmigen Grundfläche, dann steht die Körperachse senkrecht, und der Körper heißt *gerader Kreiskegel* (25.7) oder häufig nur **Kegel**. Der *schiefe Kreiskegel* (25.8) hat eine kreisförmige Grundfläche und eine geneigte Körperachse. Es gibt auch Kegel mit elliptischer Grundfläche.

Durch Abschneiden der Spitze eines **Kreiskegels** parallel zur Grundfläche entsteht ein **Kegelstumpf** mit kreisförmiger Deckfläche (25.9).



25.5 Gerader Kreiszylinder



25.6 Schiefer Kreiszylinder



25.7 Gerader Kreiskegel



25.8 Schiefer Kreiskegel



25.9 Kegelstumpf



26.1 Kugel



26.2 Kugelabschnitt

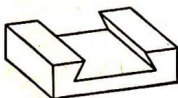
Die **Kugel** hat eine gleichförmig gewölbte Oberfläche (26.1), die an jeder Stelle vom Mittelpunkt des Körpers gleich weit entfernt ist.

Der durch einen ebenen Schnitt abgetrennte Teil heißt **Kugelabschnitt** (26.2). Seine Grundfläche ist stets ein Kreis.

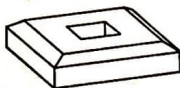
Die Gestalt der Werkstücke geht auf die Formen der Grundkörper zurück. So ist beispielsweise ein Stück Flachstahl eine Rechtecksäule und ein Stück Rundstahl eine Rundsäule. Die Grundkörperformen treten an den Werkstücken auch als Ausschnitte und Hohlräume auf. Die Schwalbenschwanzführung (26.3) z. B. ist eine Rechtecksäule und der Ausschnitt eine Trapezsäule.

Übung:

Bestimme die Grundkörperformen der Werkstücke 26.4 bis 26.6.



26.3 Schwalbenschwanzführung



26.4 Ankerplatte



26.5 Rohling für Mutter

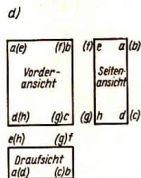
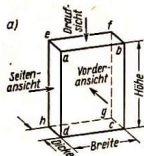


26.6 Stopfen

3.03 Rechteckige Werkstücke

Ein Werkstück wird gewöhnlich in *drei Ansichten* gezeichnet. Hierzu wird es von *vorn*, von *oben* und von der *linken Seite* betrachtet (26.7 a). Der Blick von vorn gegen eine Rechtecksäule zeigt die **vordere Rechteckfläche** $abcd$. Das sich hieraus ergebende Zeichnungsbild heißt **Vorderansicht**. Richtet sich der Blick von oben gegen die Deckfläche, dann entsteht die **Draufsicht** $abfe$. Die von links betrachtete Ansicht $adhe$ wird **Seitenansicht** genannt.

Draufsicht und Seitenansicht können auch durch *Umkappen des Werkstücks* entstehen. Die Schrichtung bleibt dabei immer dieselbe. Für die Draufsicht muß es um 90° *nach vorn umgelegt* (26.7 b) und für die Seitenansicht um 90° *aus der Ausgangsstellung nach rechts gedreht* werden (26.7 c). Daraus folgt die **feste Regel für die Anordnung der Ansichten** (DIN 6 vom Okt. 1956):



26.7 Rechtecksäule

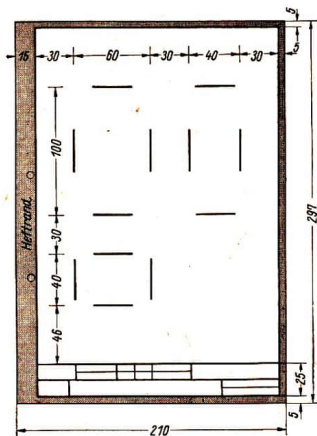
a) Schaubild, b) Umlegen des Körpers nach vorn, c) Drehen des Körpers nach rechts, d) Anordnung der 3 Ansichten

Die Draufsicht wird senkrecht unter die Vorderansicht und die linke Seitenansicht waagrecht rechts neben die Vorderansicht gesetzt (26.7 d). Die Abstände zwischen den Ansichten sollen weder zu groß noch zu klein und möglichst gleichmäßig sein.

Die Zeichnung muß jeden Irrtum ausschließen. Der Facharbeiter soll sich ein Bild von der Form des Werkstücks machen. Die Darstellung muß daher vollständig, richtig und klar sein, damit nichts anderes als das Gewünschte herausgelesen wird.

Die Übungszeichnung erhält ein nicht genormtes Schriftfeld von 190 mm Länge und 25 mm Höhe zur Aufnahme schriftlicher Vermerke (27.1 und 60.2).

Für die Zeichnung der Praxis ist das genormte Schriftfeld zu verwenden (61.1 und 2).



27.1 Aufteilung der Zeichenfläche auf DIN A 4

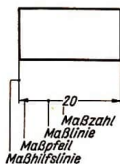
Der Zeichenraum wird zweckmäßig aufgeteilt. Für die Darstellung eines Flachstahls, 60 mm breit, 40 mm dick und 100 mm hoch, wird ein Bogen DIN A 4 in der Hochlage gewählt. Unter Berücksichtigung eines Heftrandes von 15 mm Breite und eines Randes von 5 mm an den übrigen Seiten ist über dem Schriftfeld ein Zeichenraum von 262 mm Höhe und 190 mm Breite verfügbar (27.1). In der Breite des Bogens sind unterzubringen: Breite der Vorderansicht = 60 mm, Breite der Seitenansicht = 40 mm und ein angenommener Abstand zwischen beiden = 30 mm, zusammen 130 mm. Für die Überstände rechts und links verbleiben mithin je $(190 - 130) : 2 = 30$ mm.

Die Höhe setzt sich aus $100 + 40 + 30$ mm zu 170 mm zusammen. Somit betragen die Überstände über der Vorderansicht und unter der Draufsicht je $(262 - 170) : 2 = 46$ mm. Zeichnungen komplizierter Werkstücke mit platzbeanspruchenden Maßanhäufungen außerhalb einer Ansicht werden entsprechend verschoben.

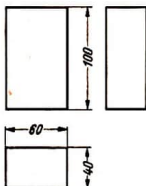
Das Werkstück wird zunächst in dünnen Linien gezeichnet. Ist nichts auszusetzen, wird nachgezogen. Dann wird bemaßt, das Schriftfeld angebracht und in schräger Normschrift ausgefüllt.

Sichtbare Körperkanten werden mit dicken Volllinien dargestellt. Die Dicken sind abhängig von der Größe der jeweiligen Darstellung und reichen von 0,3...1,2 mm (s. S. 60). In der Darstellung eines Werkstücks dürfen die Dicken einer Linienart nicht verschieden sein.

Die Abmessungen eines Werkstücks gehen aus der Bemaßung hervor (DIN 406). Hierzu gehören Maßlinien, Maßhilfslinien, Maßpfeile und Maßzahlen ohne oder mit Zeichen und Zusätzen (28.1). Die Maßzahlen gelten ausschließlich etwaiger Oberflächenschutzbehandlung, wie Verzinken, Verkadmen usw.



28.1 Bemaßungselemente



28.2 Bemaßung der Rechtecksäule

Eine *Rechtecksäule* hat drei *Abmessungen*: Breite, Dicke und Höhe. Jede Abmessung wird in der Zeichnung nur einmal bemaßt (28.2), es darf aber auch kein Maß fehlen.

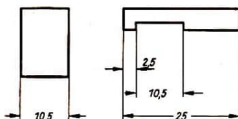
Maßlinien und Maßhilfslinien sind feinste Volllinien, 0,1 ... 0,4 mm dick, und unterscheiden sich somit wesentlich von der Strichdicke für Körperkanten (s. S. 60).

Der *Abstand der Maßlinien* von den Körperkanten soll mindestens 8 mm betragen. Zur Aufnahme der Maßzahl wird die Maßlinie möglichst in der

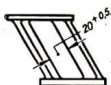
Mitte nicht breiter als nötig unterbrochen. Durch diese *Maßlücke* darf keinerlei Linie hindurchlaufen. Bei Platzmangel können lediglich Mittel- und Maßhilfslinien hierfür unterbrochen werden (33.4).

Maßlinien sind von außen anzusetzen, sofern der Platz zur Unterbringung der Pfeile und der Maßzahl nicht ausreicht. Kann aber die Zahl nicht in den Raum zwischen den Pfeilspitzen geschrieben werden, dann wird sie über eine der beiden Maßlinien gesetzt (28.3). Ist auch das nicht möglich, wird sie herausgezogen und in nächste Nähe parallel zu den Maßlinien geschrieben (28.4).

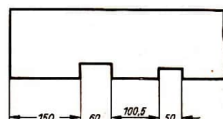
Eine rechtwinklig gebrochene Bezugslinie verbindet dann Lücke und Maßzahl. An der Stelle, an der die Maßzahl stehen müßte, erhält die Bezugslinie einen kräftigen Punkt. Zur Bemaßung kleinerer Abmessungen dienen gegebenenfalls die Pfeile benachbarter Maße (Maße 60 und 50 in 28.5). Wenn nötig, kann die Maßlinie auch ohne Lücke gezogen und die Maßzahl darüber geschrieben werden (Maß 100,5 in 28.5).



28.3 Von außen angesetzte Maßlinien



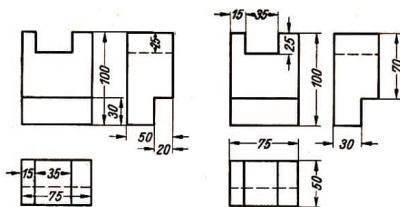
28.4 Herausgezogene Maßzahl



28.5 Zusammengefaßte Maße

Linienkreuzungen stören. Maßlinien bzw. Maßhilfslinien sollen sich untereinander, gegenseitig und mit anderen Linien möglichst nicht schneiden (28.6).

In Verlängerung von Körperkanten werden Maßlinien nicht gezogen. Benachbarte, parallele Maßlinien haben voneinander gleichmäßige Abstände von nicht weniger als 5 mm.



Nicht so, sondern so!
28.6 Schlechte und gute Bemaßung

Maßhilfslinien beginnen ohne Zwischenraum gewöhnlich mittig an den zu be-messenden Kanten, dürfen aber weder von einer Ansicht in eine andere durchge-zogen noch aus verschiedenen Ansichten für dieselbe Maßlinie herausgezogen werden. Sie ragen 1...2 mm über die Maßpfeile hinaus.

Maßpfeile werden voll geschwärzt und schließen einen Winkel von $\approx 15^\circ$ ein (29.1). Die Länge der Pfeile ist innerhalb einer Darstellung gleich und beträgt ungefähr das Fünffache der Dicke der Volllinien für sichtbare Körperkanten.



29.1 Maßpfeil (vergrößert)

Maßzahlen werden in der Regel in Millimetern ohne Angabe der Maßeinheit ein-getragen. Teile eines Millimeters sind als Dezimalwert auszudrücken, z. B. 20,5.

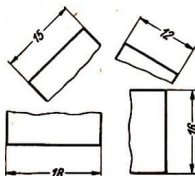
Größere Abmessungen können in Zentimetern oder in Metern angegeben werden, doch muß dann hinter der Maßzahl die Maßeinheit stehen, z. B. 3,20 m. Abmessungen in Zoll erhalten das Zollzeichen, und zwar erhöht hinter der Maßzahl. Ein Zoll ist $\approx 25,4$ mm groß. Teile eines Zolls werden als gewöhnlicher Bruch geschrieben, z. B. $2\frac{1}{2}$.

Die **Zahlenhöhe** ist innerhalb einer Zeichnung gleich und entspricht etwa der Länge der Maßpfeile. Die Maßzahlen stehen je zur Hälfte über und unter der Maßlinie.

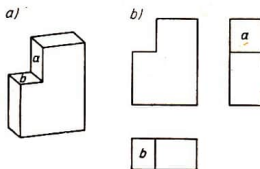
Die **Stellung der Maßzahlen** hängt von der Richtung der Maßlinien ab. In bezug auf die Gebrauchslage des Zeichenbogens zeigen die Füße der Maßzahlen stets nach unten, bei senkrechten Maßlinien jedoch nach rechts (29.2).

Ist aber ein in der Breitlage benutztes Format DIN A 4 im Hefter aufzubewahren, dann können die Maßzahlen für senkrechte Maße von links lesbar eingeschrieben werden, damit sie bei aufgeschlagenem Hefter nicht auf dem Kopf stehen.

Gewisse Zahlen, wie 66, 99 und ähnliche, erhalten dann einen Fußpunkt, weil sie sonst, verkehrt herum gelesen, verwechselt werden können.



29.2 Stellung der Maßzahlen



29.3 Ausschnitt aus der Rechtecksäule

a) Schaubild, b) Darstellung

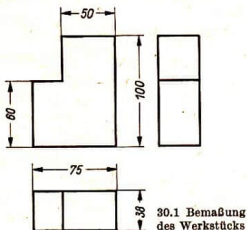
Ausschnitte an Körpern erzeugen neue Flächen. Durch einen Ausschnitt aus der Rechtecksäule entstehen die Flächen *a* und *b* (29.3). Das linke Rechteck in der Draufsicht stellt die Fläche *b* und das obere in der Seitenansicht die Fläche *a* dar.

Die Draufsicht hat nunmehr zwei Flächen. Sie liegen am Werkstück, wie die Vorderansicht zeigt, jedoch in verschiedenen Ebenen. Ebenso verhält es sich mit den beiden Rechteckflächen der Seitenansicht.

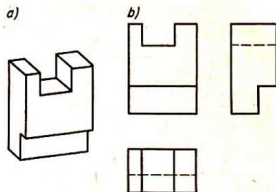
Bemassung des Ausschnitts. Er hat die Gestalt einer Rechtecksäule und demgemäß drei Abmessungen. Es sind aber nur zwei Maße erforderlich, da die Dicke des Ausschnitts gleich der Dicke des Werkstücks ist.

Meist werden aber nicht die Maße für den Ausschnitt, sondern des bequemerem Messens wegen die *Absatzmaße* eingeschrieben (30.1). Herstellung und Verwendungszweck eines Werkstücks können aber auch eine andere Bemaßung erfordern.

Verdeckte Körperkanten werden durch Strichlinien gekennzeichnet (DIN 15). Die Nut im oberen Teil des Werkstücks (30.2) ist in der Seitenansicht verdeckt. Ebenso verdeckt liegt in der Draufsicht der Ausschnitt am unteren Teil des Werkstücks. Fallen aber in einer Zeichnung Strichlinien mit Volllinien zusammen, dann haben die Volllinien den Vorrang.



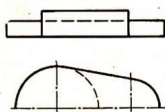
30.1 Bemaßung des Werkstücks



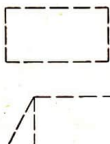
30.2 Andeutung verdeckter Kanten durch Strichlinien
a) Schaubild, b) Darstellung

Strichlinien sind etwa halb so dick wie die **Volllinien** für Körperkanten (s. S. 60). Die *Länge der Striche* untereinander ist die gleiche, von der Länge der Strichlinien abhängig und liegt meist zwischen 2 und 10 mm. Zu kurze Striche erfordern unnötigen Zeitaufwand und wirken beunruhigend auf das Auge. Die *Lücken* sind regelmäßig und sehr klein. In einer Darstellung sind möglichst einheitliche Strichlinien zu ziehen. Sie beginnen und enden mit Strichen, jedoch in Verlängerung von Volllinien mit Lücken (30.3).

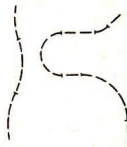
Aneinanderstoßende Strichlinien sollen der Deutlichkeit wegen stets volle Ecken bilden (30.4). In Strichlinien, die sich aus mehreren Bogen oder aus Bogen und Geraden zusammensetzen, sollen *Übergangs- bzw. Tangentenpunkte* nicht innerhalb einer Lücke liegen (30.5). *Dicht benachbarte Strichlinien* erhalten gegenseitig versetzte Striche (30.6).



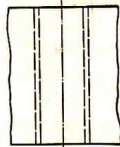
30.3 In Verlängerung von Körperkanten beginnen und enden Strichlinien mit Lücken



30.4 Volle Ecken



30.5 Bogenanschlüsse



30.6 Gegeneinander versetzte Striche

Strichlinien werden *nur ausnahmsweise* gezeichnet, und zwar nur diejenigen, die für die eindeutige Darstellung des Werkstücks und die Klarheit der Zeichnung unentbehrlich sind.

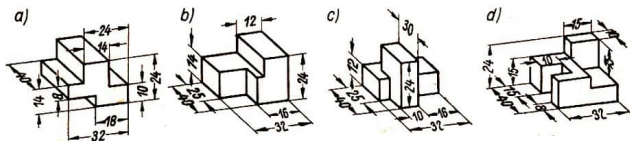
Anfängern ist aber zu empfehlen, zur Schulung der räumlichen Vorstellungskraft in einfachen Darstellungen alle verdeckten Kanten mitzuzeichnen.

Die Anordnung der Maße muß übersichtlich sein. Ohne langes Suchen und Rechnen soll der Facharbeiter die für die Herstellung des Werkstücks und den Zusammenbau der Teile nötigen Maße aus der Zeichnung entnehmen können. Alle Maße müssen am Werkstück meßbar sein und dort stehen, wo die Gestalt des Teils am deutlichsten zum Ausdruck kommt (28.6). Der guten Übersicht wegen werden die Maße gern aus der Darstellung herausgezogen, in Ausnahmefällen auch unter Winkeln von 60° zur Maßlinie, wenn damit eine deutlichere Maßeintragung erreicht wird (85.1). Bei parallelen Maßlinien sind die Maßzahlen nötigenfalls versetzt anzuordnen (56.9).

An Strichlinien werden Maß- und Maßhilfslinien nur dann gesetzt, wenn eine anderweitige Unterbringung nicht möglich ist.

Übung:

Zeichne die rechteckigen Werkstücke 31.1a bis d in drei Ansichten und trage die Maße ein.

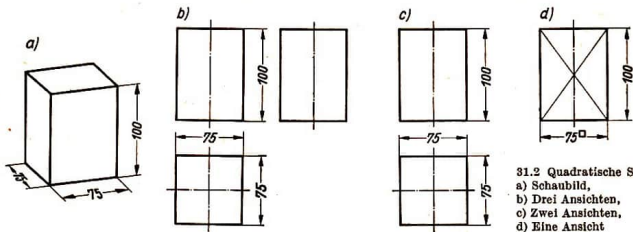


31.1 Kloben aus GG-12

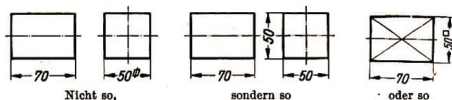
3.04 Quadratkantige Werkstücke

Die Seitenflächen einer stehenden Quadersäule (31.2a) sind deckungsgleiche Rechtecke. Vorderansicht und Seitenansicht des Körpers (31.2b) haben demzufolge gleiches Aussehen, so daß die Seitenansicht fortfallen kann (31.2c). Außerdem kann aber auch die Draufsicht weggelassen werden, wenn die Vorderansicht allein die Gestalt des Werkstücks zu erkennen gibt (31.2d). Das wird durch Beigabe des *Quadratzeichens* und ferner durch Einzeichnen eines *Diagonalkreuzes* (DIN 406) gekennzeichnet. Die Darstellung quadratischer Werkstücke in nur einer Ansicht soll aber möglichst vermieden werden.

Die Quadersäule erhält, in zwei Ansichten gezeichnet, drei Maße.



31.2 Quadratische Säule
a) Schaubild,
b) Drei Ansichten,
c) Zwei Ansichten,
d) Eine Ansicht



Nicht so,
32.1 Bemaßung quadratischer Flächen

sondern so



oder so



32.2 Maßzahl mit
Quadratzeichen

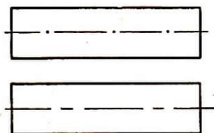
Quadratische Flächen tragen das gleiche Maß an zwei aneinanderstoßenden Seiten (32.1). Wird jedoch nur eine Ansicht gezeichnet, in der die quadratische Fläche als Linie erscheint, dann ist das **Quadratzeichen** zu setzen. Es ist ein erhöht hinter der Maßzahl stehendes Quadrat, dessen Seitenlänge $\frac{1}{5}$ der Maßzahlhöhe beträgt (32.2). Die Strichdicke ist gleich der der Maßzahlen.

Ebene, vierseitige Mantelflächen müssen durch ein **Diagonalkreuz** gekennzeichnet werden, sofern der Querschnitt in einer anderen Ansicht nicht dargestellt ist. Es ist jedoch auch in Zeichnungen mit zwei Ansichten zulässig. Diagonalkreuze sind so dünn wie Maßlinien (DIN 406).

Symmetrische Ansichten erhalten **strichpunktierte Mittellinien**. Eine Fläche ist symmetrisch, wenn sie durch eine Linie in spiegelbildgleiche Hälften zerlegt werden kann. Mittellinien, auch Symmetrieachsen genannt, sind in regelmäßigen Grund- und Deckflächen und als Achsen der Grundkörper zu ziehen.

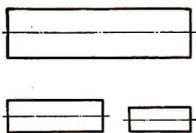
Nur bei einfachen Körpern, deren Symmetrie nicht betont zu werden braucht, wie z. B. bei der Rechtecksäule in Bild 28.2 und der Quadersäule in Bild 31.2, können Mittellinien fortfallen. Sie werden auch nicht quer zur Längsachse der Körper gezogen.

Mittellinien haben die gleiche Dicke wie **Maßlinien** (s. S. 60) und sind beim Aufzeichnen des Gegenstandes zuerst zu ziehen, weil von hier aus die Abmessungen nach beiden Seiten abgetragen werden. Mittellinien ragen etwas über die Darstellung hinaus, werden aber nicht von einer Ansicht in die andere durchgezogen. Die Länge der Striche ist gleichmäßig und von der Länge der Mittellinien abhängig (32.3). Die Punkte liegen in sehr kleinen Lücken und werden weder betont noch als Striche gezogen. Mittellinien sind (auch von anderen Linien) nur in den Strichen zu kreuzen und bei kleinen Längen als Volllinien zu zeichnen (32.4).

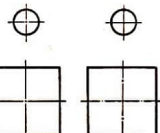


Nicht so,

32.3 Falsche und richtige Mittellinien



sondern so!



Nicht so,

sondern so!

32.4 Kreuzungen der Mittellinien

Mittellinien können sich aber auch nur auf Teilformen eines Werkstücks beziehen, wie z. B. auf das Bohrloch des unsymmetrischen Halters in Bild 35.2. Sind diese Teilformen kleiner als das Werkstück, so werden die Mittellinien hierauf beschränkt

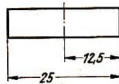


Nicht so,

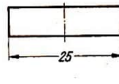


sondern so!

33.1 Beschränkung der Mittellinienlänge

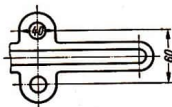


Nicht so,

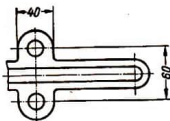


sondern so!

33.2 Die Symmetrie einer Ansicht wird nicht bemaßt

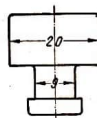


Nicht so,

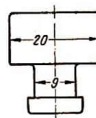


sondern so!

33.3 Mittellinien als Maßhilfslinien



Nicht so,



sondern so!

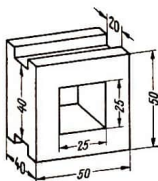
33.4 Maßzahlen dürfen nicht beeinträchtigt werden

(33.1). Ein Maß zur Bestimmung der Lage einer Hauptmittellinie ist nicht erforderlich (33.2). Mittellinien dürfen nicht als Maßlinien, können aber als Maßhilfslinien benutzt und bei notwendiger Verlängerung außerhalb des dargestellten Körpers durchgezogen werden (33.3).

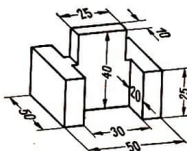
Maßzahlen, z. B. für Maß 20 in Bild 33.4, werden neben die Mittellinien gesetzt. Muß infolge Platzmangels jedoch hiervon abgewichen werden, dann ist die Mittellinie zum Einschreiben der Maßzahl (Maß 9) zu unterbrechen. Wenn Mittellinien mit Strichlinien zusammenfallen, ist diesen der Vorrang zu geben.

Übung:

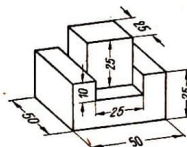
Zeichne die Werkstücke 33.5 bis 7 in drei Ansichten und trage die Maße ein.



33.5 Führung aus GG-18



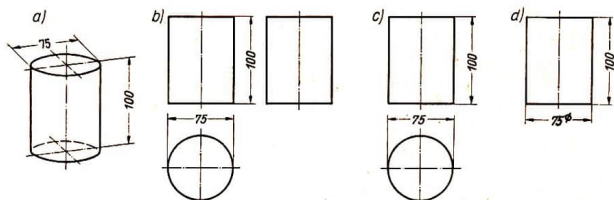
33.6 Bock aus St 37.12



33.7 Sockel aus GMs 67

3.05 Zylindrische Werkstücke

Für eine stehende Rundsäule (34.1a) sind Vorder- und Seitenansicht deckungsgleiche Rechtecke (34.1b). Die Seitenansicht ist überflüssig (34.1c) und, sofern die Vorderansicht beide Maße des Körpers – Durchmesser und Höhe – erhält, auch die



34.1 Rundsäule

a) Schaubild, b) Drei Ansichten, c) Zwei Ansichten, d) Eine Ansicht

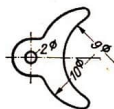
Draufsicht (34.1d). Der Maßzahl für den Durchmesser ist dann ein *Durchmesserzeichen* beizufügen. Es besagt, daß der Körper kreisförmigen Querschnitt hat.

Das Durchmesserzeichen besteht aus einem Kreis, dessen äußerer Durchmesser $\frac{5}{8}$ der Maßzahlhöhe beträgt, und einem in der Mitte unter 75° zur Zeile liegenden, geraden Strich, der oben und unten je $\frac{1}{2}$ der Maßzahlhöhe über den Kreis hinausragt (34.2). Durchmesserzeichen haben die gleiche Strichdicke wie Maßzahlen und stehen erhöht dahinter.

Steht das Durchmessermaß nicht in einem Kreis oder nur mit einem Pfeil an einem Kreisbogen, dann wird ein Durchmesserzeichen gesetzt.



34.2 Maßzahl mit Durchmesserzeichen

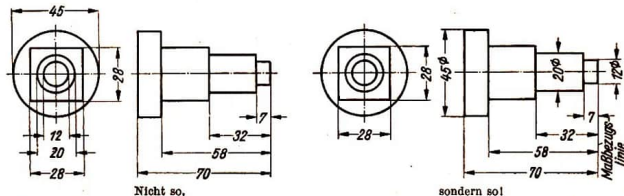


34.3 Hier sind Durchmesserzeichen erforderlich!

Es ist also nur dann erforderlich, wenn die Maßlinie

- a) mit zwei Pfeilen in der Ansicht steht, in der der Kreis als Gerade erscheint (34.1d),
- b) nur einen Maßpfeil trägt (34.3) oder
- c) durch eine Bezugslinie ersetzt ist (34.3).

Längen und zugehörige Durchmesser werden möglichst in derselben Ansicht bemessen (34.4).



34.4 Anordnung der Maße

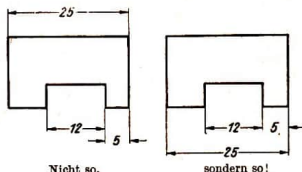
Maßlinien werden häufig an einer Maßbezugslinie bzw. *-bezugsebene* angesetzt (34.4, 99.1). Als Bezugsebenen sind z. B. an Drehteilen die Flächen zu wählen, von denen aus die Bearbeitung der Werkstücke vorgenommen werden soll. Auch Mittellinien verwendet man oft als Bezugslinien (101.1 b). Ziffern und sonstige Zusätze zu den Maßzahlen dürfen durch irgendwelche Linien nicht von diesen getrennt werden.

Maßketten sind möglichst zu vermeiden.

Ist eine Maßkette jedoch unumgänglich, so wird zur Aufnahme der bei der Fertigung insgesamt entstehenden Maßabweichungen eine geeignete Abmessung nicht bemaßt (35.1) oder die betreffende Maßzahl in () gesetzt. Das Gesamtmaß steht unmittelbar unter, über oder neben den Teilmaßen.

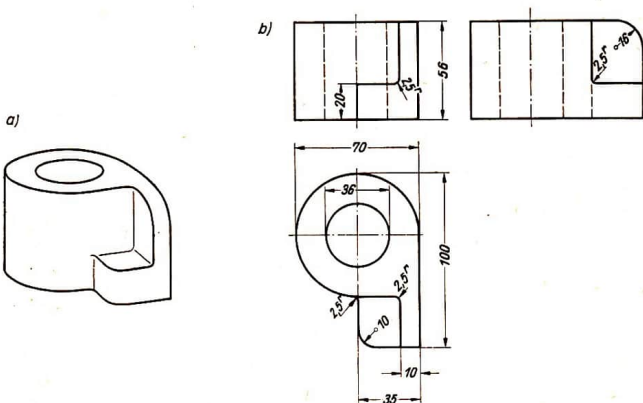
Aneinandergereihte Maße werden gewöhnlich nicht abgesetzt, sondern in die gleiche Flucht gelegt, damit die Maßlinien in einem Zuge gezogen werden können (Maße 12 und 5 in 35.1).

Das gilt auch für die in verschiedenen Ansichten liegenden Maßlinien.



35.1 Teilmaße und Gesamtmaß

Beispiel einer Werkzeichnung:

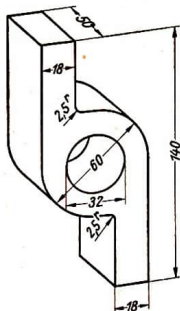


35.2 Halter aus GG-12;

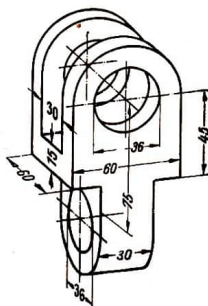
a) Schaubild, b) Darstellung in 3 Ansichten

Übung:

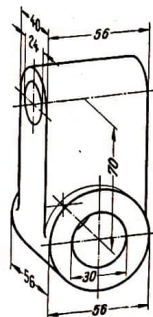
Zeichne die Werkstücke 36.1 bis 3 in drei Ansichten und trage die Maße ein.



36.1 Hebel aus St 37.12

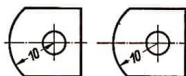


36.2 Gelenk aus St 50.11



36.3 Gelenk aus St 50.113

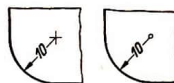
Rundungen werden mit Halbmessern versehen. Jedes Halbmesserraß trägt nur einen Pfeil, und zwar am Kreisbogen. In der Kreuzung zweier Mittellinien ist der Zirkelinsatzpunkt eindeutig gekennzeichnet (36.4). Liegt er auf einer Mittellinie, so wird er durch einen kurzen Querstrich angegeben (36.5). Ein freiliegender Mittelpunkt erhält einen Einfassungskreis (Nullenkreis) von $\approx 1,5$ mm Durchmesser in Maßliniendicke (36.6) oder einen Punkt (37.1 b).



36.4 Das Mittellinienkreuz kennzeichnet den Zirkelinsatzpunkt



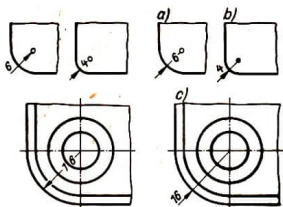
36.5 Kennzeichnung des Zirkelinsatzpunktes durch einen kurzen Strich



36.6 Einfassung des Zirkelinsatzpunktes durch einen Nullenkreis

Bei Platzmangel wird der Maßpfeil von außen an die Rundung angesetzt (37.1 a). Bleibt hierbei eine Lücke für die Maßzahl nicht übrig, ist sie über den Pfeil zu setzen. Die Maßlinie wird dann bis zum Einfassungskreis oder Punkt (37.1 b) bzw. Mittellinienkreuz (37.1 c) durchgezogen.

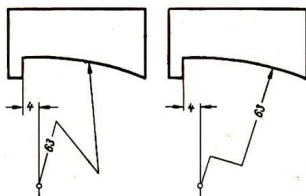
Ein durch Maße festzulegender Zirkelinsatzpunkt für einen großen Halbmesser wird an den Kreisbogen „herangezogen“, wobei die auf den wirklichen Zirkelinsatzpunkt gerichtete Maßlinie zu kürzen und zweimal rechtwinklig zu knicken ist (37.2). Die Maßzahl steht hierbei in der Nähe des Pfeils.



Nicht so,

sondern so!

37.1 Von außen angesetzte Halbmessermaße



Nicht so,

sondern so!

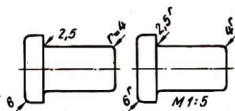
37.2 Gebrochenes Halbmessermaß

Das Halbmesserzeichen „r“ (37.3) ist erforderlich, wenn der Zirkelansatzpunkt nicht gekennzeichnet werden kann.

Das ist einmal bei kleinen Halbmessern der Fall, wo kein Raum für die Mittelpunkt Kennzeichnung vorhanden ist. Hier wird nur eine kurze Maßlinie mit Pfeil von außen oder innen gegen den Bogen gesetzt (37.4). Dabei muß die Maßzahl immer in Richtung der Maßlinie geschrieben werden. Zum anderen ist der Maßzahl ein Halbmesserzeichen hinzuzufügen, wenn die Maßlinie nicht bis zum Zirkelansatzpunkt reicht (37.5).



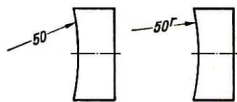
37.3 Maßzahl mit Halbmesserzeichen



Nicht so,

sondern so!

37.4 Bemaßen kleinster Halbmesser



Nicht so,

sondern so!

37.5 Maß mit Halbmesserzeichen

Die Rundungshalbmesser sind wie folgt genormt:

Rundungshalbmesser in mm (Auszug aus DIN 250 vom Dez. 1939)

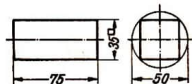
1	1,2	1,6	2	2,5	3	4	5	6	8	10	12	16	18	20
---	-----	-----	---	-----	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----

Die fettgedruckten Größen werden bevorzugt.

Wird ein *Vierkant aus rundem Werkstoff* hergestellt, so ist auch ein Maß für dessen Durchmesser erforderlich (37.6).

Für *quadratische Vierkante* mit vollen Ecken ist der Durchmesser des Werkstoffs mindestens so groß wie die Diagonale d . Sie wird durch Malnehmen einer Quadratseite a mit $\sqrt{2}$ ($\approx 1,414$) errechnet:

$$d \approx 1,414 \cdot a$$



37.6 Erforderliches Durchmessermaß

Beispiel:

Die Diagonale für einen Vierkant mit 35 mm Seitenlänge ist:

$$d \approx 1,414 \cdot a \approx 1,414 \cdot 35 \approx 49,49;$$

gewählt wird 50⁰.

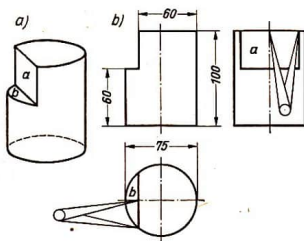
Die Länge einer Vierkantseite a läßt sich aus der Diagonale d berechnen, indem diese mit $0,5 \sqrt{2}$ ($\approx 0,707$) malgenommen wird:

$$a \approx 0,707 \cdot d$$

Beispiel:

Die Seite eines quadratischen Vierkantes mit 85 mm Eckenmaß ist:

$$a \approx 0,707 \cdot d \approx 0,707 \cdot 85 \approx 60,095 \approx 60 \text{ mm}$$



38.1 Ausschnitt aus der Rundsäule

a) Schaubild, b) Darstellung

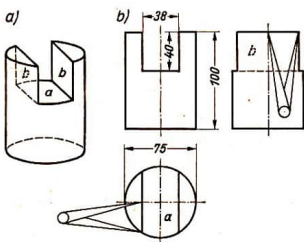
Ausschnitte aus der Rundsäule. Durch einen Schnitt parallel und einen Schnitt senkrecht zur Körperachse entstehen Rechteck a und Kreisabschnitt b (38.1). Das Rechteck erscheint in der Draufsicht als senkrechte Linie, die als Breite der Rechteckfläche in die Seitenansicht übertragen wird.

Außer dem Durchmesser und der Körperhöhe sind zwei *Absatzmaße*, die Breite und Höhe des Ausschnittes bestimmen, einzutragen. Die Breite des Rechtecks wird aber nicht bemaßt, weil sie bei der Bearbeitung zwangsläufig entsteht.

Die Rundsäule erhält einen *Schlitz* rechteckigen Querschnitts (38.2). Der Schlitz wird von dem Teil a einer Kreisfläche und zwei gleich großen Rechtecken b begrenzt.

Je breiter der Schlitz ist, desto schmaler sind die Rechtecke und umgekehrt. Die Breite der Rechtecke wird aus der Draufsicht übernommen. Diesenkrechten Umrißlinien der Rundsäule in der Seitenansicht haben Absätze, weil die Rundsäule für die Tiefe des Schlitzes nicht ihren vollen Durchmesser erreicht.

Zu bemaßen sind: Durchmesser und Höhe des Werkstücks sowie Breite und Tiefe des Schlitzes.

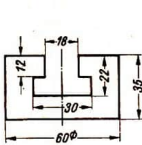


38.2 Geschlitzte Rundsäule

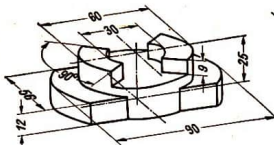
a) Schaubild, b) Darstellung

Übung:

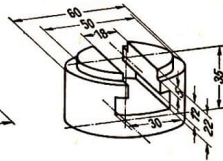
Zeichne die Werkstücke 39.1 bis 3 in drei Ansichten und trage die Maße ein.



39.1 Genutete Scheibe
aus St 37.12



39.2 Klaue aus GG-18

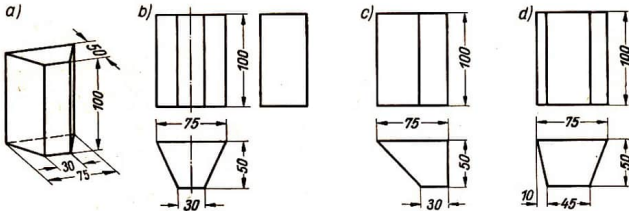


39.3 Führungssockel
aus St 60.11

3.06 Trapezkantige, sechskantige und dreikantige Werkstücke

Trapezkantige Werkstücke. Von einer stehenden Trapezsäule ist die Trapezfläche in der Draufsicht zu sehen (39.4). Vorderansicht und Seitenansicht sind Rechtecke.

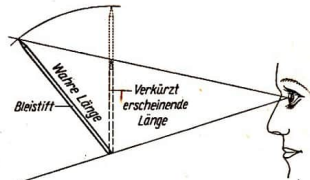
Ist die Trapezfläche gleichschenkelig (39.4b) oder hat sie rechte Winkel (39.4c), dann genügen vier Maße: große und kleine Grundlinie, Trapezhöhe und Körperhöhe. Ein fünftes Maß ist notwendig, wenn das Trapez ungleichschenkelig ist (39.4d). Es gibt die seitliche Verschiebung der Grundlinien gegeneinander an. In allen drei Darstellungen ist die Seitenansicht entbehrlich.



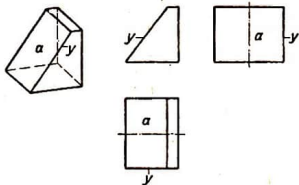
39.4 Trapezsäule

a) Schaubild, b) Drei Ansichten (4 Maße), c) Zwei Ansichten (4 Maße), d) Zwei Ansichten (5 Maße)

Die Zeichnung der Trapezsäule enthält verkürzt dargestellte Seitenflächen. Eine Linie ist in wahrer Größe zu sehen, wenn ihre Endpunkte gleichen Abstand vom Auge haben. Ist das nicht der Fall, erscheint sie verkürzt, und zwar um so mehr, je größer die Neigung ist (39.5). Im Grenzfall liegt die Linie in der Richtung des Sehstrahles und erscheint als Punkt.



39.5 Wahre Länge und Verkürzung

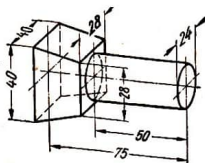


40.1 Verkürzt dargestellte Fläche a

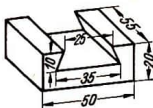
Die Kante y (40.1) ist demgemäß in wahrer Größe nur in der Vorderansicht zu sehen. In der Seitenansicht und in der Draufsicht ist die Kante und somit die Höhe der dazugehörigen Fläche a verkürzt dargestellt.

Übung:

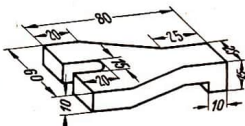
Zeichne Vorderansicht und Seitenansicht des Ankerbolzens (40.2), drei Ansichten der beiden anderen Werkstücke (40.3 und 40.4) und trage die Maße ein.



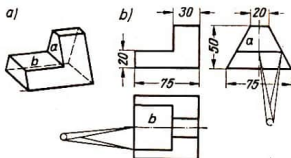
40.2 Ankerbolzen aus St 38.13



40.3 Schwalbenschwanzführung aus GG-14



40.4 Spannklaue aus St 37.12

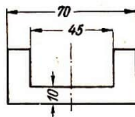


40.5 Ausgeschnittene Trapezsäule
a) Schaubild, b) Darstellung

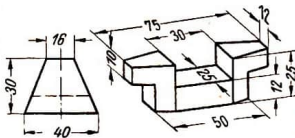
Durch den Ausschnitt aus der Trapezsäule entstehen die Trapezfläche a und die Rechteckfläche b (40.5). Die Trapezfläche in der Seitenansicht wird durch Herüberholen ihrer Grundfläche aus der Vorderansicht gebildet. Die Höhe der Rechteckfläche in der Draufsicht ist in der Seitenansicht abzugreifen.

Übung:

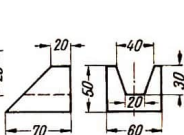
Zeichne die Werkstücke 40.6 bis 8 in drei Ansichten und trage die Maße ein.



40.6 Bock aus GfMs 07

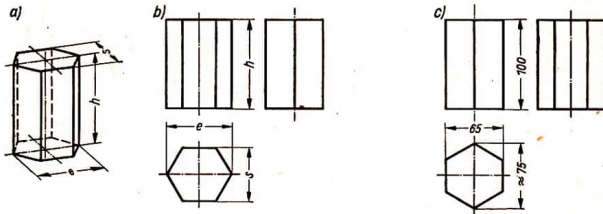


40.7 Spannsisen aus St 50.11



40.8 Nutenstein aus St 60.11

Sechskantige Werkstücke. Die Sechseckfläche einer aufgerichteten Sechsecksäule ist in der Draufsicht zu sehen (41.1). Liegt das Sechseck in der Draufsicht auf einer Seite, so erscheinen in der Vorderansicht drei und in der Seitenansicht zwei Seitenflächen des Körpers (41.1b). Die Breite der Vorderansicht ist dann gleich dem Abstand zweier gegenüberliegender Ecken, dem Eckenmaß e , die der Seitenansicht so groß wie der Abstand zweier gegenüberliegender Sechseckseiten, das Maß s . Die Seitenflächen des Körpers, ausgenommen die mittlere Fläche in der Vorderansicht, erscheinen in der Zeichnung nicht in wahrer Breite. Steht die Sechseckfläche in der Draufsicht auf einer Ecke, so sind in der Vorderansicht zwei, in der Seitenansicht drei Seitenflächen des Körpers zu sehen (41.1c).



41.1 Sechsecksäule

a) Schaubild, b) Sechseckfläche auf einer Seite stehend, c) Sechseckfläche auf einer Ecke stehend

Das *Eckenmaß* e kann durch Malnehmen des Seitenmaßes s mit $\frac{2}{\sqrt{3}}$ ($\approx 1,155$) ausreichend genau berechnet werden:

$$e \approx 1,155 \cdot s$$

Beispiel:

Bei einem Seitenmaß $s = 32$ mm beträgt das Eckenmaß:

$$e \approx 1,155 \cdot s \approx 1,155 \cdot 32 \approx 36,96 \text{ mm.}$$

Das *Seitenmaß* s läßt sich durch Malnehmen des Eckenmaßes e mit $\frac{\sqrt{3}}{2}$ ($\approx 0,866$) annähernd genau bestimmen:

$$s \approx 0,866 \cdot e$$

Beispiel:

Bei einem Eckenmaß $e = 75$ mm beträgt das Seitenmaß:

$$s \approx 0,866 \cdot e \approx 0,866 \cdot 75 \approx 65 \text{ mm}$$

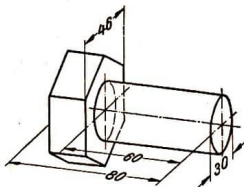
Zur Bemaßung der Sechsecksäule genügt außer der Körperhöhe entweder das Seitenmaß oder das Eckenmaß. Häufig werden jedoch alle drei Maße eingetragen.

Da gewöhnlich das Eckenmaß das abgerundete Maß ist, wird vor die Maßzahl das Ungefährzeichen ($\approx$) gesetzt (41.1c).

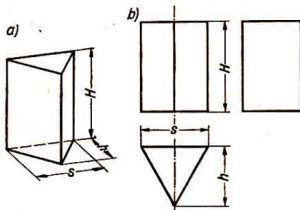
Auch zur Darstellung der Sechsecksäule sind nur zwei Ansichten erforderlich.

Übungen:

1. Zeichne einen Sechskantstahl St 37.12 und trage die Maße ein. Das Seitenmaß s beträgt 50 mm und die Höhe 25 mm.
2. Zeichne den Schraubenrohling (42.1) in drei Ansichten mit Bemaßung.



42.1 Rohling für Sechskantschraube
aus St 38.13



42.2 Dreiecksäule; a) Schaubild, b) Darstellung

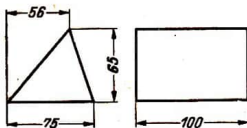
Dreikantige Werkstücke. In der hier gewählten Darstellung einer Dreiecksäule (42.2) sind in der Vorderansicht zwei und in der Seitenansicht eine Seitenfläche des Körpers mit verkürzten Breiten zu sehen. Doch wird durch die Umrißlinien der Vorderansicht die wahre Größe der hinteren Seitenfläche dargestellt. Die Breite der Seitenansicht ist gleich der Höhe der Dreiecksfläche in der Draufsicht.

Höhe h und Seitenlänge s sind im gleichseitigen Dreieck voneinander abhängig. Eine Größe läßt sich aus der anderen berechnen:

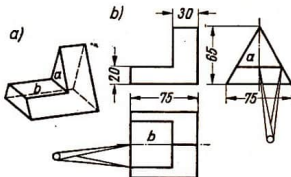
$$h \approx 0,866 \cdot s \quad \text{und} \quad s \approx 1,155 \cdot h$$

Die Anzahl der Maße richtet sich nach der Gestalt der Dreiecksfläche. Ist sie gleichseitig gleichschenkelig oder rechtwinklig, dann genügen drei Maße für den Körper. Für jede andere Form der Dreiecksfläche ist ein weiteres Maß zur Festlegung der Dreieckspitze erforderlich (42.3).

Ein Ausschnitt aus der Dreiecksäule erzeugt eine Dreiecksfläche a und eine Rechteckfläche b (42.4). Sie werden nach bekannten Grundsätzen (40.5) in die Seitenansicht und in die Draufsicht eingezeichnet.



42.3 Dreiecksäule (4 Maße)



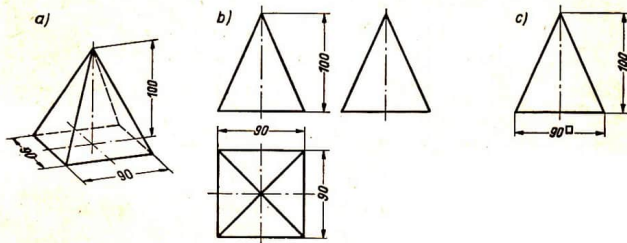
42.4 Ausgeschnittene Dreiecksäule
a) Schaubild, b) Darstellung

3.07 Pyramidische Werkstücke

Gerade Pyramiden mit quadratischer Grundfläche (43.1) haben deckungsgleiche Seitenflächen und daher auch gleiche Vorder- und Seitenansicht (43.1 b). Bei rechteckiger Grundfläche sind die Seitenflächen nur paarweise deckungsgleich (43.2), Vorderansicht und Seitenansicht also verschieden (43.2 b).

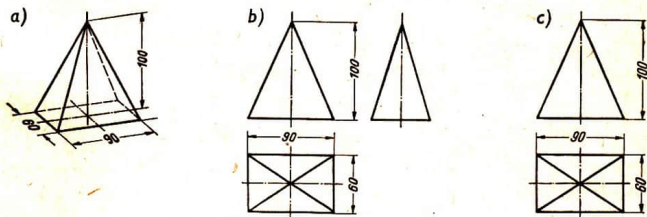
Die Grundflächen stehender Pyramiden sind in den Draufsichten zu sehen, in denen die Seitenkanten der Pyramiden als Diagonalen erscheinen. Vorderansicht und Seitenansicht sind Dreiecke und zeigen die betreffenden Seitenflächen verkürzt. Die Seitenansichten können fortfallen. Pyramiden mit quadratischer Grundfläche brauchen notfalls nur in einer Ansicht dargestellt zu werden (43.1 c).

Zu jeder der beiden Pyramiden gehören drei Maße. Die beiden Maße an der quadratischen Grundfläche können zu einem Maß in der Vorderansicht vereinigt werden, das aber dann das Quadratzeichen (s. S. 32) tragen muß.



43.1 Pyramide mit quadratischer Grundfläche

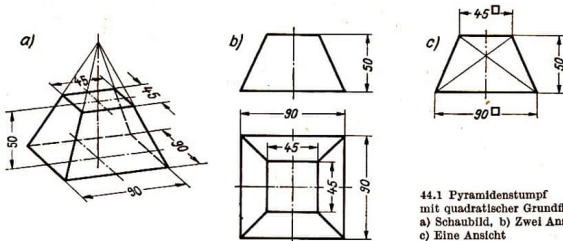
a) Schaubild, b) Drei Ansichten, c) Eine Ansicht



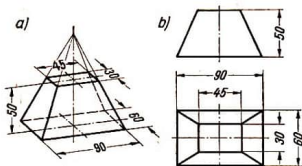
43.2 Pyramide mit rechteckiger Grundfläche

a) Schaubild, b) Drei Ansichten, c) Zwei Ansichten

Gerade Pyramidenstümpfe mit quadratischen Grund- und Deckflächen (44.1) haben als Seitenflächen deckungsgleiche Trapeze. Bei Pyramiden mit rechteckigen Grund- und Deckflächen (44.2) sind sie paarweise deckungsgleich.



44.1 Pyramidenstumpf
mit quadratischer Grundfläche
a) Schaubild, b) Zwei Ansichten,
c) Eine Ansicht

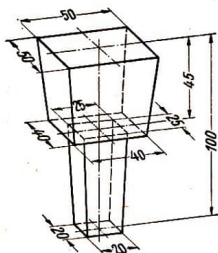


44.2 Pyramidenstumpf mit rechteckiger Grundfläche
a) Schaubild, b) Zwei Ansichten

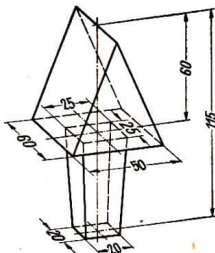
Der Pyramidenstumpf hat fünf Maße. Bei beiden Körpern kann die Seitenansicht fortfallen, beim Pyramidenstumpf mit quadratischer Grundfläche auch die Draufsicht (44.1 c). In diesem Falle trägt die Hauptansicht das Diagonalkreuz, außerdem wird die Zahl der Maße durch Anwendung des Quadratzeichens auf drei herabgesetzt. Verjüngung, Spitzwinkel und Neigung s. S. 91.

Übung:

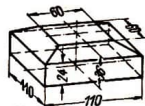
Zeichne die Werkstücke 44.3 bis 6 in den erforderlichen Ansichten und trage die Maße ein.



44.3 Amboßeinsatz aus St 70.11



44.4 Abschrot aus St 70.11



44.5 Ankerplatte aus GG-14



44.6 Genutete Platte
aus GG-12

3.08 Keglige Werkstücke

Die üblichen Ansichten eines **geraden Kegels** (45.1) bestehen aus einem Kreis und zwei gleich großen Dreiecken. Es sind aber nur zwei Ansichten erforderlich (45.1 b). Die Vorderansicht allein kann auch genügen (45.1 c).

3.09 Kuglige Werkstücke

Der Umriss einer **Kugel** ist ein Kreis, gleichgültig, von welcher Seite sie betrachtet wird (46.1). Die Kugelgröße wird durch den Durchmesser bestimmt. Zur Darstellung der Kugel genügt eine Ansicht; die Maßzahl muß aber dann den Zusatz „Kugel“ erhalten.



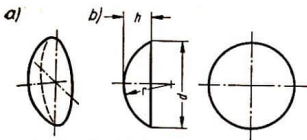
Das Wort „Kugel“ wird der Maßzahl hinzugefügt, wenn die Kugelform nicht einwandfrei aus weniger als drei Ansichten hervorgeht.

Denn eine Kugel ist ohne das Wort „Kugel“ eindeutig nur durch drei Ansichten bestimmt. Es wird in etwa $\frac{2}{3}$ der Schriftgröße erhöht hinter die Maßzahl geschrieben.

Der **Kugelabschnitt** wird meist in zwei Ansichten gezeichnet (46.2) und mit drei Maßen versehen, dem Kugeldurchmesser bzw. -halbmesser r , dem Durchmesser d der Grundfläche und der Höhe h . Eins der letzten beiden Maße kann aber auch fortfallen.

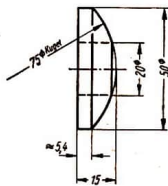
Das Durchmesserzeichen ist notwendig, wenn das Durchmessermaß nur *einen* Pfeil trägt (46.3). Ebenso wird das Halbmesserzeichen gesetzt, wenn das Halbmessermaß nicht bis zum Zirkel-einsatzpunkt gezogen werden kann (s. S. 37).

Bei Linsenkuppen an Bolzen- und Schraubenenden wird jedoch das Halbmessermaß ohne irgendwelchen Zusatz eingetragen (46.4).

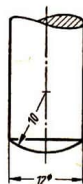


46.2 Kugelabschnitt

a) Schaubild, b) Zwei Ansichten

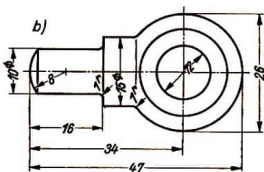
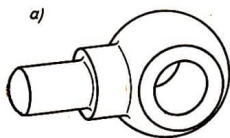


46.3 Kuglige Scheibe



46.4 Bolzenende

Zeichnungsbeispiel:



46.5 Kloben aus St 37.12

a) Schaubild, b) Werkzeichnung

Übung:

Lagerschale aus GG-22. Zeichne eine hohle Rundsäule $78^{\circ}/36^{\circ}$ und 155 lang in Vorderansicht (querliegend) und Seitenansicht. Die Säule ist an beiden Enden keglig je $55^{\circ}/50^{\circ}$ und 50 lang nach den Stirnflächen verjüngt. Der in der Mitte verbleibende Teil wird kuglig 80° geformt. Er ist vorn und hinten abgeflacht, so daß die beiden Flächen einen Abstand von 55 haben. Fertige die Zeichnung einschließlich Bemaßung an.

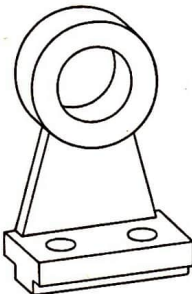
3.10 Arbeitsfolge beim Zeichnen

Beim Aufbau einer Darstellung ist es sehr nützlich, eine geregelte Arbeitsfolge einzuhalten. Es gibt zwei Möglichkeiten;

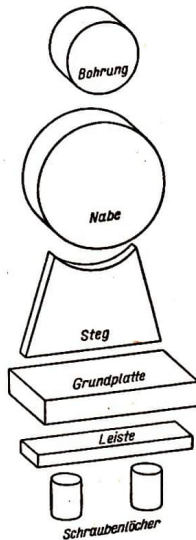
Die Arbeitsfolge kann sich nach den Grundformen des Werkstücks richten. Dieses Verfahren soll an einem Halter (47.1) gezeigt werden.

Er wird hierzu gedanklich zergliedert, und zwar in Nabe, Bohrung, Grundplatte, Steg, Leiste und Schraubenlöcher (47.2). Diese Formen werden einzeln der Reihe nach gezeichnet und zur Gesamtdarstellung vereinigt (48.1 bis 6).

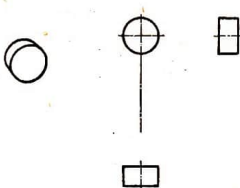
Immer erst dann, wenn eine Grundform in allen drei Ansichten gezeichnet ist, wird mit der nächsten begonnen. Dadurch kommt System in die Zeichenarbeit.



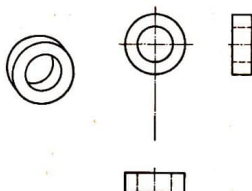
47.1 Halter



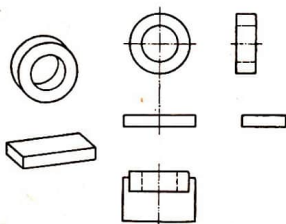
47.2 Zerlegen in Grundkörperformen



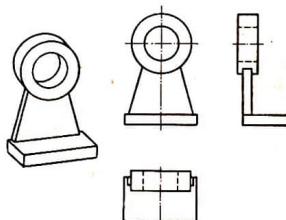
48.1 Die Bohrung ist eine Rundsäule



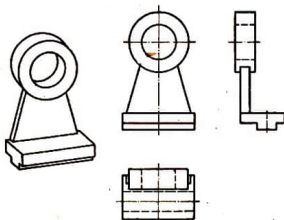
48.2 Die Nabe ist eine Rundsäule



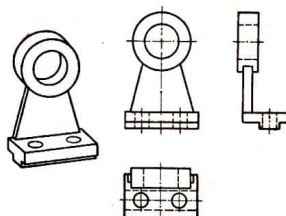
48.3 Die Grundplatte ist eine Rechtecksäule



48.4 Die Grundform des Steges ist eine Trapezsäule



48.5 Die Leiste ist eine Rechtecksäule



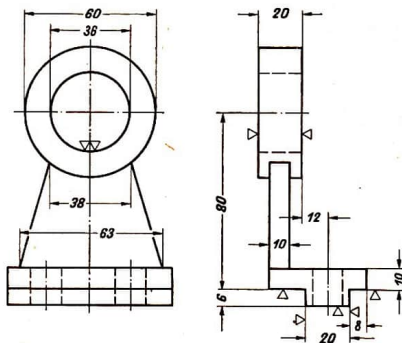
48.6 Die Schraubenlöcher sind Rundsäulen

Auch die Maße werden planmäßig eingetragen (49.1). Die Bohrung erhält zwei Maße: Durchmesser 36 und Länge 20. Für die Nabe wären ebenfalls zwei Maße notwendig. Da aber die Länge gleich der Länge der Bohrung ist, wird nur der Nabendurchmesser 60 eingetragen. Von Bedeutung ist die Bauhöhe. Darunter ist der Abstand 80 von der Bohrungsmitte bis zur Unterfläche der Grundplatte, der Auflagefläche des Halters, zu verstehen. Die Grundplatte erhält die Maße: Länge 75, Breite 45 und Dicke 10. Für die Höhe des Stegs ist ein Maß nicht erforderlich, weil sie durch die Bauhöhe festliegt. Ebenso erübrigt sich die Bemaßung der Stegausrundung, da sie durch die Nabe bereits bestimmt ist. Es werden daher nur die untere und die obere Breite, 63 und 38, und die Stegdicke 10 bemaßt. Die Führungsleiste ist so lang wie die Grundplatte, so daß lediglich Breite 20, Dicke 6 und Abstand 8 von der Vorderkante der Grundplatte einzutragen sind. Mit dem Maß 12 ist die Entfernung der vorderen Nabenstirnfläche von der Mitte beider Schraubenlöcher und damit die Lage der Nabe festgelegt. Der Abstand von Mitte zu Mitte Schraubenloch wird mit 38 und der Durchmesser mit 14 angegeben.

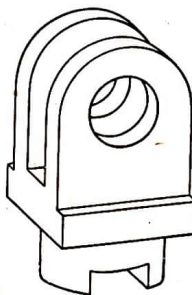
Folgerichtige Bemaßung gibt Gewähr, daß kein Maß vergessen oder doppelt eingetragen wird.

Wird jedoch mit der Arbeit beliebig begonnen und irgendwo aufgehört, dann wird sehr leicht ein Maß übersehen oder zuviel eingezeichnet. Zeitraubende Rückfragen sind zumindest die Folge. Wenn dann noch, wie es durchaus möglich ist, bei einer notwendig gewordenen Änderung von zwei gleichen Maßen nur eins berichtet wird, sind sogar Fertigungsausschuß und auch persönliche Unannehmlichkeiten zu erwarten.

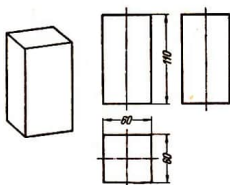
Die Arbeitsfolge kann dem Fertigungsablauf angeglichen werden. Das ist besonders bei Teilen möglich, die durch Spanabnahme aus vollem Werkstoff entstehen. Als Beispiel sei ein Gabelkopf gewählt (49.2).



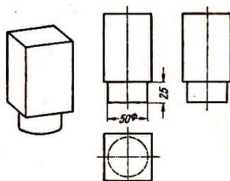
49.1 Bemaßte Darstellung



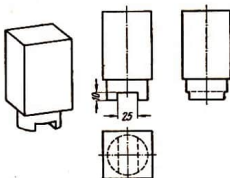
49.2 Gabelkopf aus St 37.12



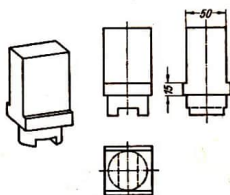
50.1 Ausgangswerkstoff



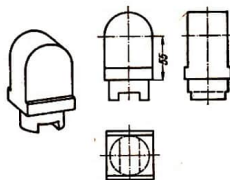
50.2 Zapfen gedreht



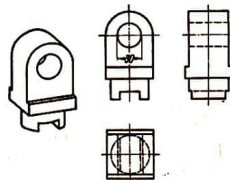
50.3 Nut gefräst



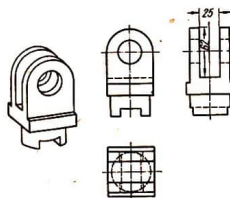
50.4 Absätze gefräst



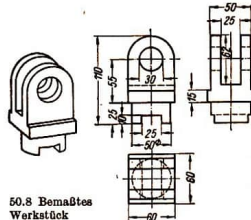
50.5 Kopf halbkreisförmig gefräst



50.6 Loch gebohrt



50.7 Schlitz gefräst



50.8 Bemaßtes
Werkstück

Der Ausgangswerkstoff hat quadratischen Querschnitt 60 und ist 110 lang (50.1). Nun wird jeder Fertigungsgang einzeln in allen Ansichten zunächst ohne Eintragen der Maße gezeichnet.

Unten entsteht durch Drehen ein Zapfen 50^Ø, 25 lang (50.2). In dessen Stirnfläche wird eine Nut rechteckigen Querschnitts 25 breit und 10 tief gefräst (50.3). Vorderfläche und Rückenfläche erhalten durch Fräsen je einen Absatz 60 lang und 5 tief (50.4). Die Dicke des Kopfes beträgt somit 50 und die Höhe der beiden Vorsprünge je 15. Nun wird der Kopf halbkreisförmig gerundet (50.5). Der Mittelpunkt des Bogens liegt 55 vom Zapfenansatz entfernt. Dann erhält der Kopf eine Durchgangsbohrung 30^Ø (50.6) und schließlich einen Schlitz rechteckigen Querschnitts, 25 breit und 62 tief (50.7).

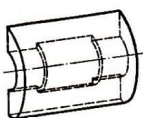
Nach Überprüfen aller Linien wird die Darstellung nachgezogen und dann bemaßt (50.8). Auswahl und Eintragung der Maße richten sich ebenfalls nach den Fertigungsgängen. Arbeitsgänge bei der Herstellung einer Schnitzzeichnung s. S. 53.

4 Darstellung und Bemaßung hohler und abgebrochener Werkstücke

4.1 Schnittzeichnungen (DIN 6)

Hohle Werkstücke werden im Schnitt dargestellt. Hierbei wird angenommen, das Werkstück sei in Richtung der Körperachse in zwei Teile zerlegt und die vordere Hälfte fortgenommen (52.1), so daß das Innere des Werkstücks zu sehen ist (52.2). Der Hohlraum wird nun nicht mehr durch Strichlinien (52.3), sondern mit Volllinien dargestellt (52.4). Schnittflächen werden in der Zeichnung schraffiert.

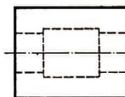
Die Schnittzeichnung zeigt den Hohlraum des Werkstücks klarer als eine Ansichtszeichnung, erfordert aber etwas größeren Arbeitsaufwand.



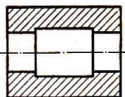
52.1 Vordere Hälfte



52.2 Hintere Hälfte



52.3 Ungeschnitten dargestelltes Werkstück



52.4 Schnittdarstellung

Schraffurlinien haben die Dicke der Maßlinien und liegen unter 45° . Richtung und Abstand der Schraffurlinien desselben Werkstücks sind stets, auch in der Draufsicht und in der Seitenansicht, einheitlich. Der Abstand richtet sich nach der Größe der Schnittfläche und darf weder zu groß noch zu klein sein (52.5). In großen Schnittflächen ist es zulässig, nur eine Umrißzone zu schraffieren (52.6).

Schnittflächen verschiedener Werkstücke erhalten *unterschiedliche Schraffuren* durch entgegengesetzte Richtungen oder verschiedene Abstände. Bei nebeneinanderliegenden Schnittflächen können auch beide Möglichkeiten angewendet werden (52.7).

Von der üblichen Richtung der Schraffurlinien wird bei schrägliegenden Schnittflächen abgewichen und eine der Lage der Fläche angepaßte Richtung gewählt (53.1).

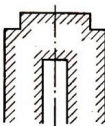


Nicht so,



sondern so!

52.5 Schraffurweiten



52.6 Schraffieren der Umrißzone



Nicht so,



sondern so!

52.7 Verschiedene Schraffuren



Nicht so,



sondern so!

53.1 Angepaßte Schraffurrichtung



53.2 Strichlinien sind überflüssig



53.3 Strichlinien sind erforderlich



Strichlinien für verdeckte Körperkanten fallen in Schnitten fort (53.2), es sei denn, daß sie zur Darstellung des Werkstücks unentbehrlich sind (53.3). Maßangaben sind in schraffierten Flächen möglichst zu vermeiden. Ist das aber nicht möglich, dann muß an der Stelle der Maßzahl die Schraffur unterbrochen werden (53.4).

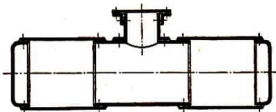
Schmale Schnittflächen sind zu schwärzen (53.5). Stoßen mehrere zu schwärzende Flächen aneinander, dann werden Innenfugen vorgesehen (53.6).



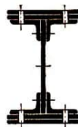
53.4 Unterbrochene Schraffur



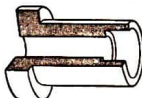
53.5 Schwärzung schmaler Schnittflächen



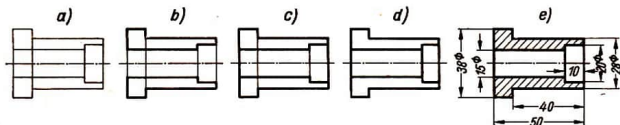
53.6 Innenfugen



Die Arbeitsgänge bei der Herstellung einer Schnittzeichnung. Als Beispiel soll eine Buchse dienen (53.7). Zuerst sind die einzelnen Grundformen des Werkstücks der Reihe nach, gleichgültig, ob es sich um sichtbare oder verdeckte Körperkanten handelt, in dünnen Linien zu zeichnen (53.8a). Dann werden die Umrisse der Schnittflächen (53.8b) und die des ganzen Schnittbildes nachgezogen (53.8c). Die rechte der noch verbleibenden Linien ist eine sichtbare Kante des umlaufenden Absatzes im Hohlraum und muß dick gezogen werden (53.8d). Die letzte Linie dagegen stellt den verdeckten, außen umlaufenden Absatz dar. Sie wird aber nicht gestrichelt, sondern abradiert, da der Absatz aus den später einzuschreibenden Maßen 38° und 28° hervorgeht. Dann werden die Maße (53.8e) eingetragen und die Schnittflächen schraffiert.



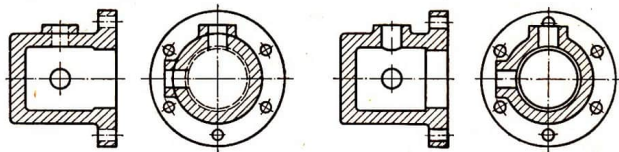
53.7 Werkstück (Buchse)



53.8 Arbeitsgänge beim Anfertigen einer Schnittzeichnung

a) Aufgezeichnete Grundkörperformen, b) Nachziehen der Schnittflächen, c) Nachziehen des Umrisses, d) Prüfen der restlichen Linien, e) Bemaßte Schnittdarstellung

Falsche und richtige Schnittdarstellung



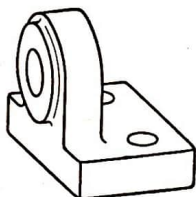
Nicht so,

sondern so!

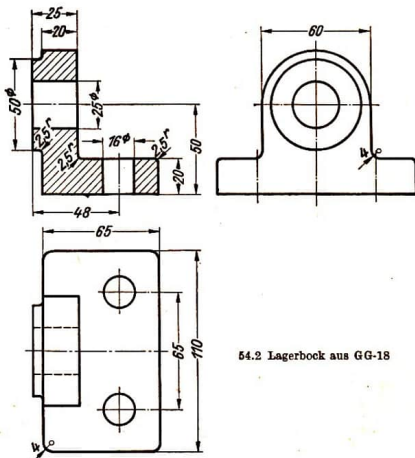
54.1 Falsche und richtige Schnittdarstellung

Anmerkung: Es kommt nicht vor, daß 1. eine Volllinie durch eine Schnittfläche läuft und 2. eine Schnittfläche von einer Strichlinie begrenzt wird.

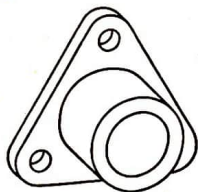
Beispiele im Schnitt dargestellter Werkstücke:



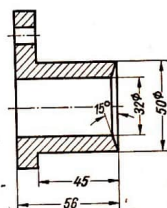
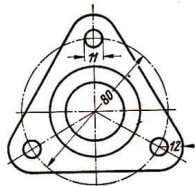
Schaubild



54.2 Lagerbock aus GG-18

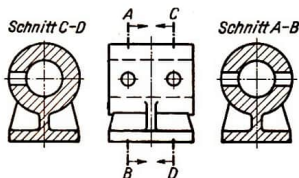


54.3 Stopfbuchabrille aus GBz 10

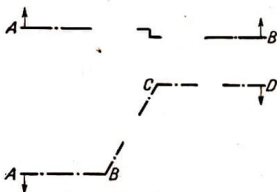


Der Schnittverlauf wird kenntlich gemacht, wenn er aus der Darstellung nicht von selbst eindeutig hervorgeht. Die Angabe geschieht durch *Schnittverlaufslinien*. Sie sind strichpunktiert von der Dicke der Volllinien, haben kürzere Striche als Mittellinien und sollen das Zeichnungsbild anschneiden (55.1). Kurz vor den äußeren Enden der Schnittverlaufslinien werden *Pfeile* in Sehrichtung auf den dargestellten Schnitt angesetzt. Sie sind kräftiger als die Pfeile der Maßlinien. Sind mehrere Schnitte durch ein Stück erforderlich oder ist der Schnittverlauf nicht übersichtlich, dann werden die Schnittverlaufslinien mit hervortretenden *Großbuchstaben* versehen. Sie stehen in Verlängerung der Strichpunktlinien und in Leserichtung in bezug auf die Hauptlage des Zeichenbogens. Außerdem wird an die Schnittdarstellung ein entsprechender Vermerk, z. B. „Schnitt A-B“, gesetzt (205.1). Liegt der Schnitt in mehreren Ebenen, so sind die Schnittverlaufslinien zu knicken und – wenn erforderlich – die Knicke ebenfalls mit Großbuchstaben in alphabetischer Reihenfolge zu versehen (55.2).

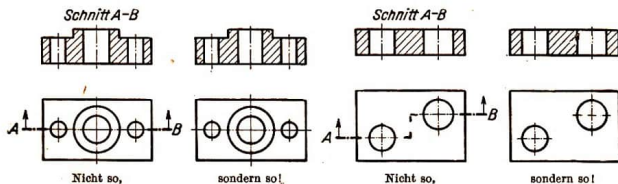
Der Schnitt durch die Mitte des Werkstücks (55.3) und ein in verschiedenen Ebenen liegender Schnitt (55.4) werden nicht gekennzeichnet, wenn Zweifel über dessen Verlauf unmöglich sind.



55.1 Kennzeichnachen der Schnitte



55.2 Gebrochene Schnittverlaufslinien



55.3 und 4 Eine Kennzeichnung des Schnittverlaufs ist in diesen eindeutigen Fällen nicht erforderlich.

Volle Werkstücke werden nicht im Schnitt dargestellt, z. B. Griffe, Stangen, Bolzen und ähnliche Teile (56.1). Ebenso bleiben verstärkende Rippen ungeschnitten (56.2). Auch Stege an Lagerböcken und anderen Teilen werden nicht im Längsschnitt dargestellt (56.3), ebensowenig Kugeln z. B. in der Schnittzeichnung eines Lagers (56.4) und Zapfen als volle Teile an irgendwelchen Werkstücken (56.5).

Liegen Oberflächen eines Werkstücks in der Schnittebene, dann wird so gezeichnet, daß möglichst viel von dem Hohlraum sichtbar ist (56.6).



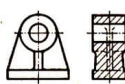
Nicht so,
sondern so!
56.1 Kegelgriff



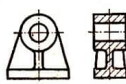
Nicht so,
sondern so!
56.2 Lager



sondern so!



Nicht so,
sondern so!
56.3 Lagerbock



sondern so!



Nicht so,
sondern so!
56.4 Kugellager



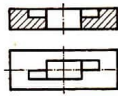
sondern so!



Nicht so,
sondern so!
56.5 Kupplungshälfte



sondern so!

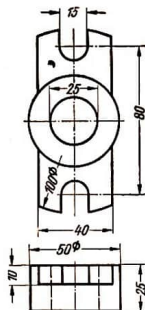
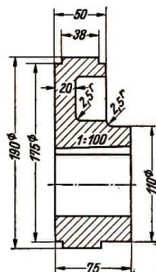
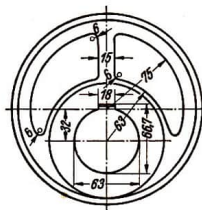


56.6 Platte

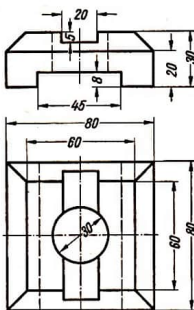
Beispiel einer Schnittzeichnung:



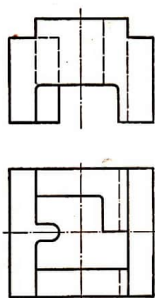
56.7 Exzenter aus GS-38



56.8 Mitnehmer aus GS-38



56.9 Platte aus GS-20



56.10 Sockel aus GG-12

Anmerkung: Ausführliche Bemaßung der Keilnut s. Bild 132.3 und 4.

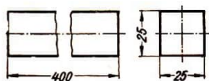
Übungen:

1. Ergänze die Seitenansicht (56.8) (Schnittdarstellung) und trage die Maße ein.
2. Die Draufsicht (56.9) ist als Vorderansicht zu wählen. Zeichne dazu die beiden anderen Ansichten im Schnitt und trage die Maße ein.
3. Verwandle die Vorderansicht (56.10) in eine Schnittdarstellung, zeichne die Seitenansicht im Schnitt und trage die Maße ein.

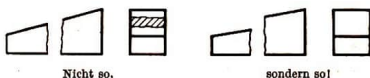
4.2 Bruchdarstellungen (DIN 6 vom Okt. 1956)

Lange, gleichförmige Werkstücke werden abgebrochen dargestellt. Bruchlinien für Metalle, Isolierstoffe, Steine usw. sind freihändig nicht übertrieben unregelmäßig und in der Dicke der Mittellinien bzw. etwa $\frac{1}{3}$ so dick wie Volllinien für Körperkanten zu ziehen.

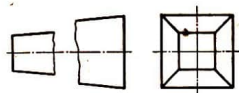
An prismatischen Querschnitten sind die Bruchlinien einfache Freihandlinien (57.1). Die Neigung keilförmiger Werkstücke bleibt in Bruchdarstellungen unverändert, d. h., die beiden Endpunkte der Neigungslinie dürfen nicht lediglich miteinander verbunden werden (57.2). Der Bruch pyramidischer Körper wird ebenfalls durch einfache Freihandlinien angegeben (57.3), dagegen sind Bruchlinien an runden Querschnitten unregelmäßige Freihandlinien in Schleifenform (57.4).



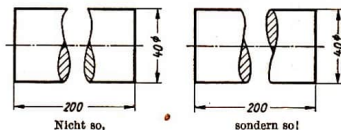
57.1 Stange quadratischen Querschnitts



57.2 Keil

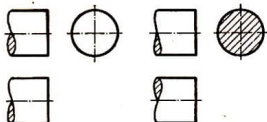


57.3 Pyramidisches Werkstück



57.4 Stange runden Querschnitts

Die sichtbaren Teile der Bruchflächen liegen auf entgegengesetzten Seiten der Mittellinie und erhalten gleiche Schraffur. Ist die Schleifenlinie einer runden Bruchfläche in zwei Ansichten zu zeichnen, so wird sie dort auf verschiedenen Seiten der Mittellinien angebracht (57.5). In der Seitenansicht erhält die unverdeckte Bruchfläche Schraffur.



57.5 Bruch in mehreren Ansichten



57.6 Rohr



57.7 Ausbruch eines hohlen Teils

Bei einem hohlen Werkstück mit rundem Querschnitt wird die Bruchfläche durch zwei ineinander übergehende Schleifenlinien gekennzeichnet (57.6). Ein Ausbruch zur Freilegung eines Hohlraumes muß durch eine Bruchlinie begrenzt werden (57.7), die aber mit einer benachbarten Körperkante nicht zusammenfallen darf. An unvollständig dargestellten Schnittflächen sind Bruchlinien fortzulassen (58.1).

Läuft aber ein Bruch sowohl durch eine schraffierte als auch durch eine unschraffierte Fläche, dann ist eine beiden gemeinsame Bruchlinie erforderlich (58.2). Für jedes in einer Zusammenstellungszeichnung abgebrochen dargestellte Teil sind besondere Bruchlinien vorzusehen (58.3).

In Stahlbauzeichnungen können Strichpunktlinien als Bruchlinien verwendet werden (s. S. 214 ff.). Holz erhält eine zickzackförmige Bruchlinie in der Dicke der Mittellinien (58.4).



Nicht so,
58.1 Unvollständig dargestellte
Schnittfläche



sondern so!



58.2 Bruch-
begrenzung



Nicht so,
58.3 Bruch zusammengehörender
Werkstücke



sondern so!



58.4 Holz

5 Weitere Zeichenregeln

5.01 Übersicht über die Anwendung der Linien (DIN 15, Bl. 1 vom Juni 1955)

In der folgenden Übersicht sind die bereits erwähnten Beispiele über die Verwendung der Linien zusammengefaßt und durch weitere Angaben ergänzt.

Es werden verwendet (s. S. 60):

- a) Volllinien** für sichtbare Körperkanten und Umrisse, für Kopfkreise bei Zahnrädern (149.1);
- b) Volllinien** zur Angabe von Querschnitten, die in die Zeichenebene eingedreht sind, z. B. von Armquerschnitten bei Riemenscheiben und Zahnrädern (74.1), für Umrisse benachbarter Teile zum Andeuten des Zusammenhangs, für Umrisse von wahlweisen Ausführungen, für Maß- und Maßhilfslinien, für Gewindebegrenzungslinien (113.6), zur Schraffur von Schnittflächen und zur Kennzeichnung des Erreichs (66.1), für Bezugslinien bei Teilnummern (207.1), für Oberflächenzeichen (s. S. 67), für Bezugshaken bei Angabe der Oberflächenbeschaffenheit (s. S. 69), für Diagonalkreuze (31.2) sowie Biegekanten (75.5);
- c) Strichlinien** für verdeckte Kanten und Umrisse, wobei durchsichtige Werkstoffe als undurchsichtige betrachtet werden, für Kerndurchmesser bei Bolzengewinde (111.6), für Außendurchmesser bei Muttergewinde (111.8) und für Fußkreise bei Zahnradern, Zahnstangen und Schnecken (149.1);
- d) Strichpunktlinien** mit kürzeren Strichen als unter e) zur Kennzeichnung des Schnittverlaufs (s. S. 55);
- e) Strichpunktlinien** für Mittellinien, Teilkreise bei Zahnrädern (149.1), Lochkreise bei Flanschen (73.3) usw., für in ein Rohteil eingezeichnetes Fertigteil, für Bearbeitungszugaben an Stanzteilen (75.4) und Schmiedestücken, für Grenzstellungen bei Hebeln, Griffen, Kolben usw. (75.2), für Teile, die vor dem dargestellten Schnitt liegen (73.3), für gestreckte Längen (75.3), für Umgrenzungen von herausgezeichneten oder angedeuteten Einzelheiten (85.1) sowie des Raumes für Kennzeichnungen (z. B. Firmenschild) und für Bruchlinien in Stahlbauzeichnungen (s. S. 214 ff.);
- f) Freihandlinien**, unregelmäßig, schwach gekrümmt, für Bruchkanten bei Metallen, Isolierstoffen, Steinen usw. (s. S. 57), als Zickzacklinien zur Darstellung von Holzbruchlinien (58.4) sowie zur Kennzeichnung von Hirn- und Langholz in Holzschnittflächen (s. S. 235).

Einfache und größere Darstellungen erfordern dickere Linien als kleinere und komplizierte Zeichnungen. Sind die Linien richtig gewählt und in den Dicken einwandfrei zu unterscheiden, so ist die Zeichnung gut und schnell verständlich.

Alle für dieselbe und für ähnliche Darstellungen in gleichem Maßstab zu verwendenden Linienarten gehören zu einer Liniengruppe.

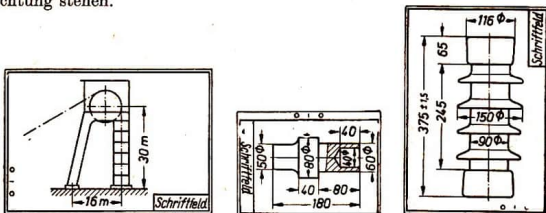
Die Liniendicken sind zum Ausziehen in Tusche bestimmt und so zu wählen, wie es Art und Größe der Zeichnung im Hinblick auf Maßstab und Deutlichkeit erfordern. Gewöhnlich kommen für Tuschezeichnungen die Liniengruppen 0,8 oder 0,5 und für Bleireinzeichnungen die Liniengruppen 0,5 oder 0,3 in Betracht.

Linienarten und Liniendicken in mm

Linienart		Liniendicken in der Liniengruppe			
		1,2	0,8	0,5	0,3
a		1,2	0,8	0,5	0,3
b		0,4	0,3	0,2	0,1
c		0,6	0,4	0,3	0,2
d		1,2	0,8	0,5	0,3
e		0,4	0,3	0,2	0,1
f		0,4	0,3	0,2	0,1

5.02 Schriftfeld und Stückliste

Schriftfeld und Stückliste werden stets in der unteren rechten Ecke des Zeichenbogens mit den vorgeschriebenen Abständen von den Blattkanten (s. Übersicht S. 20) angeordnet. Dabei bleibt unberücksichtigt, ob das Blatt in Hoch- oder Querlage verwendet wird (60.1). Denn es ist erforderlich, daß die Eintragungen in Schriftfeld und Stückliste nach dem Falten und Einheften der Zeichnung in den Ordner in Leserichtung stehen.



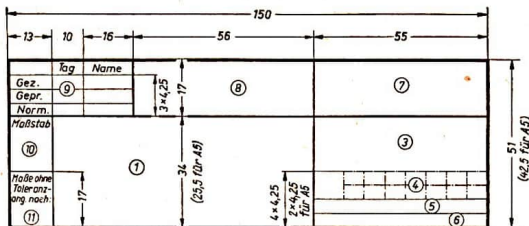
60.1 Verschiedene Lagen des Schriftfeldes nach DIN 406

Schriftfelder (DIN 6782 vom Mai 1955). Ist auf dem Blatt nur ein Werkstück dargestellt, dann ist lediglich das Schriftfeld erforderlich. Für Übungszeichnungen auf den Formaten A 3 bis A 5 genügt ein einfaches, platzsparendes Schriftfeld von 190 mm × 25 mm Größe (60.2). Die dicken Striche entsprechen etwa den Volllinien für Körperkanten.

(Werkstoff)	Modell-Nr.	Gezeichnet: (Datum)	(Name)	(Schule bzw. Betrieb)
	Lager-Nr.	Geprüft: (Datum)	(Name)	
Maßstab	(Bezeichnung des Werkstücks)			(Klasse bzw. Abteilung)
				Zeichnung Nr.

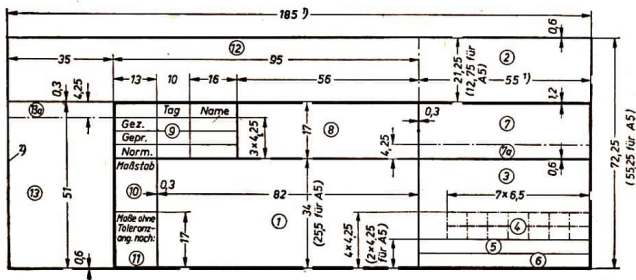
60.2 Nichtgenormtes Schriftfeld

Zeichnungen der Praxis und solche für höhere Ansprüche müssen jedoch die genormten Schriftfelder erhalten. Für Zeichnungen, die später nicht geändert werden, ist das Schriftfeld K 1 zu verwenden (61.1).



61.1 Schriftfeld K 1 für DIN A 4 und größer.
Bei DIN A 5 entfällt Feld 4; die entsprechenden Maße stehen in ()

Zeichnungen, die noch Änderungen erfahren, erhalten das Schriftfeld K 2, für besondere Fälle K 3 (61.2).



61.2 Schriftfeld K 2 (ohne die Felder 2, 4, 7a und 13a) bzw. K 3
(mit den genannten Feldern) für alle Blattgrößen

¹⁾ Wird auf das Schriftfeld eine durch mehrere Stückzahlspalten verbreiterte Stückliste (62.1) gesetzt, so sind die Maße 55 und 185 entsprechend zu vergrößern. Eine Verbreiterung auf 190mm kann auch bei Verwendung des Schriftfeldes ohne Stückliste für DIN A 4 und 5 vorgenommen werden, da hier die Breite der Zeichenfläche 190mm beträgt (s. 27.1).

²⁾ Diese Linie ist dünn auszuführen, wenn das Schriftfeld mit einer Stückliste verbunden wird (62.1).

Erläuterungen zu den Feldern 1 bis 13 in K 1 bis K 3 nach DIN 6782:

Feld 1 Benennung. Das dargestellte Werkstück soll möglichst allgemeingültig nach der Bauform und nicht nach der Zweckbestimmung bezeichnet werden.

Felder 2 und 3. Die Zeichnungsnummer der ausführenden Firma wird in Feld 3 eingetragen. Falls jedoch der Auftraggeber die Zeichnung für eigene Zwecke benötigt, so ist seine Zeichnungsnummer in Feld 3 und die der ausführenden Firma in Feld 2 einzusetzen, das von Feld 12 abgetrennt wird.

Feld 4 Ausgabe, Datum. Dieses Feld ist nur in Ausnahmefällen zulässig. Nähere Ausführungen siehe DIN 6782, S. 2. Ist es bei Blattgröße A 5 erforderlich, so wird es auf den unteren Rand von Feld 3 gesetzt.

Felder 5 und 6 Ersatz, Ursprung. Je nach Bedarf wird in Feld 5 z. B. „Ersatz für“ und in Feld 6 die Nummer der Ursprungszeichnung eingetragen. Wenn jedoch Feld 6 außer Feld 5 ebenfalls zu Ersatzangaben benötigt wird, dann ist der Ursprungshinweis an den unteren Rand von Feld 1 zu setzen.

Feld 7 Firma. In diesem Felde finden Name und Unterschrift der ausführenden Firma Platz. Geht die Zeichnung in das Eigentum einer Firmengemeinschaft über, wird Feld 7a für deren Eintragung abgezweigt.

Feld 8 Auftraggeber. Wird die Zeichnung für einen dritten Auftraggeber ausgeführt, trägt sich dieser mit Namen und Unterschrift hier ein. Anderenfalls ist das Feld für Urheberschutzvermerke frei.

Feld 9 Bearbeiter. Dieses Feld ist für Daten und Unterschriften der Bearbeiter bestimmt.

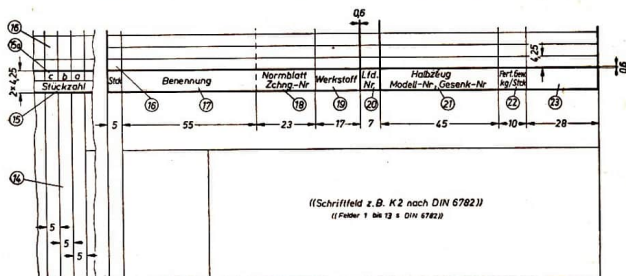
Feld 10 Maßstab der Zeichnung. Der Hauptmaßstab wird in großer, der Nebenmaßstab in kleiner Schrift angegeben.

Feld 11 Maße ohne Toleranzangaben werden hier entsprechend TGL 2897—56 (s. S. 102) eingetragen.

Feld 12 Änderungsvermerke. Einteilung des Feldes und Form der Eintragung stehen dem Benutzer frei.

Feld 13 ist für Angaben über Verwendungsbereich des Dargestellten, Paßmaße sowie Nummer und Blattzahl der getrennten Stückliste vorgesehen. Die beiden Letztgenannten werden bei Raumangel über dem Schriftfeld eingetragen. Eine eventuelle Kopfleiste ist als Feld 13a abzuteilen.

Stückliste (DIN 6783 vom Mai 1955). Enthalten Zeichnungen mehrere Einzelteile, wird eine Stückliste auf das Schriftfeld gesetzt (62.1). Darin werden alle zu einem vollständigen Werkstück gehörenden Teile, auch die nicht darzustellenden Normteile, aufgeführt. Die Eintragung richtet sich nach der Baufolge, beginnt in der untersten Spalte und wird nach oben fortgesetzt, so daß nachträglich erforderliche Teile hinzugefügt werden können. Reicht der vorhandene Raum hierfür nicht aus, so ist die Stückliste auf einem besonderen Blatt unterzubringen. Die Kopfzeile wird dann oben angebracht und das Eintragen von oben nach unten vorgenommen.



62.1 Stückliste S 1. auf ein Schriftfeld aufzusetzen und ebenso als getrennte Stückliste zu verwenden

Erläuterungen zu den Feldern 14 bis 23 in S 1 nach DIN 6783:

Feld 14. Es sind mehrere dieser Spalten zulässig, in die Bauart bzw. Typ eines Erzeugnisses eingetragen wird.

Feld 15a ist für die Kennzeichnung der Stückzahlspalten durch Kleinbuchstaben, von rechts beginnend, vorgesehen.

Feld 16. Hier steht die Stückzahl jedes zur dargestellten Einheit gehörenden Einzelteils. Roh-teile, die außer den Fertigteilen aufgeführt sind, erhalten anstelle der Stückzahl einen waag-rechten Strich.

Feld 17. Die Benennung wird entsprechend Feld 1 gewählt und unabhängig von der Stückzahl stets in der Einzahl angegeben. Bei Normteilen werden Art und Kurzbezeichnung eingetragen, z. B. „Zylinderschraube BM 4×12“, bei Fertigteilen die Fertigmaße hinzugefügt. Handelt es sich dabei um Halbzeuge z. B. im Stahlbau, entfällt deren Eintragung in Feld 21. Wird jedoch das Ausgangsteil (Normteil o. a.) zusätzlich bearbeitet, so ist es als Halbzeug in dem genannten Feld aufzuführen.

Feld 18. In diesem Feld erscheinen die Normblattnummern der Normteile, jedoch nicht die der Werkstoffe und Halbzeuge. Darunter steht unter Umständen die Zeichnungsnummer des auf besonderem Blatt dargestellten Teils bzw. bei zwei verschiedenen Zeichnungsnummern die des Ausstellers (vgl. Erläuterungen zu Feld 21).

Feld 19. Hier wird die genormte bzw. handelsübliche Werkstoffbezeichnung angegeben.

Feld 20. Jedes Teil erhält seine laufende Nummer mit Ausnahme der Roh-teile, bei denen — wie in Feld 16 — ein waagrechter Strich einzutragen ist.

Feld 21 ist für Modellnummer, Geseknummer oder Halbzeug mit vollständiger DIN-Kurz-bezeichnung bestimmt. Der Werkstoff ist nur dann aufzuführen, wenn sich sein Anlieferungs-zustand von dem in Feld 19 angegebenen Funktionszustand unterscheidet. Außerdem erscheinen hier Angaben über Ausgangsteile (s. Erläuterungen zu Feld 17). Trägt ein Bauteil zwei ver-schiedene Zeichnungsnummern, so steht die des Ausstellers in Feld 18 und die zweite in Feld 21 unter dem Halbzeug o. a.

Feld 22 trägt das Fertiggewicht in kp/Stück.

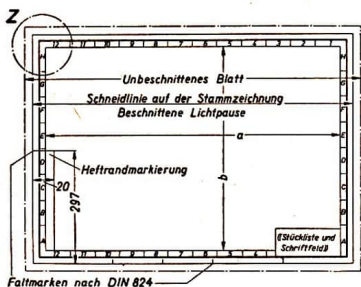
Feld 23 steht für beliebige Vermerke zur Verfügung und kann bei einer notwendigen Verbreite-rung des Heftandes um 5 mm verringert werden.

5.03 Vordrucke für Zeichnungen (DIN 6781 vom Mai 1955), Kantenschutz

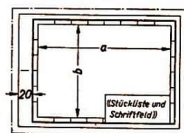
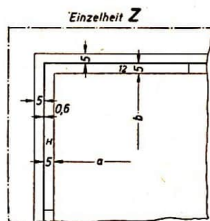
Zeichnungsvordrucke ersparen das Aufzeichnen des Schriftfeldes, der Stückliste, der Randlinien und andere zeitraubende Nebenarbeiten und sind für alle genormten Blattgrößen zulässig. Die Normung der Formate, der Schriftfelder und Stücklisten, der Schrift und der Umrandung geben den Vordrucken ein einheitliches Aussehen. Sie haben entweder nur ein Schriftfeld oder ein Schriftfeld mit aufgesetzter Stück-liste, die jedoch bei A 5 aus Platzmangel möglichst zu vermeiden ist.

Der Aufdruck wird meist als Spiegelbild auf der Rückseite des lichtdurchlässigen Zeichenbogens gebracht. Er liegt daher beim Pausen (s. S. 239) unmittelbar auf der lichtempfindlichen Schicht und wird somit auf der Lichtpause in scharfen Umrissen wiedergegeben. Gewöhnlich werden in die Vordrucke auch Firmennamen und andere häufig vorkommende Angaben aufgenommen. Ein unbeschnittener Zeichnungsvordruck aus Transparentpapier 85 p/m² in der Blattgröße A 2 mit Schriftfeld K 1, Stückliste S 1 sowie Feldeinteilung wird benannt:

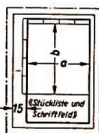
Zeichnungsvordruck A 2 K 1 S 1 DIN 6781 Transparentpapier 85 p/m²



Blattgröße A2 und größer. Das Bild stellt die Blattgröße A1 dar



Blattgröße A3



Blattgröße A4



Blattgröße A5

64.1 Zeichnungsvordrucke mit Schriftfeld und Stückliste DIN 6781

Bei einer Bestellung von Vordrucken ist diese Bezeichnung durch folgende Angaben zu ergänzen: Wünsche hinsichtlich der Felder 2, 4, 5, 6, 7, 7a, 12, 13 und 13a im Schriftfeld nach DIN 6782 und der Stückzahlspalten in der Stückliste nach DIN 6783, eventuell vorzunehmender Beschnitt, Wegfall der Feldeinteilung.

Der Zeichenraum kann in Felder eingeteilt werden, wovon die waagrechten mit arabischen Zahlen von rechts nach links und die senkrechten mit Großbuchstaben von unten nach oben zu kennzeichnen sind. Eine bestimmte Stelle der Blattfläche wird mithin durch einen Buchstaben mit dahinterstehender Zahl benannt, z. B. „D 5“. Die Feldeinteilungen für die einzelnen Blattgrößen sind in der folgenden Tafel zusammengefaßt.

Feldeinteilungen (Planquadrate)

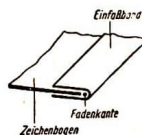
	Teilung	Blattgrößen	A 0	A 1	A 2	A 3	A 4
Zahl der unter sich gleichen Felder	a (waagrecht)		16	12	8	8	4
	b (senkrecht)		12	8	6	6	4

Um Verstößen gegen das gesetzliche Urheberrecht vorzubeugen, kann die Zeichnung mit einem *Urheberschutzvermerk* versehen werden (DIN 34).

Kantenschutz. Damit lichtdurchlässige Stammzeichnungen nicht einreißen, erhalten sie einen Kantenschutz (65.1). Er besteht aus einem gummierten Papier- oder einem

Gewebestreifen, der gekniff, ohne oder mit eingelegtem Faden beiderseits der Blattkanten maschinell festgeklebt wird. Häufig wird hierzu auch ein farbloser, durchsichtiger Klebestreifen verwendet.

Um die Schneidlinie für die Lichtpause durch den Kantenschutz nicht zu verdecken, werden die Stammzeichnungen an allen vier Bogenseiten größer gehalten. Das gilt auch für Zeichnungen ohne Einfassung, weil sonst die Schneidlinie mit der Blattkante zusammenfällt. Bei kleineren Formaten wird auf den Kantenschutz meist verzichtet, da sie nicht sonderlich gefährdet sind.



65.1 Kantenschutz

5.04 Werkstoffangaben

Stoffnormen. Bis auf einige Ausnahmen sind die metallischen Werkstoffe und in Form von Kurzzeichen auch ihre Bezeichnungen genormt. Die Normblätter enthalten außer den Kurzzeichen Angaben über Zusammensetzung, Festigkeitseigenschaften, äußere Beschaffenheit und Vorschriften über die Prüfung und Abnahme.

Formnormen. Zur Verarbeitung werden gewalzte, gepreßte und gezogene Werkstoffe in verschiedenen Formen und Größen gebraucht. Diese sind mit den hierfür gültigen Kurzzeichen in anderen Normblättern niedergelegt.

Eine Zusammenfassung aller wichtigen Normblätter über Stahl, Eisen und Nichteisenmetalle und die Systematik der hierfür geschaffenen Kurzzeichen bietet das vom Deutschen Normenausschuß herausgegebene Taschenbuch 4, Teil A, „Werkstoffnormen Stahl und Eisen“ und Teil B, „Werkstoffnormen Nichteisenmetalle“.

Kennzeichnung. Der Werkstoff für das herzustellende Teil muß aus der Zeichnung einwandfrei hervorgehen. Das geschieht durch Eintragen des Querschnitts und der Länge sowie des Kurzzeichens für den Werkstoff in das Schriftfeld oder in die Stückliste, und zwar entsprechend dem betreffenden TGL-Blatt oder, sofern dieses noch nicht besteht, nach DIN. In letzterem Falle ist jedoch zu beachten, daß die Stahlbezeichnungen, die chemische Zusammensetzung und die mechanisch-technologischen Eigenschaften der „Standardliste Eisen und Stahl“ (SES) zu entnehmen sind, soweit diese dort bereits niedergelegt wurden. Alle nicht darin enthaltenen Angaben sind nach DIN einzutragen. Für die Umschlüsselung der DIN-Bezeichnungen in SES-Bezeichnungen wurde das TGL-Blatt 3005–56 geschaffen, das so lange Gültigkeit behalten wird, bis für alle in der SES enthaltenen Stähle TGL-Blätter vorliegen.

Beispiele:

$\varnothing 10 \times 30$ DIN 1013 9 S 20

Diese Bezeichnung besagt, daß gewalzter Rundstahl 10^Ø, 30 lang, nach DIN 1013 aus Schnellautomaten-Weichstahl 9 S 20 mit $\approx 0,09\%$ Kohlenstoff und $\approx 0,20\%$ Schwefel nötig ist.

$\Rightarrow 10 \times 4 \times 90$ DIN 1769 AlMg 5 F 26¹⁾

bedeutet: Gezogene Flachstange 10 breit, 4 dick, 90 lang, nach DIN 1769 aus AlMg 5 F 26 (Aluminium-Knetlegierung mit $\approx 5\%$ Magnesiumgehalt und 26 kg/mm² Mindestzugfestigkeit).

¹⁾ Zur besseren Kennzeichnung des Längenmaßes kann diesem, besonders in Zweifelsfällen, „Lg“ hinzugefügt werden. Das oben angeführte Beispiel lautet dann:

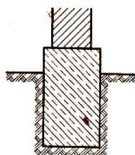
$\Rightarrow 10 \times 4 \times 90$ Lg DIN 1769 AlMg 5 F 26

5.05 Schraffuren und Farben zur Kennzeichnung von Werkstoffen (DIN 201 vom Februar 1953)

Metallische Werkstoffe sind durch die in das Schriftfeld aufgenommenen Werkstoffkurzzeichen eindeutig bestimmt und bedürfen im allgemeinen keiner weiteren Kennzeichnung. Liegen aber besondere Notwendigkeiten vor, dann können außerdem folgende Schraffuren und Farben vorgesehen werden:

	grau		blau		lila		rot		orange
Grauguß		Temperguß		Stahl, Stahlguß		Kupfer		Bronze, Rotguß	
	gelb		hellgrün		grün		hellblau		rot-grün
Messing		Zinn, Blei, Zink Lagerweißmetalle		Leichtmetalle einschließlich Legierungen		Nickel, Nickellegierungen		Drahtspulen (Elektromagnete, Widerstände) ¹⁾	
	hellgrün		hellgrün		braun		braun		braun
Glas		Zellon, Zelluloid		Marmor, Schiefer, Porzellan		Filz, Fiber, Asbest		Hartgummi	
	braun		braun		braun		dunkelgelb		braun
Weichgummi		Leder		Schichtpreßstoffe		Schleifscheiben		Hirnholz, Langholz	
	rot		grau		grau		dunkelgelb		braun
Ziegelmauerwerk		Bruchsteinmauerwerk		Beton, bei Stahlbeton evtl. Einlagen andeuten		Schamotte, feuerfeste Steine		Erdreich	
	hellblau	Die Abstände der Schraffurlinien, Punkte, Kreise, Kreuze usw. sind der Größe der zu kennzeichnenden Fläche anzupassen.							
Flüssigkeiten									

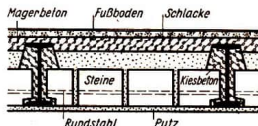
Beispiele für im Baugewerbe übliche Schraffuren:



66.1 Grundmauerwerk aus Stahlbeton



66.2 Dachtraufe



66.3 Trägerdecke

¹⁾ Die zwei Farben dienen zur Kennzeichnung nebeneinanderliegender Spulen, während für einzelne Spulen eine der beiden Farben gewählt werden kann.

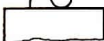
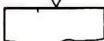
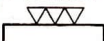
5.06 Kennzeichnung der Oberflächen (DIN 140, Bl. 1 bis 4 vom Oktober 1931¹⁾)

Aus der Darstellung eines Werkstücks muß die Beschaffenheit der Werkstückoberflächen hervorgehen.

Zur Kennzeichnung der Oberflächen, die durch spanlose oder spangebende Bearbeitung entstehen, dienen Oberflächenzeichen.

Oberflächenzeichen geben den Zustand der fertig bearbeiteten Oberfläche an, schreiben aber nicht die Arbeitsverfahren vor. Deren Wahl bleibt stets dem Betrieb überlassen.

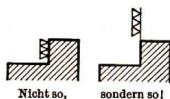
So kann z. B. eine mit einem Dreieck gekennzeichnete Oberfläche durch Schrappen mit der Feile, durch Schrappen auf der Drehbank oder auf der Fräsmaschine oder je nach der betrieblichen Möglichkeit auch durch ein anderes Verfahren entstehen.

Ohne Bearbeitungszugabe	Ohne Oberflächenzeichen 	Oberflächen, an deren Gleichförmigkeit und Glätte Ansprüche gestellt werden, wie sie durch die üblichen <i>spanlosen</i> Herstellungsverfahren erfüllt werden können (Walzen, Schmieden, Ziehen, Pressen, autogenes Trennen, Gießen usw.)
	Ungefährzeichen 	Oberflächen, an deren Gleichförmigkeit und Glätte Ansprüche gestellt werden, wie sie durch sorgfältigere <i>spanlose</i> Herstellungsverfahren erreicht werden können (sauber schmieden, im Gesenk glätten, sauber gießen, sauber autogen trennen). Nur wenn diese Ansprüche nicht erfüllt sind, sind solche Flächen zu überarbeiten.
Bei spanabnehmender Bearbeitung mit Bearbeitungszugabe ²⁾ , bei spanloser Formung ohne Bearbeitungszugabe	Ein Dreieck 	Oberflächen von einer Gleichförmigkeit und Glätte, wie sie z. B. durch ein- oder mehrmalige <i>spanabnehmende</i> Schrubbearbeitung erzielt werden kann. Riefen (vom Werkzeug herrührende Merkmale) dürfen fühlbar und mit bloßem Auge deutlich sichtbar sein.
	Zwei Dreiecke 	Oberflächen von einer Gleichförmigkeit und Glätte, wie sie z. B. durch ein- oder mehrmalige <i>spanabnehmende</i> Schlichtbearbeitung erzielt werden kann. Riefen dürfen mit bloßem Auge noch sichtbar sein.
	Drei Dreiecke 	Oberflächen von einer Gleichförmigkeit und Glätte, wie sie z. B. durch ein- oder mehrmalige <i>spanabnehmende</i> Feinschlichtbearbeitung erzielt werden kann. Riefen dürfen mit bloßem Auge nicht mehr sichtbar sein.

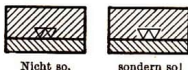
¹⁾ Nach Redaktionssehluß sind die Vornorm 3141 „Oberflächenzeichen in Zeichnungen. Zuordnung der Rauh-tiefen“ und DIN 3142 „Kennzeichnung von Oberflächen in Zeichnungen durch Rauhheitsmaße“ erschienen, mit deren Hilfe nunmehr eine Oberflächengüte noch genauer, d. h. zahlenmäßig, festgelegt werden kann als mit DIN 140, Bl. 2. Außerdem wurde ein weiteres, aus vier Dreiecken bestehendes Oberflächenzeichen für feinste Oberflächengüten aufgenommen.

²⁾ Über die Größe der Bearbeitungszugabe sagen die Oberflächenzeichen nichts aus. Sie ist besonders anzugeben, sie kann z. B. in den Vorschriften der Werkstatt oder in Werknormen enthalten sein.

Die Dreiecke werden in der Zeichnung von außen an die Flächen gesetzt. Sie sind gleichseitig, so hoch wie die Maßzahlen und werden an dem $30^\circ/60^\circ$ -Zeichendreieck in der Dicke der Maßlinien gezogen. Bei Platzmangel werden die Oberflächenzeichen auf eine Hilfslinie gesetzt, die zugleich Maßhilfslinie sein kann (68.1).



68.1 Oberflächenzeichen auf Hilfslinie



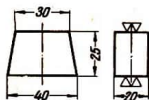
68.2 Unterbrochene Schraffur



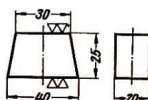
68.3 Oberflächenzeichen an Kreislinien

Sind Oberflächenzeichen innerhalb einer schraffierten Fläche unterzubringen, so fallen die Schraffurlinien an dieser Stelle fort (68.2). Oberflächenzeichen an Strichlinien werden wie üblich gezogen und nicht etwa gestrichelt. Die den aufsitzenden Spitzen gegenüberliegenden Seiten der Oberflächendreiecke an Kreislinien bilden eine gerade Linie (68.3). Geringe Unterschiede in den Dreieckshöhen ergeben sich hierbei zwangsläufig und sind ohne Belang.

Oberflächenzeichen müssen in die Ansicht gesetzt werden, in der die betreffende Fläche bemaßt ist (68.4). Jede der in den Hälften symmetrischer Darstellungen gleichliegenden Flächen trägt auch bei gleicher Oberflächenbeschaffenheit ein Oberflächenzeichen (68.6). Die Mantelfläche eines Drehkörpers erhält das Oberflächenzeichen aber nur einmal (68.5). Zusammengehörende Paß- und Gleitflächen mit gleicher Oberflächengüte erhalten in Zusammenstellungszeichnungen das Oberflächenzeichen ebenfalls nur einmal (68.7). Bei gleicher Beschaffenheit aller Oberflächen eines Werkstücks ist das Oberflächenzeichen neben das Zeichnungsbild zu setzen (69.1). Tritt aber eine gewisse Oberflächenbeschaffenheit überwiegend auf,

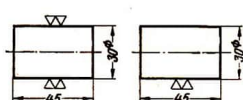


Nicht so,

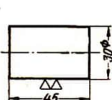


sondern so!

68.4 Oberflächenzeichen und Maße gehören zusammen

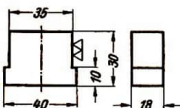


Nicht so,

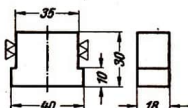


sondern so!

68.5 Oberflächenzeichen für eine Mantelfläche

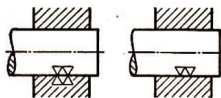


Nicht so,



sondern so!

68.6 Oberflächenzeichen für symmetrisch liegende Flächen gleicher Oberflächenbeschaffenheit



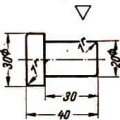
Nicht so,



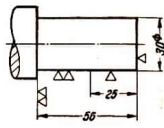
sondern so!

68.7 Oberflächenzeichen für zusammengesetzte Werkstücke

ein Maß festgelegt (69.3).



69.1 Allseitig gleiche Oberflächenbeschaffenheit



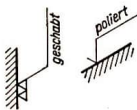
69.3 Bemaßter Bereich für eine Oberflächengüte

nommen.

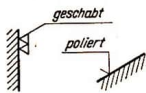
Für Rändel und Kordel gelten Ausnahmen (s. S. 123).

gezogen und mit
zeichen angesetzt.

z. B. „gespachtelt und grau gestrichen“.



69.4 Gewählt wird das Mittelwort
der Vergangenheit



Nicht so, sondern so!

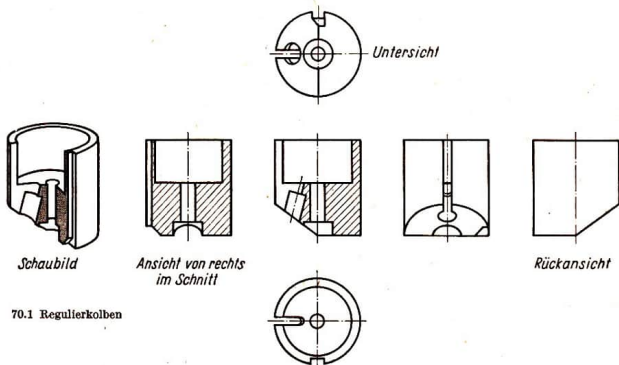
Bezugshaken mit Wortangaben können auch angewendet werden zur Angabe der Verbindungsarten, z. B. „weich gelötet“, „aufgeschrumpft“, „geklebt“, „gekittet“ usw., von Abdichtungen, z. B. „verstemt“, „mit Blei vergossen“ usw. und anderer Erläuterungen, wie „Beim Zusammenbau gebohrt“, „Mit Teil 2 genietet“ usw. Oberflächenangaben für Gewinde, Schrauben und Muttern s. S. 119 und für Zahnräder s. S. 149.

5.07 Besonderheiten der Darstellung und Bemaßung

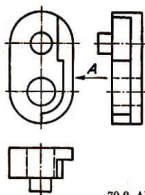
5.071 Darstellung

Komplizierte Werkstücke erfordern oft mehr als drei Ansichten (DIN 6). Für deren Anordnung (70.1) gilt:

Die *Ansicht von rechts* steht links neben der Vorderansicht, die *Untersicht* steht über der Vorderansicht und die *Rückansicht* rechts neben der Seitenansicht von links.



70.1 Regulierkolben

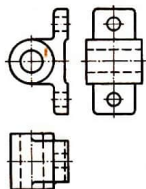


70.2 Abweichende Anordnung einer Ansicht

Hiervon darf nur in ganz besonderen Ausnahmefällen abgewichen werden, z. B. bei nachträglichem Hinzufügen einer Ansicht, die infolge beschränkten Zeichenraumes an eine andere als die übliche Stelle gesetzt werden muß. Es wird aber dann für die Blickrichtung des von der Norm abweichenden Bildes eine Erläuterung angegeben (70.2). Stets sind nur so viel Ansichten zu wählen, wie zum eindeutigen Festlegen der Form des Werkstücks notwendig sind.

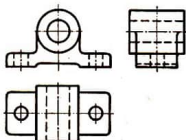
Die Darstellung muß sinnfällig angeordnet sein. Für die Wahl, welche Ansichten für die Darstellung in Betracht kommen, bestehen mehrere Grundsätze, die sich aber wegen der Verschiedenartigkeit des Verwendungszwecks, der Herstellung und des Aussehens der Teile nicht schematisch anwenden lassen.

Die Zeichnung soll das Werkstück in der Gebrauchslage zeigen (71.1). Stehende Werkstücke dürfen mithin nicht liegend und liegende nicht stehend dargestellt werden.

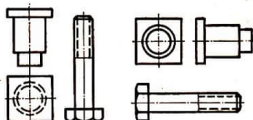


Nicht so,

71.1 Stehlager



sondern so!



Nicht so,

71.2 Bolzen und Schraube

sondern so!

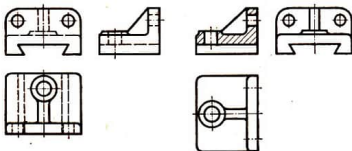
Gewisse Werkstücke werden vorzugsweise in der Fertigungslage gezeichnet (71.2), besonders solche, die auf der Drehbank hergestellt werden. Sie sind waagrecht mit dünnem Ende nach rechts darzustellen.

Bestehen für ein Werkstück mehrere Fertigungslagen, so wird die bei der Bearbeitung überwiegende Lage gewählt.

Die Vorderansicht soll möglichst das Wesentliche des Werkstücks erkennen lassen. Die Darstellung ist aber auch so zu wählen, daß möglichst wenig verdeckte Kanten auftreten (71.3).

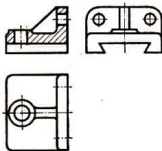
Weitere Regeln

Überflüssige Strichlinien fallen fort, zum Beispiel für die verdeckten Bohrungen des Spannklobens in der Draufsicht (71.4), da Durchmesser, Länge und Anzahl der Löcher in der Vorderansicht und Seitenansicht bereits festliegen.

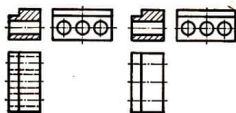


Nicht so,

71.3 Schwalbenschwanzführung



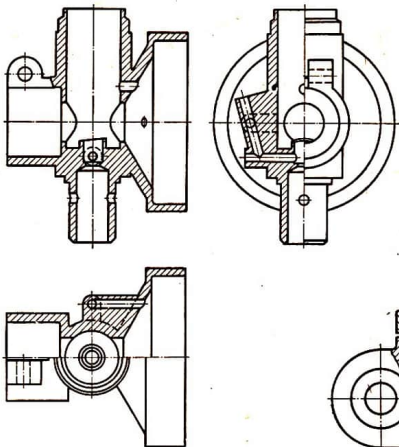
sondern so!



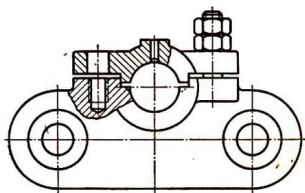
Nicht so,

71.4 Spannkloben

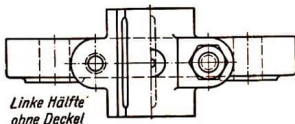
sondern so!



72.1 Vergaserkörper



72.2 Augenlager



Der immerhin mögliche Einwand, daß nicht alle Bohrungen Durchgangslöcher zu sein brauchen, weil die Vorderansicht nur den Schnitt durch das mittlere Loch zeigt, wird durch das Einzeichnen durchgehender Mittellinien für die Bohrungen in der Draufsicht entkräftet (71.4). Etwa vorhandene Grundlöcher wären dann in der Darstellung auch vollkommener als etwa nur durch Strichpunktlinien angedeutet worden.

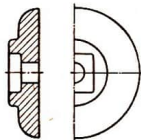
Das Zusammenfügen einer Ansicht und eines Schnittes zu einem Zeichnungsbilde kommt in Betracht, wenn jede Bildhälfte verschiedene Merkmale des Werkstücks ausdrückt oder sich erhebliche Einsparungen an Arbeit ergeben.

Bild 72.1 zeigt statt 5 nur 3 Zeichnungsbilder. Zwischen einer geschnittenen und einer ungeschnittenen Bildhälfte wird eine besondere Trennlinie nicht gezogen.

Eine andere Möglichkeit, Ansichten einzusparen, ist aus Bild 72.2 ersichtlich.

Damit der Blick in das Innere der Bohrung des Lagers frei wird, ist die linke Hälfte der Draufsicht ohne Deckel gezeichnet, während ein Ausbruch in der Vorderansicht Schraubenloch und Schmierloch freilegt.

Bei Platzmangel kann die in der Zeichnung innen liegende Hälfte einer Ansicht, ausgenommen die der Vorderansicht fortfallen (72.3).



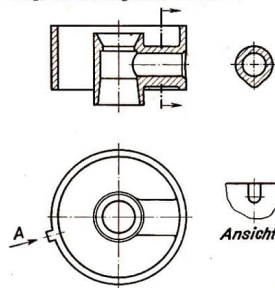
72.3 Ankerplatte

Teildarstellungen sind hinzuzufügen, wenn in den Zeichnungsbildern die Gestalt des Werkstücks nicht ganz erfaßt ist (73.1).

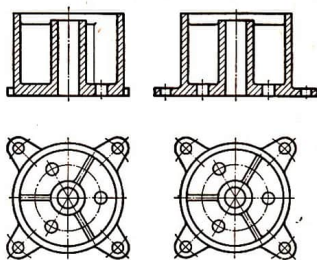
Statt der ganzen Seitenansicht braucht nur der Querschnitt des zur Mitte führenden Kanals gezeichnet zu werden. Die Form des Vorsprungs am äußeren Umfange wird als „Ansicht A“ im Ausbruch dargestellt.

Ungünstige Verkürzungen ergeben sich durch schiefliegende Werkstücksoberflächen (73.2).

Die Zeichnung ist besser, wenn in der Vorderansicht die betreffenden Formen des Werkstücks (Befestigungslaschen, Stege und Bodenlöcher) in Gedanken in die Zeichenebene eingedreht und entsprechend dargestellt werden.

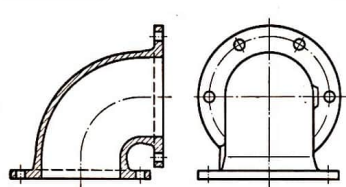


73.1 Lufttrichter



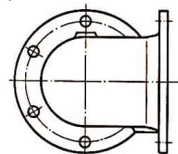
Nicht so,
73.2 Gehäuse

sondern so!



Nicht so,

sondern so!



73.3 Rohrkrümmer

Rohrkrümmer brauchen nur in einer Ansicht dargestellt zu werden, in die aber das darin Fehlende der Körperform aus anderen Ansichten aufgenommen werden muß (73.3).

Auf einem halben, strichpunktierten Lochkreis werden die Löcher mit Volllinien in der Dicke der Mittellinien eingezeichnet. Außerdem sind die Schraubenlöcher in die Schnittebene eingedreht darzustellen. Vor dem Schnitt liegende Teile werden mit Strichpunktlinien gezeichnet.

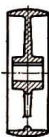
Arme an Riemenscheiben, Zahnrädern und ähnlichen Werkstücken sowie Rippen, Stege usw. sind im Längsschnitt ungeschnitten zu zeichnen (74.1). Außerdem werden Arme, die nicht in der Schnittebene liegen, in diese eingedreht dargestellt.

Armquerschnitte sind mit dünnen Volllinien in das hierfür gezeichnete Zeichnungsbild oder daneben zu setzen, im letztgenannten Falle aber möglichst in projektions-gerechter Lage; anderenfalls ist der Winkel, um den gedreht wurde, anzugeben. Ändert sich der Armquerschnitt, so sind mehrere Querschnitte notwendig (74.2).

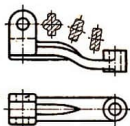
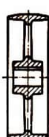


Nicht so,

74.1 Riemenscheibe



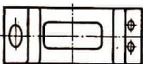
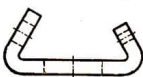
sondern so!



74.2 Hebel

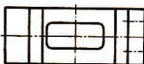
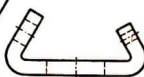
Ansichten bzw. Schnitte in abweichender Lage werden gezeichnet, wenn sich bei der normalen Darstellung infolge Eigentümlichkeit des Werkstücks unangenehme Verkürzungen ergeben (74.3). Siehe auch Seite 168.

Entgegen der üblichen Regel liegt die neue Ansicht schief, als wäre das Werkstück um eine schrägliegende Kante gekippt worden. Unter Umständen ist der betreffende Teil des Werkstücks abgebrochen darzustellen.



Nicht so,

74.3 Halter

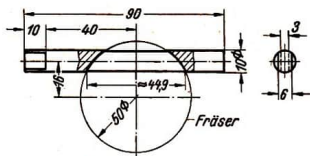


sondern so!

Mehrteilige Werkstücke. Die Hälften einer zweiteiligen Lagerschale erhalten eine Trennlinie und verschieden gerichtete Schraffur (75.1).

Spiegelbildgleiche Teile brauchen nur einmal gezeichnet zu werden. Es ist dann aber in der Nähe des Schriftfeldes eine Erklärung dafür zu geben, etwa „Teil 2 ist das Spiegelbild von Teil 1, d. h. der Zeichnung entgegengesetzt“.

Symmetrische Teile kann man je zur Hälfte als Ansicht und als Schnitt (*Halbschnitt*) darstellen. Der Halbschnitt liegt vorzugsweise bei waagrechter Mittellinie unter, bei senkrechter Mittellinie rechts neben dieser.

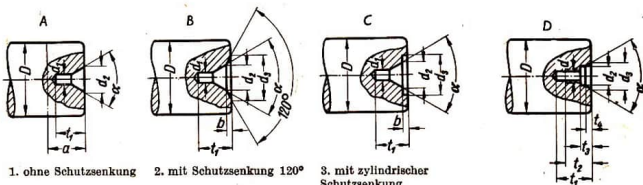


76.1 Welle

Zentrierbohrungen mit einem Senkwinkel $\alpha = 60^\circ$ (76.2¹) werden für Teile bis 100 kg Gewicht von einem Durchmesser D bis 100 mm und für geringe bis mittlere Schnittdrücke angewendet. Bei größeren Stückgewichten und großen Schnittkräften beträgt der Senkwinkel 90° . Die hierfür geltenden Durchmesserbereiche liegen über 25 mm bis 160 mm, doch sind

unter gleichen Umständen für kleinere Durchmesser Zentrierungen mit 60° -Senkwinkel vorzusehen.

Sollen Aufdrück- oder Abziehvorrichtungen auf Wellenenden über 10 mm bis 130 mm Durchmesser aufgebracht werden, dann erhalten die Zentrierbohrungen den gleichen



1. ohne Schutzsenkung

2. mit Schutzsenkung 120°

3. mit zylindrischer Schutzsenkung

4. mit Gewinde

76.2 Welle. Form A bis D (DIN 332)

Senkwinkel und metrisches Gewinde (76.2⁴). Teile mit unterschiedlichen Durchmessern können an beiden Enden die Zentrierbohrung des kleineren Durchmessers tragen.

Die Länge a ist abzustechen, wenn die Zentrierbohrung nicht stehenbleiben darf (76.2¹).

An Werkstücken, die nach dem Härten zum Schleifen zwischen Spitzen gespannt werden, müssen Zentrierbohrungen stehenbleiben.

Zentrierbohrungen haben genormte Bezeichnungen. Eine solche für Form B mit 3 mm Bohrungsdurchmesser und 90° -Senkwinkel lautet:

Zentrierung B 3/90 DIN 332

Für die Angaben in den Zeichnungen gelten folgende Beispiele:

Zentrierbohrung am fertigen Werkstück		
darf stehenbleiben	muß stehenbleiben	darf nicht stehenbleiben

Freistiche (DIN 509 vom April 1956) müssen an solchen Werkstücken vorgesehen werden, bei deren Bearbeitung das Werkzeug frei auslaufen muß. Die Formen A und B sind für das Schleifen von Drehkörpern und andere Bearbeitungsverfahren, die Formen C und D für die Bauteile mit höherer Wechselfestigkeit anwendbar, während ihre Abmessungen entsprechend dem Werkstückdurchmesser zu wählen sind (s. Tafeln). Letzteres gilt nicht bei kurzen Ansätzen und dünnwandigen Teilen. Zur Vereinfachung der Fertigung ist es möglich, an einem Werkstück mit unterschiedlichen Durchmessern mehrere Freistiche mit gleichen Abmessungen vorzusehen. Die Oberfläche ist in der Regel geschabt ($\nabla\nabla$), abweichende Gütegrade sind in der Zeichnung besonders anzugeben.

d	t Nennmaß für Form		zul. Abw.	f_1	f_2	g $\approx$	r_1	r_2	f_3	f_4	h Kleinstmaß für Form	
	A u. B	C u. D									B	D
bis 3	0,1	—	+ 0,05	1	0,8	0,5	0,2	—	—	—	1,6	—
über 3 ... 10	—	—	+ 0,1	2	1,5	1	0,4	—	—	—	2	—
„ 10 ... 18	0,2	0,2						1	1,6	1,4	2,5	3
„ 18 ... 30	—	—						1,6	2,5	2,2	—	4
„ 30 ... 80	0,3	0,3						2,5	3,7	3,4	3,2	5,5
„ 80	0,3	—	—	6	5,0	2,3	1	—	—	—	4,5	7

Darstellung von Freistichen (DIN 509)

Form	A für eine Bearbeitungsfläche	B für zwei Bearbeitungsflächen	C für eine Bearbeitungsfläche	D für zwei Bearbeitungsflächen
Außenfreistiche ¹⁾				
Innenfreistiche ¹⁾				

¹⁾ z = Bearbeitungszugabe

Vereinfachte Darstellung. Das Kurzzeichen enthält für die Formen A und B den Formbuchstaben sowie die Maße f_1 und t , für die Formen C und D den Formbuchstaben sowie die Maße r_2 und t .

Beispiel:



Freistich C 1xQ2 DIN 509

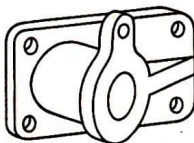
Übung:

Zeichne die Traverse (78.1) und den Haltebock (78.2) in den erforderlichen Ansichten und trage die Maße ein.

Traverse. Mittelteil: Außendurchmesser 60, Durchmesser der durchgehenden Hauptbohrung 32, Höhe 45, 45°-Fase, 3 lang. Drei Gabeln um je 120° versetzt, Höhe 30, äußere Breite 40, Abstand von Mitte Hauptbohrung bis Mitte Bolzenlöcher 50, Halbmesser der Eckenabrundungen 15, Halbmesser der Übergangsabrundungen zum Mittelteil 10, Bolzenlochdurchmesser 8, Schlitzbreite 20, Schlitztiefe 32.



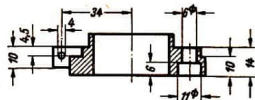
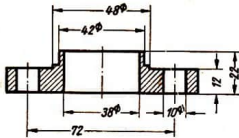
78.1 Traverse aus GG-12



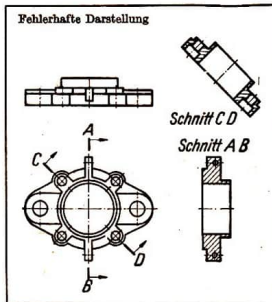
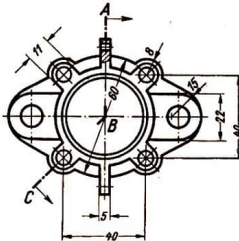
78.2 Haltebock aus GG-12

Haltebock. Grundplatte: Länge 100, Breite 60, Dicke 10, Rundungshalbmesser 10, Durchmesser der 4 Durchgangslöcher 8. Die Achse der Hauptbohrung tritt 20 über der Grundplattenmitte aus. Neigung der Vorderfläche zur Grundplatte 30°, Neigung der Hauptbohrung zur Grundplatte 60°, Durchmesser der Hauptbohrung 24, Bohrungstiefe 20 (flacher Grund), Wanddicke 8, Bunddurchmesser 50, Bundhöhe 8, Abstand von Mitte Hauptbohrung bis Mitte Laschenloch 35, Durchmesser des durchgehenden Laschenlochs 10, Laschenbreite 20, Halbmesser der Übergangsabrundung am Bund 4, Stegdicke 10.

Beispiel einer Werkzeichnung:



Schnitt A-C



79.1 Flansch aus DZnAl 4 Cu 1

Amerikanische Darstellungsweise. Während bei dem in Deutschland üblichen Verfahren (Umklappen des Werkstücks, s. S. 26) die Draufsicht unter und die Seitenansicht von links rechts neben die Vorderansicht gezeichnet werden, setzt man nach amerikanischen Regeln (Umklappen der Ansicht) die Draufsicht über und die linke

5.072 Bemaßung

Maße sind genormt (DIN 3). Mit dieser Normung sollen die Kosten für Beschaffung und Aufbewahrung der Werkstoffe, z. B. Flachstahl, Rundstahl, Bleche, Rohre, der Bearbeitungswerkzeuge, wie Bohrer, Senker, Reibahlen, und der Meßgeräte, wie Grenzrachenlehren, Grenzlehrdorne u. a., auf ein tragbares Ausmaß beschränkt bleiben. Wenige, bestimmte Größen schalten somit die Wahl willkürlicher Maße aus.

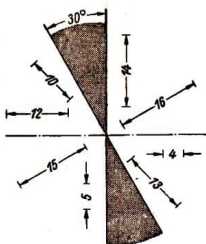
Dennoch kann von den genormten Abmessungen ausnahmsweise abgewichen werden, wenn wichtige Gründe vorliegen.

Für einzelne Fachgebiete, z. B. Feinmechanik, Wälzlagerbau, Werkzeugbau, Lokomotiv- und Wagenbau, bestehen einige Sonderabmessungen.

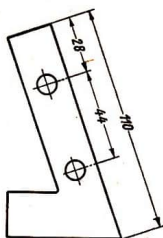
Die in der folgenden Tafel aufgeführten Maße sind entsprechend ihrer Rangordnung durch fett gedruckte und verschieden große Typen gekennzeichnet.

Normmaße in mm (Auszug aus DIN 3 vom Febr. 1955)

0,1	1	10	100				370
	1,1	11	105				375
			110			38	380
			115				390
0,12	1,2	12	120	0,4	4	40	400
			125				410
		13	130			42	420
			135				430
	1,4	14	140			44	440
			145			45	450
	1,5	15	150		4,5	46	460
			155				470
0,16	1,6	16	160			48	480
			165				490
		17	170	0,5	5	50	500
			175			52	520
	1,8	18	180			53	530
			185		5,5	55	550
		19	190			56	560
			195			58	580
0,2	2	20	200	0,6	6	60	600
		21	210			62	
	2,2	22	220			63	630
		23	230			65	650
		24	240			67	670
0,25	2,5	25	250			68	
		26	260		7	70	700
			270			71	710
	2,8	28	280			72	
			290			75	750
0,3	3	30	300	0,8	8	78	
			310			80	800
			315			82	
	3,2	32	320			85	850
			330			88	
		34	340		9	90	900
	3,5	35	350			92	
			355			95	950
		36	360			98	



82.1 Maße möglichst nicht in die gekennzeichneten Flächen setzen



82.2 Ausnahme der Maßanordnung

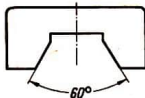
Maßanordnung. In den Flächen innerhalb der 30° -Winkels sollen Maßlinien in Richtung auf den Scheitelpunkt möglichst nicht untergebracht werden (82.1). Unumgängliche Ausnahmen sind jedoch statthaft (82.2). Die Bemaßung innerhalb des linken oberen sowie rechten unteren Viertelkreises ist entgegen der üblichen Norm *von links lesbar* einzutragen.



82.3 Bemaßte Bogenlänge



82.4 Bemaßte Sehnenlänge



82.5 Bemaßter Winkel



82.6 Maßeinheiten für Winkel

Für *Kreisbogen- und Sehnenlängen* haben Maßhilfslinien parallelen Abstand (82.3 und 4).

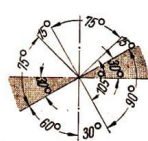
Am Kreisbogen liegen die Maßlinien meist auf der nach außen gekrümmten Seite und werden vom Zirkelinsatzpunkt des Kreisbogens aus geschlagen (82.3).

Die Maßlinien für Sehnenlängen sind gerade Linien (82.4).

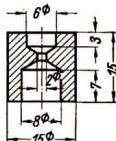
Für *Winkel* werden die Maßlinien als Kreisbögen und die Maßhilfslinien in Verlängerung der Winkelschenkel gezogen (82.5).

Der Zirkelinsatzpunkt für die Maßlinien liegt stets im Scheitel des Winkels, wird aber nicht besonders gekennzeichnet.

Winkelabmessungen werden in Graden, Minuten und Sekunden oder in Dezimalwerten, z.B. $30,4^\circ$, angegeben. Die Maßeinheiten stehen erhöht hinter der Maßzahl (82.6).



82.7 Anordnung der Winkelmaße



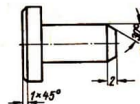
82.8 Unbemaßte Bohrlochkegel

Maßzahlen für Winkelmaße im rechten oberen und im linken unteren Viertelkreis (82.7) sind *von links lesbar* einzutragen. Innerhalb der gerasterten Flächen sollen Winkelmaße möglichst vermieden werden, Bohrkegelwinkel von 120° werden nicht bemaßt (82.8).

Halbmesserlinien in größerer Anzahl werden zweckmäßigerweise nur bis zu einem kleinen Hilfskreisbogen um den Kreismittelpunkt gezogen.



83.1 Unbemaßte Kreisteilungen



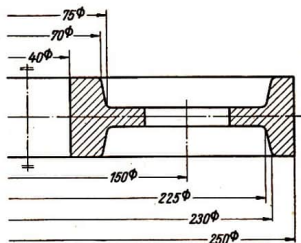
83.2 Bemaßen von Fasen

Regelmäßige Kreisteilungen brauchen Winkelangaben nicht zu haben, wenn Zweifel über die Winkelgröße ausgeschlossen sind (83.1).

Die Bemaßung der Fasen zeigt Bild 83.2. Liegen sie unter 45° , kann die Größe des Winkels mit einem Malkreuz hinter die Maßzahl für die Fasentiefe gesetzt werden.

Unvollständige Maßlinien treten besonders in großen symmetrischen Darstellungen auf, die zur Einsparung von Platz und Arbeit nur zur Hälfte gezeichnet sind, und in solchen, in denen sich viele große Durchmessermaße befinden (83.3).

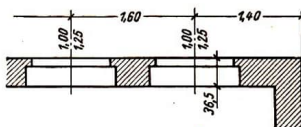
Maßlinien mit nur einem Pfeil sollen etwas über die Mitte des Maßbereichs hinausragen und die Maßzahl in der Nähe des Pfeils aufnehmen. Die Mittellinie eines nur zur Hälfte dargestellten symmetrischen Teils wird an beiden Enden durch zwei kurze parallele Striche als Symmetrieachse hervorgehoben.



83.3 Unvollständige Durchmessermaße

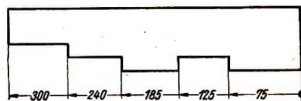
In *Hochbauzeichnungen* sind anstelle der Maßpfeile kurze Schrägstriche unter 45° zulässig (83.4).

Eine größere Anzahl von einer Bezugslinie ausgehende Maßlinien kann ausnahmsweise zusammengefaßt werden, sofern sie, einzeln angeordnet, unübersichtlich sind, Platzmangel vorliegt bzw. Bedenken nicht entgegenstehen (83.5).

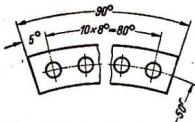


83.4 Schrägstriche in Hochbauzeichnungen

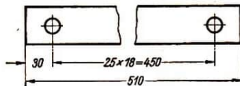
Anstelle des für alle Maße gemeinsamen Pfeils ist ein voll geschwärtzter Kreis zu setzen. Die Maßzahlen geben jeweils die Abmessung von dem Kreis bis zu dem betreffenden Pfeil an.



83.5 Zusammengefaßte Maßlinien



84.1 Gemeinsames Maß für 10 gleiche Winkelteilungen



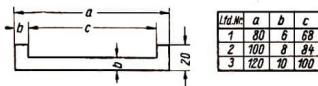
84.2 Gemeinsames Längenmaß für 25 gleiche Lochteilungen

Gleiche Lochteilungen erhalten ein gemeinsames Maß für Zahl und Größe der Lochabstände (84.1, s. auch 100.3).

Mittellinien und Kreise für gleich große, zwischen den äußersten Löchern liegende Bohrungen können fortfallen (84.2).

Ungefährmaße sind Maße, die nicht genau eingehalten zu werden brauchen, ohne daß die Gebrauchsfähigkeit des Erzeugnisses gefährdet wird. Sie erhalten ein Ungefährzeichen vor die Maßzahl, z. B. ≈ 10 .

Es können auch Maßbuchstaben anstelle von Maßzahlen benutzt werden. In Fertigungszeichnungen soll jedoch ein Buchstabe für nicht mehr als drei sich verändernde Maße einer Strecke Verwendung finden. Die Zahlenwerte für die Buchstaben sind in einer Tafel aufzuführen (84.3).

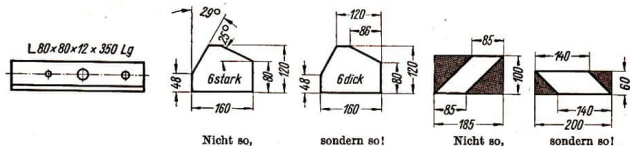


84.3 Maßbuchstaben anstelle von Maßzahlen für veränderliche Maße

Profilmaße werden möglichst in Stabrichtung in oder neben den Stab geschrieben.

Die Maßzahl für die Stablänge wird mit einem Malkreuz an die Profilangabe angeschlossen. Der Längenangabe ist Lg hinzuzufügen, wenn dadurch die Stücklänge deutlicher erkennbar wird (84.4).

Zeichnungen über Bleche, Flachstahl, Formstahl u. dgl. sollen Gradzahlen für Winkel nicht enthalten, wenn zum Anreißen des Werkstücks nur Lineal, Stabmaß, Anschlagwinkel und Zirkel bereitstehen (84.5). Winkelgrößen werden in diesen Fällen durch Eintragen von Längenmaßen bestimmt.



84.4 Angabe eines Profils

Nicht so,
84.5 Knotenblech

sondern so!

Nicht so,
84.6 Zweckmäßige Bemaßung erspart Werkstoff

Blechkicken werden in den Blechflächen oder bei Platzmangel neben der Darstellung angegeben, z. B. „6 dick“. Eine zweite Ansicht ist dann überflüssig (84.5).

Bei Blechteilen muß die Anordnung der Maße nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten erfolgen und Rücksicht auf den geringsten Abfall genommen werden (84.6).

Teile eines Werkstücks werden in vergrößertem Maßstab herausgezeichnet, wenn sie nicht deutlich genug dargestellt oder bemaßt werden können (85.1).

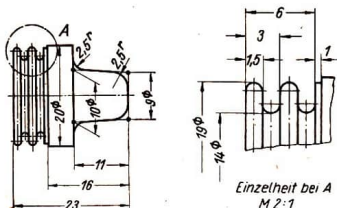
Um die herauszuzeichnende Stelle wird ein strichpunktierter Kreis in der Dicke der Maßlinien gezogen und mit einem Großbuchstaben in $1\frac{1}{2}$ -facher Höhe der Maßzahlen versehen, der jedoch nicht mit dem eines in der Zeichnung enthaltenen Schnittverlaufs gleichlautend sein soll. Die Vergrößerung erhält einen sinngemäßen Hinweis, z. B. „Einzelheit bei A“, und die Angabe des Zeichnungsmaßstabes.

Die Grundform gerundeter Werkstücke wird durch Andeuten der „Ecken“ näher bestimmt (85.1).

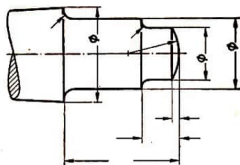
Das geschieht mit Volllinien in Maßliniendicke, die an den Maßstellen mit Punkten versehen werden (Beispiel: Maße 9° und 10°).

Maß- und Maßhilfslinien stehen gewöhnlich senkrecht aufeinander. Ist aber die Bemaßung dadurch nicht deutlich, so können sie einander auch Winkel von $60^\circ/120^\circ$ bilden (Beispiel: Maß 10°).

Kreuzungen der Maßpfeile mit Volllinien sind unerwünscht und besonders störend, wenn die Maßpfeilspitzen verdeckt sind. Dieser Nachteil kann durch Unterbrechung der Körperkanten vermieden werden (85.2).

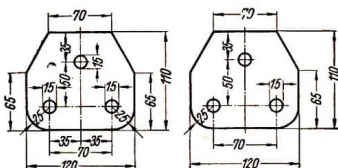


85.1 Herausgezeichnete Einzelheit, gerundete Form, Maß- und Maßhilfslinien unter 60°/120°



85.2 Unterbrochene Volllinien

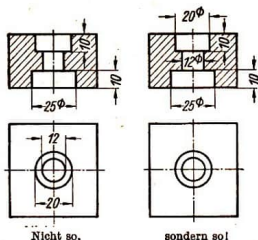
Gleiche Längen, Durchmesser, Lochabstände usw. werden nur einmal bemaßt, wenn ein Irrtum ausgeschlossen ist. Maße für symmetrische Teile sind daher nicht zu wiederholen (85.3).



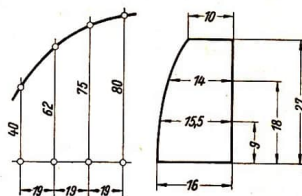
85.3 Symmetrische Abmessungen werden nur einmal bemäßt

Nicht so.

sondern so!



86.1 Zusammengehörige Maße werden in dieselbe Ansicht gesetzt



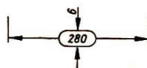
86.2 Bemaßung unregelmäßiger Formen

Zusammengehörige Maße, wie Lochdurchmesser und Lochtiefe, Nutenbreite und Nutentiefe usw., werden möglichst in die gleiche Ansicht gesetzt (86.1).

Liegen sie in verschiedenen Ansichten weit auseinander, dann ist mühevoll und zeitraubendes Suchen unvermeidlich.

Unregelmäßige Kurven und Körperformen, wie sie z. B. an Blechteilen von Auto-karosserien üblich sind und die nicht bekannten, gesetzmäßig verlaufenden Linien, wie Kreisen, Ellipsen, Parabeln u. a., entsprechen, werden punktwise bemaßt (86.2). Dabei können Pfeile, Maßlinien und Maßhilfslinien sogar fortfallen, wenn die Bemaßung unmißverständlich bleibt.

Prüfmaße sind solche Maße, die bei anzuliefernden Werkstücken genau einzuhalten sind. Sie erhalten eine ovale Einfassung von Maßliniendicke (86.3). Die Höhe der Einrahmung beträgt 6 mm. Außerdem wird ein geeigneter Vermerk, z. B. „Die $\circ$ Maße werden vom Besteller (Empfänger) besonders geprüft“, über dem Schriftfeld eingetragen.



86.3 Prüfmaß

5.08 Kegolverhältnis, Kegелwinkел und Neigung (DIN 406 vom Sept. 1955)

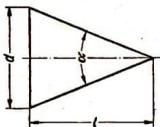
Zum Anfertigen kegелiger Werkstücke sind außer den Körpermaßen weitere Angaben in der Zeichnung notwendig, und zwar je nach Erfordernissen das Kegелverhältnis, der halbe Kegелwinkел und die Neigung.

Kegелverhältnis. Das Kegелverhältnis des Kegels ist das Verhältnis vom Durchmesser d der Grundfläche zur Länge l (87.1):

$$\text{Kegелverhältnis} = \frac{\text{Durchmesser}}{\text{Länge}}$$

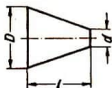
Das Ergebnis der Ausrechnung wird als Bruch mit dem Zähler 1 ausgedrückt und mit 1:x bezeichnet. Es ist demnach:

$$\frac{1}{x} = \frac{d}{l}$$



87.1 Kegelverhältnis:

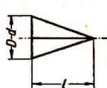
$$\frac{1}{x} = \frac{d}{l}$$



87.2 Kegelstumpf



87.3 Herausgeschnittener Streifen



87.4 Bezugsdreieck:

$$\frac{1}{x} = \frac{D-d}{l}$$

Das Kegelverhältnis gibt an, bei welcher Kegellänge der Kegeldurchmesser um 1 mm kleiner bzw. größer wird. Es ist nur abhängig vom Kegelwinkel α .

Beispiel:

Das Kegelverhältnis für einen Kegel von $d = 20$ mm Durchmesser und $l = 50$ mm Länge ist:

$$\frac{1}{x} = \frac{d}{l} = \frac{20}{50} = \frac{4}{10} = \frac{1}{2,5} = 1:2,5$$

Auf 2,5 mm Kegellänge nimmt der Durchmesser mithin um 1 mm zu bzw. ab.

Das Kegelverhältnis beim Kegelstumpf ist das Verhältnis vom Unterschied der Durchmesser D und d zur Länge l des Kegelstumpfes (87.2):

$$\frac{1}{x} = \frac{D-d}{l}$$

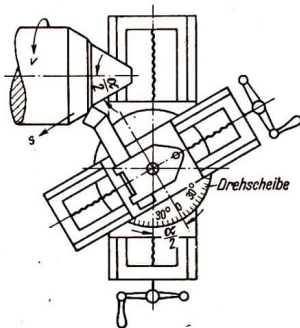
Zur Erläuterung wird in Gedanken ein Streifen in der Breite des Durchmessers d aus der Zeichnung herausgeschnitten (87.3). Die übrigbleibenden Dreiecke werden zusammengeschoben, so daß ein gleichschenkeliges Dreieck, ähnlich dem Zeichnungsbild des Kegels, entsteht (87.4). Anstelle des Durchmessers beim Kegel steht jetzt der Unterschied beider Durchmesser $D-d$.

Beispiel:

Für einen 90 mm langen Kegelstumpf mit den Durchmessern $D = 70$ und $d = 55$ mm beträgt das Kegelverhältnis:

$$\frac{1}{x} = \frac{D-d}{l} = \frac{70-55}{90} = \frac{15}{90} = \frac{1}{6} = 1:6$$

Kegelwinkel. Keglige Teile werden auf der Drehbank hergestellt, indem am Mantel des sich in Richtung v um die Längsachse drehenden Werkstücks ein Schneidstahl in Richtung s entlanggeführt wird (87.5). Dabei bilden die Achse des Werkstücks und die von der Spitze des Stahls einzuhaltende Richtung den Einstellwinkel $\alpha/2$. Um diesen Winkel ist der auf dem Werkzeugschlitten eingespannte Schneidstahl mit



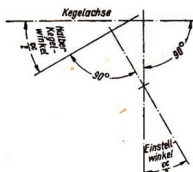
87.5 Kegeldrehen

Hilfe einer darunterliegenden Drehscheibe, die eine Gradteilung trägt, aus seiner ursprünglichen, zur Längsachse des Werkstücks rechtwinkligen Stellung heraus verstellt worden.

Der Einstellwinkel oder *Neigungswinkel* ist der Winkel zwischen einer Mantellinie des Kegels und der Kegelachse (88.1), d. h. halb so groß wie der Kegelwinkel α . Er ist für den Dreher in der Zeichnung anzugeben.

Der Einstellwinkel wird mit Hilfe des Tangens berechnet. Zur Erklärung des Begriffes „Tangens“ ist eine Betrachtung am rechtwinkligen Dreieck erforderlich (88.2).

Die dem rechten Winkel gegenüberliegende Seite c , die längste im Dreieck, ist die *Hypotenuse*. Die beiden anderen heißen *Katheten* und schließen den rechten Winkel ein. Vom Winkel α aus gesehen, ist a die gegenüberliegende oder *Gegenkathete* und die Seite b die anliegende oder *Ankathete*. Der Tangens ist nun das Verhältnis der Gegenkathete zur Ankathete (88.2):



88.1 Einstellwinkel
= halber Kegelwinkel

$$\tan \alpha = \frac{a}{b}$$

Er wird als Dezimalzahl ausgedrückt und hat für jede Winkelgröße einen bestimmten Wert. Für die Winkel von $0 \dots 90^\circ$ sind diese Werte in sogenannten Tangenstafeln¹⁾ zusammengestellt, aus denen die Größe der zugehörigen Winkel abgelesen werden kann.

Beispiel:

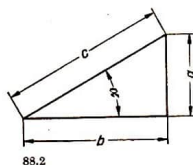
Die Gegenkathete a eines Winkels α ist 55,5 mm, die Ankathete b 75 mm lang.

Dann ist

$$\tan \alpha = \frac{a}{b} = \frac{55,5}{75} = 0,74$$

Die Größe des Winkels beträgt nach der Tangenstafel:

$$36^\circ 30' = 36,5^\circ$$

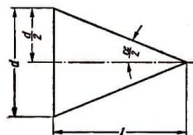


88.2

Berechnung des Einstellwinkels für einen Kegel. Das hierzu erforderliche rechtwinklige Dreieck wird von der Hälfte der Kegelzeichnung dargestellt (88.3).

Allerdings trägt der zu berechnende Winkel im Gegensatz zum Winkel im rechtwinkligen Dreieck hier die Bezeichnung $\alpha/2$, weil am Kegel mit α allgemein der ganze Winkel an der Spitze bezeichnet wird.

Die Gegenkathete des Winkels $\alpha/2$ wird durch den halben Kegeldurchmesser $d/2$ und die Ankathete von der Kegellänge l gebildet (88.3):



88.3

$$\tan \frac{\alpha}{2} = \frac{d}{2 \cdot l}$$

¹⁾ Leben, H., Schwoch, W., und Zimmermann, W.: Tabellenbuch für das Metallgewerbe, 11. Aufl. Leipzig 1952

Beispiel:

Für einen Kegel mit einem Durchmesser $d = 20$ mm und einer Länge $l = 50$ mm, dessen Kegelverhältnis auf Seite 83 berechnet wurde, ist

$$\tan \frac{\alpha}{2} = \frac{d}{2 \cdot l} = \frac{20}{2 \cdot 50} = \frac{1}{5} = 0,2$$

Der Tangenswert 0,2 ist in der Zahlentafel aber nicht enthalten. Vielleicht kann der nächste Wert = 0,2004 als ausreichend genau gewählt werden. Dazu gehört der Winkel $11^\circ 20'$.

Berechnung des Einstellwinkels für einen Kegelstumpf. Die Gegenkathete des Winkels $\alpha/2$ wird von dem halben Unterschied der beiden Durchmesser $(D - d)/2$ und die Ankathete von der Länge l des Kegelstumpfes gebildet (89.1):

$$\tan \frac{\alpha}{2} = \frac{D - d}{2 \cdot l}$$

Beispiel:

Für den 90 mm langen Kegelstumpf, dessen Durchmesser 70 und 55 mm betragen und dessen Kegelverhältnis auf Seite 87 berechnet wurde, ist

$$\tan \frac{\alpha}{2} = \frac{D - d}{2 \cdot l} = \frac{70 - 55}{2 \cdot 90} = \frac{15}{180} = \frac{1}{12} \approx 0,0833$$



89.1

Auch dieser Tangenswert befindet sich nicht in der Zahlentafel. Kann ein benachbarter Wert, 0,0846 oder 0,0816, als zu ungenau nicht gewählt werden, dann wird der zum Tangenswert 0,0833 gehörige Winkel durch *Interpolation* berechnet.

Interpolieren heißt, einen zwischen zwei bekannten Größen liegenden Wert ermitteln. Die dem errechneten Tangenswert 0,0833 benachbarten Größen sind nach der Tangenstafel:

0,0846 für $4^\circ 50'$ (oberer Wert)

0,0816 für $4^\circ 40'$ (unterer Wert)

Unterschied 0,0030 für $10'$ oder $600''$

Der Unterschied zwischen dem oberen Tangenswert = 0,0846

und dem errechneten Tangenswert = 0,0833

beträgt 0,0013

Ansatz: Der Unterschied 0,003 gilt für $600''$

„ „ 0,0013 „ „ ? „

$$\frac{600 \cdot 0,0013}{0,003} = 260'' = 4' 20''$$

Von dem oberen Werte des Winkels $4^\circ 50'$

werden abgezogen $4' 20''$

so daß der gesuchte Winkel beträgt $4^\circ 45' 40''$

Zum errechneten Tangenswert 0,0833 gehört demnach der Winkel $4^\circ 45' 40''$.

Neigung. Die Neigung gibt das Gefälle der Mantelumrißlinie zur Mittelachse an; sie hat den gleichen Wert wie der Tangens des halben Kegelwinkels und wird mit $1/y$ bezeichnet.

Für den Kegel ist die Neigung:

$$\frac{1}{y} = \frac{d}{2 \cdot l}$$

und für den Kegelstumpf:

$$\frac{1}{y} = \frac{D - d}{2 \cdot l}$$

Beispiel:

Für den 90 mm langen Kegelmesskopf, dessen Durchmesser $D = 70$ mm und $d = 55$ mm betragen, ist

$$\frac{1}{y} = \frac{D - d}{2 \cdot l} = \frac{70 - 55}{2 \cdot 90} = \frac{15}{180} = \frac{1}{12} = 1:12$$

Die Neigung 1:12 besagt, daß sich die Mantellinie auf 12 mm Länge der Mittellinie um 1 mm nähert oder von ihr entfernt.

Die Neigung eines Kegels ist stets halb so groß wie sein Kegelverhältnis. Sie kann auch in Prozent ausgedrückt werden.

Beispiel:

Für den 50 mm langen Kegel von 20 mm Durchmesser ist

$$\frac{1}{y} = \frac{d}{2 \cdot l} = \frac{20}{2 \cdot 50} = 1:5$$

Umgerechnet in Prozent beträgt die Neigung:

$$\begin{array}{l} \text{Auf } 5 \text{ mm Länge entfallen } 1 \text{ mm Neigung} \\ \text{„ } 100 \text{ mm „ „ } ? \text{ mm „} \\ \hline \frac{1 \cdot 100}{5} = 20 \text{ mm Neigung,} \end{array}$$

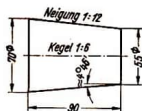
also kommen auf 100 mm Länge 20 mm Neigung. Sie beträgt mithin 20%.

Kegel sind genormt (DIN 254).

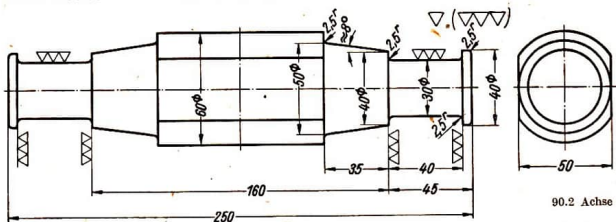
Angaben in der Zeichnung. Die Neigung wird über die Umrißlinie des Mantels, das Kegelverhältnis über die Mittellinie des Kegels geschrieben (90.1). Welche Angaben eingetragen werden, ist von Fall zu Fall zu entscheiden.

Der halbe Kegelwinkel ist anzugeben, wenn er für die Einstellung der Werkzeugmaschinen erforderlich ist (90.2).

Es wird empfohlen, Winkel für solche Zwecke nicht in Graden und Minuten, sondern mit Dezimalzahlen, z. B. $30,4^\circ$, anzugeben, die sich an den Maschinen besser einstellen lassen als in Minuten und



90.1 Eintragen des Kegelverhältnisses bzw. der Neigung



90.2 Achse

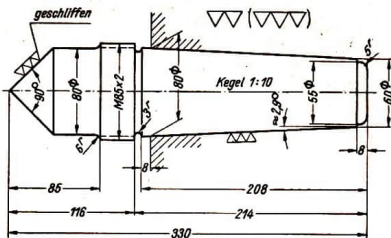
vielleicht noch in Sekunden ausgedrückte Winkelgrößen. Kegelige Senkungen an Bohrungen, Kegel an Körnerspitzen, an Senkschrauben, an Senknieten usw. werden mit dem ganzen Kegelwinkel bemächt.

Das *Kegelverhältnis* wird z. B. eingeschrieben, wenn ein Hohlkegel mit der Reibahle gerieben oder ein Werkstück mit der Kegellehre geprüft wird (91.1), weil das Kegelverhältnis meist auf den Werkzeugen und Meßgeräten angegeben ist.

Es wird fortgelassen, wenn es bei der Herstellung des Werkstücks nicht gebraucht wird, wie z. B. bei den Spitzen der Reißnadeln, bei Durchschlägen usw.

Statt des Kegelverhältnisses kann bei genormten Werkzeugen auch „Metrischer Kegel 50°“ bzw. „Morsekegel 2°“ oder kurz „Morse 2°“ eingeschrieben werden.

Die *Neigung* ist bei kegigen Werkstücken selten erforderlich.



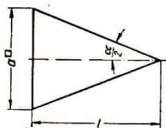
91.1 Körnerspitze 80 DIN 809

5.09 Verjüngung, Spitzenwinkel und Neigung (DIN 406 vom Sept. 1955)

Die **Verjüngung** pyramidischer Werkstücke hat die gleiche Bedeutung wie das Kegelverhältnis und wird wie folgt berechnet:

für *Pyramiden* (91.2):

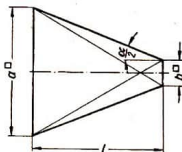
$$\frac{1}{x} = \frac{a}{l},$$



91.2

für *Pyramidenstümpfe* (91.3):

$$\frac{1}{x} = \frac{a-b}{l}$$



91.3

Spitzenwinkel. Der halbe Spitzenwinkel $\alpha/2$ wird wie bei kegigen Werkstücken bestimmt. Es gilt für

Pyramiden: $\tan \frac{\alpha}{2} = \frac{a}{2 \cdot l}$

Pyramidenstümpfe: $\tan \frac{\alpha}{2} = \frac{a-b}{2 \cdot l}$

An Hand des errechneten Tangenswertes wird der Winkel $\alpha/2$ aus der Tangenstafel abgelesen.

Die *Neigung* wird nach den gleichen Formeln berechnet wie der Tangens. Sie ist für

Pyramiden: $\frac{1}{y} = \frac{a}{2 \cdot l}$

Pyramidenstümpfe: $\frac{1}{y} = \frac{a-b}{2 \cdot l}$

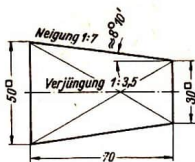
Beispiel:

Für einen 70 langen *Pyramidenstumpf* mit den Grundflächen 50×50 und 30×30 beträgt die *Verjüngung*:

$$\frac{1}{y} = \frac{a-b}{l} = \frac{50-30}{70} = \frac{20}{70} = \frac{1}{3,5} = 1:3,5$$

und die *Neigung* = der Hälfte der *Verjüngung* = 1:7 oder 14 $\frac{2}{7}$ %.

$$\tan \frac{\alpha}{2} \text{ ist } 1:7 \approx 0,1429, \text{ mithin } \frac{\alpha}{2} \approx 8^\circ 10'$$

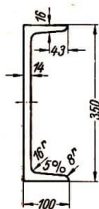


92.1 Eintragung der Verjüngung bzw. der Neigung und des Neigungswinkels

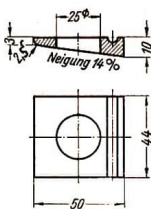
Angaben in der Zeichnung. Die Verjüngung wird über die Mittellinie, die Neigung dagegen über die Seitenlinie gesetzt (92.1). Auch bei pyramidischen Werkstücken ist die Eintragung der Neigung selten erforderlich. Häufiger notwendig ist die Eintragung der Neigung an schrägen Flächen anderer Werkstücke, wie Flanschen der Formstähle (92.2), Auflageflächen an Vierkantunterlegscheiben (92.3), Keilnuten (92.4) usw.

Ist aber zur Herstellung einer geneigten Fläche die Einstellung des Neigungswinkels an der Werkzeugmaschine erforderlich, dann muß dieser – evtl. mit Dezimalstellen – in der Zeichnung enthalten sein.

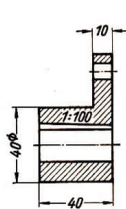
Eintragungsbeispiele:



92.2 I-Stahl 35
DIN 1026



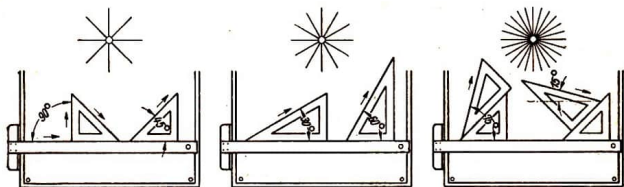
92.3 I-Scheibe 25
DIN 435



92.4 Anschlagnocken (Ausführliche Bemaßung der genuteten Bohrung s. S. 132)

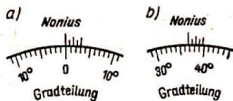
5.10 Aufzeichnen von Winkeln und Neigungen

Mit Reißschiene und beiden Zeichendreiecken lassen sich Winkel von 90° und 45° , 30° und 60° sowie 75° und 15° , d. h. alle Winkel innerhalb eines Kreises in Abständen von 15° zeichnen (92.5).

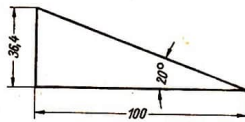


92.5 Aufzeichnen von Winkeln

Steht eine Zeichenmaschine zur Verfügung, dann können auch Winkel zwischen diesen Größen gezeichnet werden und darüber hinaus Bruchteile eines Winkelgrades mit Hilfe eines *Nonius* über der drehbaren Gradteilung am Kopf der Zeichenmaschine.



93.1 Nonius
a) 3° sind 4 Noniusteile, b) Einstellung 36° 45'



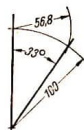
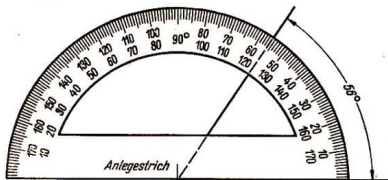
Sind 3° in 4 Noniusteile unterteilt (93.1a), dann ist ein Noniusteil $\frac{3}{4}^\circ$ groß. Der Unterschied zwischen einem Noniusteil und 1° beträgt demnach $\frac{1}{4}^\circ$. Zwischen zwei Noniusteilen und 2° besteht ein Unterschied von $\frac{2}{4}^\circ$ usw. Werden nun Nonius und die Gradteilung gegeneinander um diese Differenz gedreht, dann ist ein Winkel von $\frac{3}{4}^\circ = 0,5^\circ$ am Zeichenkopf eingestellt worden. Mit einem solchen Nonius werden also Winkel von $\frac{1}{4}^\circ$ zu $\frac{1}{4}^\circ$ unterteilt.

Der *Tangens* kann auch zum Aufzeichnen von Winkeln herangezogen werden (93.2). Es wird zunächst eine Gerade von 100 mm Länge gezeichnet und in einem Endpunkte eine Senkrechte errichtet. Für den gewünschten Winkel wird der Tangenswert aufgesucht (für $20^\circ = 0,364$), mit 100 malgenommen ($= 36,4$) und das Ergebnis in mm auf der Senkrechten abgetragen. Die Schlußlinie (Hypotenuse) des entstandenen Dreiecks und die 100 mm lange Kathete schließen den 20° -Winkel ein.

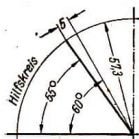
Der *Winkelmesser*, auch Transporteur genannt, dient nicht allein zum Messen, sondern auch zum Aufzeichnen der Winkel. Er ist richtig angelegt, wenn seine Anlegekante sich mit einem Winkelschenkel deckt und der Anlegestrich im Scheitel des Winkels steht (93.3).

Auch *Sehnenlängen* können zum Aufzeichnen der Winkel dienen (93.4). Sie sind für $1^\circ \dots 90^\circ$ und 100 mm Kreishalbmesser in Tafeln zusammengestellt und in technischen Tabellenbüchern enthalten.

Ein Winkel von z. B. $\alpha = 33^\circ$ entsteht, indem auf einem Kreisbogen mit dem Halbmesser 100 mm die aus der Tabelle entnommene Sehnenlänge $S = 56,8$ mm abgetragen und von den Endpunkten der Sehne Gerade nach dem Zirkelinsatzpunkt gezogen werden. Wird anstelle eines Kreises von 100 mm einer von 50 mm Halbmesser gewählt, dann sind die halben Sehnenlängen abzutragen.



Mit Hilfe eines Kreises mit $r = 57,3$ mm werden Winkel aufgezeichnet, wenn Zeichenmaschine, Winkelmesser und Zahlentafeln nicht zur Verfügung stehen (94.1).



94.1 Mit Hilfe eines Hilfskreises gezeichneter 55°-Winkel

Sein Umfang beträgt 360 mm, so daß zu einem Winkel von 1° 1 mm Bogenlänge gehört. Der Durchmesser des Hilfskreises wird durch Teilen des Umfangs durch 3,14 gefunden:

$$d = \frac{U}{\pi} = \frac{360}{3,14} = 114,6 \text{ mm und } r = 57,3 \text{ mm}$$

Soll z. B. ein Winkel von 55° aufgezeichnet werden, so wird die Zirkelöffnung auf 57,3 mm eingestellt und, nachdem ein Schenkel des Winkels gezogen ist, ein Kreisbogen um den Scheitelpunkt geschlagen. Dann wird mit dem Dreieck ein 60° -Winkel gezeichnet und auf dem Bogen des Hilfskreises in rückläufiger Richtung eine 5 mm lange Strecke ($\approx 5^\circ$) mit dem Teilzirkel abgetragen. Durch Ziehen des zweiten Schenkels von diesem Punkte aus entsteht ein $\approx 55^\circ$ -Winkel. Einen genauen Winkel erhält man, wenn der Teilzirkel so eingestellt wird, daß man bei 12maligem Abtragen der Teilstrecke auf dem Kreisbogen innerhalb des 60° -Winkels genau von dessen Anfangs- zum Endpunkt gelangt. Dieser Weg erfordert u. U. ein mehrmaliges Probieren.

Neigungen. Zum Aufzeichnen einer Neigung 1:5 wird am Ende einer 50 mm langen Geraden eine Senkrechte von 10 mm Länge errichtet. Die das Dreieck schließende Linie hat dann die gewünschte Neigung.

Soll eine 8prozentige Neigung gezeichnet werden, dann wird im Endpunkt einer 100 (50) mm langen Geraden eine Senkrechte von 8 (4) mm errichtet.

Anmerkung: Neigung und Steigung sind dasselbe; d. h., eine Neigung 1:10 ist auch eine Steigung 1:10.

Die Steigung von 100% liegt unter 45° .

Steigung 1: ∞ (∞ bedeutet: unendlich) ist eine Waagrechte.

5.11 Zeichnungsänderungen

Die Änderung eines Werkstücks hat auch die Änderung der Zeichnung zur Folge. Ist die Zeichnung noch nicht ausgegeben und die Herstellung des Teiles noch nicht begonnen worden, dann besteht keine andere Notwendigkeit als die Zeichnungsänderung selbst; anderenfalls müssen weitergehende Maßnahmen getroffen werden.

Bei erheblichen Änderungen ist eine neue Zeichnung anzufertigen. In diesem Falle erhält das Schriftfeld der bisherigen Zeichnung einen Vermerk, z. B. „Ersetzt durch 20081/1“, wobei die Zahl die Nummer der neuen Zeichnung bedeutet. Außerdem wird in das Schriftfeld der neuen Zeichnung eingetragen: „Ersatz für 20081“, damit erkennbar wird, daß die Zeichnung 20081 durch die Zeichnung 20081/1 ersetzt worden ist. Es muß aber auch die Stückliste, sofern sie auf besonderem Bogen aufgestellt wurde, berichtigt werden, da zu der Baugruppe nicht mehr das auf der Zeichnung 20081, sondern das auf 20081/1 dargestellte Werkstück gehört.

Kleine Änderungen werden auf der bisherigen Zeichnung vorgenommen (95.1a). Bei Berichtigung einer Maßzahl wird die bisher gültige durchgestrichen oder abradiert, die neue eingeschrieben (siehe Änderung b) und unterstrichen, da sie nicht dem Zeichnungsmaßstab entspricht.

Unterstrichene Maßzahlen geben mithin an, daß die dazugehörige Abmessung ausnahmsweise nicht maßstäblich dargestellt ist.

In unmittelbarer Nähe der Berichtigung wird ein Kleinbuchstabe in einen Kreis gesetzt und außerdem mit dem Änderungsvermerk, der den Zustand vor der Änderung erkennen lassen muß, in Feld 12 des Schriftfeldes geschrieben (95.1 b). Es heißt also beispielsweise „20 statt 30“ und nicht etwa: „Neues Maß 20“.

a)

b)

Bechst.	Änderung	Tag	Name
c	h7 statt h11	7.5.51	Klein
b	20 statt 30	7.5.51	Schmidt
a	∇∇ statt ∇	3.1.51	Kalber

95.1 Zeichnungsänderung; a) Angaben in der Zeichnung, b) Angaben im Schriftfeld

Bei Verwendung eines Zeichenbogens mit Feldeinteilung (s. S. 64) werden in Feld 12 des Schriftfeldes die Nummer der Änderungsmitteilung und die Bezeichnung des Feldes eingesetzt, in dem die Änderung vorgenommen wurde (95.2). Die einzelnen Eintragungen sind mit laufenden Nummern zu versehen.

Wird eine Stückliste geändert, dann ist in ihre letzte Spalte nur die Nummer der Änderungsmitteilung einzusetzen. Bei Bedarf können auch mehrere Zeilen für eine Änderung benutzt werden.

lfd.Nr.	Änderung	Tag	Name
2	98/52 C 10	6.4.52	Sigler
1	285/51 D 6	10.12.51	Ott

95.2 Änderungsvermerke bei Verwendung eines Zeichenbogens mit Feldeinteilung

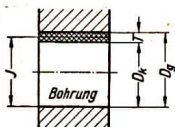
Organisatorische Maßnahmen. Die verbesserten Zeichnungen werden gewöhnlich mit besonderen Änderungsmitteilungen ausgegeben, die die Angabe der Verbesserungen in schriftlicher Form und Anweisungen, welche Maßnahmen in Folge der Zeichnungsänderung zu treffen sind, enthalten. Die Anordnungen erstrecken sich auf das Einziehen der in Gestalt von Lichtpausen ausgehändigten Zeichnungen und eventuell auch auf sofortige Unterbrechung der Produktion. Voraussetzung für das Zurückfordern der Lichtpausen ist eine Übersicht über die Stellen, die sie erhielten. Zu diesem Zwecke wird eine Kartei geführt, in der sich für jede Zeichnung eine Karte befindet, die die Nummer der Zeichnung und der Lichtpause trägt. Auf der Karte sind eingetragen: Nummer der Lichtpause, Ausgabedatum, Empfänger und ein Quittungsvermerk. Weitere Maßnahmen beziehen sich je nach Lage des Falles beispielsweise auch auf Änderung des Gießmodells, auf Aussonderung und Verschrottung oder anderweitige Verwendung der vorhandenen Gußstücke, der fertigen, teilweise fertigen und der bereits eingebauten Teile, auf Abänderung des bei dem Unterlieferanten laufenden Auftrags, auf Preis- und Katalogberichtigungen usw. Zeichnungsänderungen in Verbindung mit Vervielfältigungsverfahren sind auf Seite 242 beschrieben.

6 Toleranzen am Werkstück

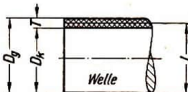
6.1 Abmaße in Zahlen

6.11 Grundbegriffe (DIN 7182, Bl. 1 vom Jan. 1957)

Ein in der Zeichnung vorgeschriebenes Maß, z. B. 50 mm, kann bei der Herstellung nicht genau eingehalten werden. Stets wird die Abmessung am Werkstück, das *Istmaß* I , kleiner oder größer sein (96.1). Um die Abweichung zu begrenzen, werden



96.1 Istmaß, Größtmaß, Kleinstmaß, Toleranz



zwei Maße festgelegt, zwischen denen das Istmaß beliebig liegen darf. Sie heißen *Grenzmaße*. Das größere ist das *Größtmaß* G und das kleinere das *Kleinstmaß* K . Bei Durchmessern werden sie mit D_g (= Durchmessergrößtmaß) und D_k (= Durchmesserkleinstmaß) und bei Längen sinngemäß mit L_g und L_k bezeichnet. Der Unterschied zwischen dem Größtmaß und dem Kleinstmaß heißt *Maßtoleranz* T .

Beispiel:

$$\begin{aligned} & \text{Durchmessergrößtmaß } D_g = 50,05 \text{ mm} \\ & - \text{Durchmesserkleinstmaß } D_k = 49,98 \text{ mm} \\ & \text{Maßtoleranz } T = 0,07 \text{ mm} \end{aligned}$$

Die kreuzschraffierten Flächen sind *Toleranzfelder* (s. auch 97.1).

Die Größe einer Toleranz wird durch die Feldhöhe ausgedrückt und richtet sich nach dem Verwendungszweck des Werkstücks. Sie soll nicht unnötig klein sein, da sich die Herstellung durch übertriebene Maßgenauigkeit verteuert.

Beide Grenzmaße werden in der Zeichnung durch Nennmaß und Abmaße festgelegt (97.2). Das *Nennmaß* N ist das Hauptmaß, auf das die Abmaße bezogen werden. Als *oberes Abmaß* A_o gilt der Unterschied zwischen dem Größtmaß D_g und dem Nennmaß N . Das *untere Abmaß* A_u ist der Unterschied zwischen dem Kleinstmaß D_k und dem Nennmaß N .

Beispiel:

$$\begin{aligned} \text{Nennmaß } N &= 50 \text{ mm} \\ \text{Größtmaß } D_g &= 50,05 \text{ mm} \\ \text{Kleinstmaß } D_k &= 49,98 \text{ mm} \end{aligned}$$

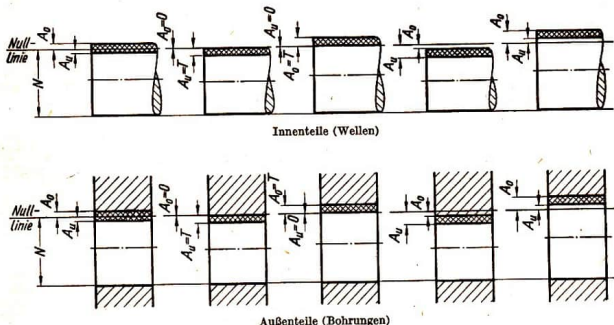
Dann ist das obere Abmaß $A_o = D_g - N = 50,05 - 50 = + 0,05 \text{ mm}$

und das untere Abmaß $A_u = D_k - N = 49,98 - 50 = - 0,02 \text{ mm}$.

Hieraus geht hervor, daß die Abmaße Vorzeichen (+ oder -) tragen.

Weitere Abmaße sind das *Nennabmaß* A_n = Unterschied zwischen einem Grenzmaß und dem Nennmaß und das *Istabmaß* A_i = Unterschied zwischen Istmaß und Nennmaß. Nennmaß und beide Abmaße stellen das *Paßmaß* dar.

Das *Paarungsmaß* P ist das Maß des Werkstückes ohne Formfehler, das ein Paaren mit dem Formfehler aufweisenden Gegenstück gerade noch ermöglicht. Es hat, wie das Istmaß, innerhalb der Grenzmaße zu liegen und ist im Grenzfall bei Wellen gleich dem Größtmaß und bei Bohrungen gleich dem Kleinstmaß. Das *Paarungsabmaß* A_p ist der Unterschied zwischen Paarungsmaß und Nennmaß.



97.1 Aufbau der Abmaße

Alle Abmaße werden von einer Linie aus aufgebaut. Sie heißt *Nulllinie* und wird durch das Nennmaß N festgelegt (97.1). Die beiden Abmaße bestimmen nicht nur die Größe der Toleranz, sondern auch die Lage der Toleranz zur Nulllinie. Eine Toleranz kann nämlich über, unter oder beiderseits der Nulllinie liegen.

Übung:

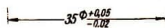
Berechne die Maßtoleranzen und, jeweils auf das Nennmaß 60 bezogen, die oberen und die unteren Abmaße aus folgenden Grenzmaßen:

60,05	60,08	59,995	60,07	60	60,35
59,94	60,025	59,98	60	59,985	59,65

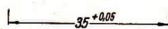
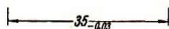
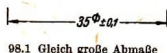
6.12 Eintragen der Abmaße (DIN 406 vom Sept. 1955)

Die Abmaße werden in kleineren Zahlen, jedoch nicht unter 2 mm Höhe, hinter das Nennmaß geschrieben (97.2). Durchmesser-, Halbmesser-, Quadrat-, Grad- und Zollzeichen stehen unmittelbar hinter dem Nennmaß.

Ohne Rücksicht auf das Vorzeichen wird das obere Abmaß über und das untere unter die Maßlinie gesetzt.



97.2 Das obere Abmaß steht über dem unteren

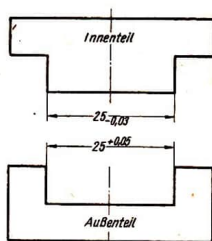
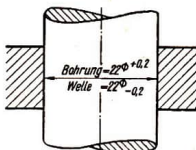
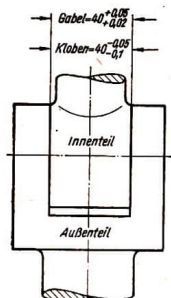


Gleich große Abmaße sind innerhalb der Maßzahlücke zu einer Zahl mit beiden Vorzeichen zusammenzufassen (98.1).

Das Abmaß 0 (Null) wird fortgelassen (98.2).

Bei ineinandergesteckt gezeichneten Werkstücken steht das Maß für das Außenteil (Bohrung) über dem Maß für das Innenteil (Welle) (98.3).

Die Zuordnung der Maße wird durch Wortangaben, z. B. Bohrung, Welle, Gabel, Kloben, Teil 10, Teil 11, oder in ähnlicher Weise gekennzeichnet.



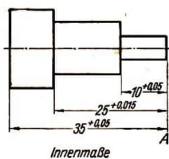
Ist für jedes Teil nur ein Abmaß erforderlich, weil das andere 0 ist, dann wird nur eine Maßlinie gezogen (98.4).

Ausschußmaße. Das bei der Fertigung zuerst erreichte Maß, das Gutmaß, das die Wegnahme von Werkstoff innerhalb der Toleranz noch zuläßt, wird für gewöhnlich als Nennmaß gewählt und demzufolge mit dem Abmaß 0 versehen.

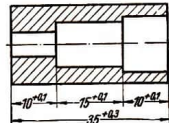
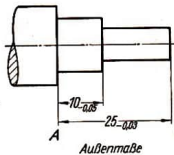
Bei Innenmaßen ist es das Kleinstmaß, und das (obere) Abmaß erhält demgemäß das Vorzeichen + (98.5). Bei Außenmaßen hingegen wird das Größtmaß als Nennmaß eingetragen und das (untere) Abmaß trägt das Vorzeichen -. Die Abmaße legen mithin in beiden Fällen die Ausschubmaße fest und lassen, ohne Vorzeichen betrachtet, auch die Größe der Maßtoleranz unmittelbar erkennen.

Wird also beim Weiterbearbeiten das Istmaß größer als das Nennmaß, dann ist ein + - Abmaß, wird das Istmaß kleiner, ein - - Abmaß zu setzen.

Absatzmaße können je nach Wahl der Maßbezugslinie bzw. -ebene als Innen- oder als Außenmaße aufgefaßt werden. Ihre Abmaße müssen von der zuerst fertigzustellenden Bezugsebene ausgehen (99.1). Die Maßbezugslinie bzw. -ebene ist in Bild 99.1 mit „A“ gekennzeichnet, das aber in diesem einfachen Falle in Zeichnungen nicht angegeben wird. Eine Bezeichnung wird nur dann vorgenommen, wenn es die Deutlichkeit unbedingt erfordert. Je nach Lage dieser Linie bzw. Ebene erhalten die Absatzmaße das Vorzeichen + oder –.



99.1 Die Vorzeichen richten sich nach der Lage der Maßbezugslinie

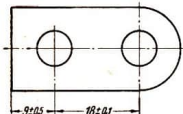


99.2 Falsche Bemaßung

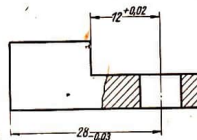
Maßketten. Beim Bemaßen von Abstand zu Abstand entsteht eine Maßkette. Geschlossene Maßketten und zugehöriges Gesamtmaß dürfen nicht toleriert werden, wenn bei der Fertigung Ausschußgefahr besteht (99.2).

Denn würde bei der Fertigung zuerst das Gesamtmaß mit der Summentoleranz auf das Kleinste $\text{maß} = 35$ und eins der Kettenmaße, z. B. $10^{+0,1}$ auf das Größtmaß 10,1 gebracht, dann blieben für die anderen Kettenmaße nur $35 - 10,1 = 24,9$ übrig. Der Rest müßte aber mindestens 25 betragen. Das Werkstück würde somit Ausschuß.

Ist aber durch zwangsläufige Reihenfolge der Fertigungsgänge Ausschuß unmöglich, wie z. B. bei der Herstellung einer Nabenbohrung mit Nut (132.3), bei der also die Nutung nur nach dem Ausdrehen der Bohrung erfolgen kann, dann ist gegen die Tolerierung der als Maßkette anzusehenden Maße für Durchmesser und Nuttiefe und die Tolerierung des Gesamtmaßes nichts einzuwenden.



99.3 Tolerierte Lochabstände



99.4 Lochmitte als Maßbezugslinie

Mittenentfernungen werden gleichmäßig nach + und nach – toleriert (99.3).

Auch für den Abstand einer Lochmitte von einer zuvor bearbeiteten Kante ist die Maßtoleranz gewöhnlich nach beiden Seiten gleich groß (99.3).

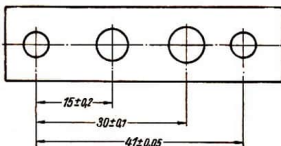
Wird aber umgekehrt der Abstand einer Fläche von der Lochmitte aus bestimmt, gilt also die Lochmitte als Maßbezugslinie, so wird die Regel für die Tolerierung der Absatzmaße angewendet (99.4).

Die Maßtoleranz zur Bestimmung des Ausschußmaßes liegt dann entweder nach + oder nach –, je nachdem, ob das Einzelmaß als Innen- oder als Außenmaß anzusehen ist.

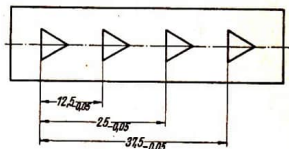
Tolerierte Abstände einzelner Löcher voneinander werden von der ersten Lochmitte aus bemaßt (100.1).

Hierbei ist die Maßtoleranz für die Teilung zweier benachbarter Löcher, abgesehen von der ersten Teilung, gleich der Summe der Abmaße, die zu den Durchmessermaßen der betreffenden Löcher gehören.

Löcher ohne Mittenkennzeichnung werden von Kante zu Kante bemaßt (100.2). Die Maßtoleranzen erhalten je nach Lage der Maßbezugslinie entweder das Vorzeichen + oder -.

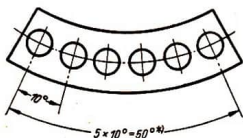


100.1 Von der ersten Lochmitte aus bemaßte Teilungen

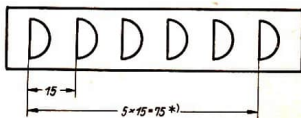


100.2 Von der ersten Lochkante aus bemaßte Teilungen

Bei einer größeren Anzahl gleicher Lochteilungen wird die Maßtoleranz nur einmal hinter dem Gesamtmaß vermerkt (100.3).



* Toleranz beliebiger Teilungen zueinander: $\pm 30'$



* Toleranz beliebiger Teilungen zueinander: ± 0.15

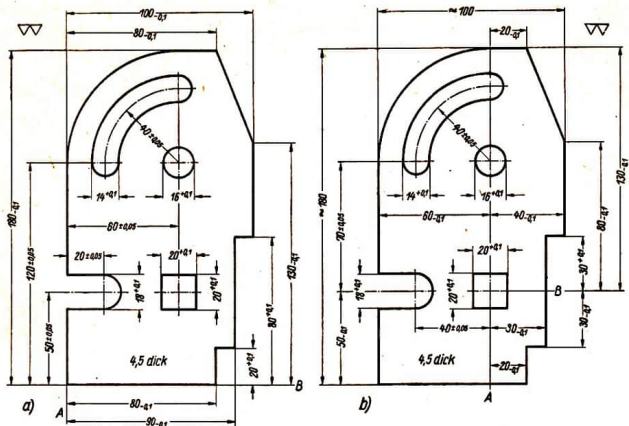
100.3 Eintragen der Maßtoleranz bei einer größeren Anzahl gleicher Lochteilungen mit einem Gesamtmaß

Die Lage der Bezugslinie wirkt sich verschieden aus, wie die Beispiele für eine Grundplatte zeigen (101.1). Die Bezugslinien sind mit *A* und *B* gekennzeichnet und werden in Bild 101.1a von zwei Außenkanten (links und unten) und in Bild 101.1b durch zwei Mittelachsen (durch das quadratische Loch) gebildet.

Kommt es jedoch nicht auf die Einhaltung der Abstände von Maßbezugslinien bzw. -ebenen an, dann kann auch nach anderen Gesichtspunkten bemaßt werden.

Winkeltoleranzen. Um sich über die Auswirkung der Abmaße in Winkelschenkeln Klarheit zu verschaffen, z. B. auf den gegenseitigen Mittenabstand darin befindlicher Löcher, ist die Umrechnung der Winkeltoleranz in mm empfehlenswert (101.2).

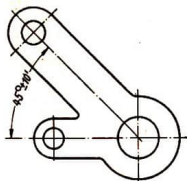
Bei größeren, einseitigen Schwankungen des Istmaßes wird das betreffende Grenzmaß eingetragen und mit dem Zusatz „Größtmaß“ bzw. „Kleinstmaß“ versehen (101.3).



101.1 Vergleich verschiedener Bemaßungen

Mittigkeiten. Werden höhere Anforderungen an die Mittengenauigkeit der Körperformen eines Werkstücks gestellt, als sich in der Fertigung üblicherweise erreichen läßt, so wird der zulässige Mittigkeitsversatz durch eine Maßtoleranz an einem doppelt geknickten Linienzuge festgelegt (101.4).

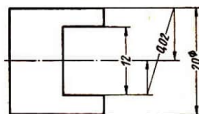
Er endet beiderseits der Mittellinie mit entgegengesetzt gerichteten Maßpfeilen. Die Knickstellen liegen auf je einer Begrenzungslinie der beiden Maße, deren Mittenabweichung durch die Maßtoleranz begrenzt wird. Das Nennmaß für die Mittenabweichung beträgt immer 0 (Null), wird aber nicht angegeben, sondern nur das Abmaß ohne Vorzeichen. Es gibt in diesem Falle die zulässige Abweichung zwischen der Mitte des Rundteils und der Schlitzmitte an.



101.2 Winkeltoleranz



101.3 Einseitige Toleranzbegrenzung



101.4 Mittigkeittoleranz

Maße ohne Toleranzangabe sind Freimaße (TGL 2897—56). Hierfür sind ebenfalls Toleranzen einzuhalten, die nach + und nach — liegen und in den Gütegraden „fein“, „mittel“ und „grob“ abgestuft sind. Für Maße ohne Toleranzangabe an metallischen Werkstücken wird im Schriftfeld z. B. der Vermerk: „mittel nach TGL 2897—56“ eingeschrieben. Genügen die genormten Freimaßtoleranzen nicht, werden die Abmaße in Zahlen angegeben.

Es sind ferner folgende Normblätter zu beachten:

DIN 2519 Zulässige Maßabweichungen für Flansche aus Flußstahl, Grauguß, Stahlguß,
DIN 7524 Bl. 1 bis 4, Zulässige Abweichungen für Gesenkschmiedestücke aus Stahl,
DIN 7710 Preßstoff-Preßteile und Spritzgußteile, Toleranzen, zulässige Abweichungen,
DIN 7715 Gummiteile, Toleranzen,
DIN 40680 Keramische Werkstücke für die Elektrotechnik, Toleranzen.

6.2 ISA-Passungen

6.21 Bedeutung

Einheitliche Bauformen der Erzeugnisse und Massenherstellung in Spezialbetrieben erleichtern die Deckung des Bedarfs und wirken preisverbilligend. Die hergestellten Einzelteile müssen einbaufertig und untereinander willkürlich austauschbar, also ohne Nacharbeit einzubauen sein, und so passen, wie es der Zweck erfordert.

6.22 Geschichtliches

Kurz nach dem ersten Weltkriege wurden in Deutschland Passungen, die DIN-Passungen, eingeführt und von einigen Ländern Europas übernommen. Wieder andere Länder besaßen eigene Passungen. Seit 1928 aber wird die Normung von der ISA (International Federation of the National Standardizing Associations), einer Dachorganisation der Normenausschüsse aller Länder, beeinflußt, die international gültige Passungen, die ISA-Passungen, herausgab. Als Nachfolgerin der ISA entstand 1947 die ISO (International Organization for Standardization), was etwa „Internationaler Normenausschuß“ bedeutet; sie hat die ISA-Passungen übernommen.

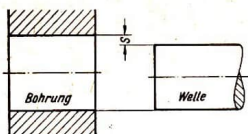
6.23 Grundbegriffe (DIN 7182, Bl. 1 vom Jan. 1957)

Die beiden zusammengehörigen Werkstücke heißen *Paßteile*. Als *Außenteil* wird das Paßteil bezeichnet, das ein *Innenteil* umschließt. Bohrungen sind daher Außenteile und Wellen Innenteile. Bohrungen und Wellen haben zylindrische Paßflächen und ergeben *Rundpassungen*, ebene Paßflächenpaare *Flachpassungen*, während keiskegliche Paßflächen *Kegelpassungen* bilden.

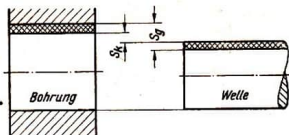
Zusammengehörige Paßteile können je nach dem Maßunterschied Spiel oder Übermaß haben.

Spiel S ist der Unterschied zwischen der Abmessung des Außenteils und der des Innenteils, wenn das Außenteil größer als das Innenteil ist (103.1).

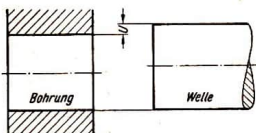
Der Unterschied zwischen dem Größtmaß des Außenteils und dem Kleinstmaß des Innenteils heißt *Größtspiel* S_g (103.2). Mit *Kleinstspiel* S_k wird der Unterschied zwischen dem Kleinstmaß des Außenteils und dem Größtmaß des Innenteils bezeichnet. *Istspiel* S_i ist der Unterschied zwischen dem Istmaß des Außenteils und dem des Innenteils.



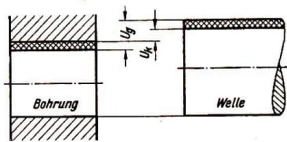
Außenteil Innenteil
103.1 Spiel



Außenteil Innenteil
103.2 Größtspiel und Kleinstspiel



Außenteil Innenteil
103.3 Übermaß



Außenteil Innenteil
103.4 Größtübermaß und Kleinstübermaß

Übermaß U ist der Unterschied zwischen der Abmessung des Außenteils und der des Innenteils, wenn das Außenteil kleiner als das Innenteil ist (103.3).

Der Unterschied zwischen dem Größtmaß des Innenteils und dem Kleinstmaß des Außenteils heißt **Größtübermaß U_g** (103.4). Mit **Kleinstübermaß U_k** wird der Unterschied zwischen dem Kleinstmaß des Innenteils und dem Größtmaß des Außenteils bezeichnet. **Istübermaß U_i** ist der Unterschied zwischen dem Istmaß des Innenteils und dem des Außenteils.

Die **Paßtoleranz** ist die Summe der Maßtoleranzen von Außenteil und Innenteil oder der Unterschied zwischen Größtspiel S_g und Kleinstspiel S_k bzw. zwischen Größtübermaß U_g und Kleinstübermaß U_k .

6.24 Paßsysteme

Unterschiede in den Größen der Spiele und Übermaße ergeben verschiedene Passungen. Eine sinnvoll aufgebaute Reihe Passungen heißt Paßsystem. Es bestehen die Paßsysteme Einheitsbohrung und Einheitswelle.

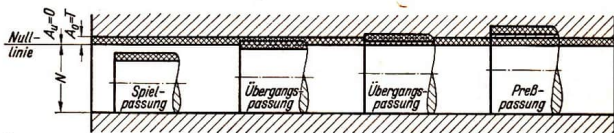
Im System **Einheitsbohrung** ist die Bohrung für die Passungen desselben Nenn-durchmessers gleich groß (104.1). Die für die verschiedenen Passungen erforderlichen Spiele und Übermaße entstehen durch kleinere oder größere Wellendurchmesser.

Bei der Einheitsbohrung fällt die Nulllinie mit dem Kleinstmaß der Bohrung zusammen. Demgemäß ist deren unteres Abmaß A_u gleich Null und das obere Abmaß A_o gleich der Maßtoleranz T der Bohrung.

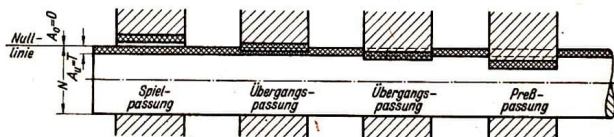
Im System **Einheitswelle** ist die Welle für alle Passungen desselben Nenn-durchmessers gleich groß (104.2). Die für die verschiedenen Passungen erforderlichen Spiele und Übermaße entstehen durch größere oder kleinere Bohrungsdurchmesser.

Bei der Einheitswelle liegt die Nulllinie im Größtmaß der Welle. Mithin ist deren oberes Abmaß A_o gleich Null und das untere Abmaß A_u gleich der Maßtoleranz T der Welle.

Passungen beider Systeme mit dem Kleinstspiel 0 oder größer werden *Spielpassungen* genannt, weil sie nach dem Zusammenfügen der Teile stets Spiel haben. Dagegen heißen alle Passungen mit dem Kleinstübermaß 0 oder größer *Preßpassungen*, weil beim Zusammenfügen der Teile stets eine Pressung auftritt. Zwischen Spielpassungen und Preßpassungen liegen die *Übergangspassungen*. Die Istmaße dieser Teile können entweder Spiel oder Übermaß bilden.



104.1 Einheitsbohrung



104.2 Einheitswelle

6.25 Aufbau des ISA-Toleranzsystems (DIN 7150, Bl. 1 vom Juli 1938)

ISA-Passungen sind vorerst für die Abmessungen von 1...500 mm festgelegt. Diese sind in 13 Nennmaßbereiche eingeteilt, s. Tafel S. 105.

Die Größen aller Maßtoleranzen werden in μ ausgedrückt ($1 \mu = 0,001 \text{ mm}$) und sind aus der internationalen Toleranzeinheit i entstanden.

Diese wird berechnet:

$$i = 0,45 \cdot \sqrt[3]{D} + 0,001 \cdot D \quad (i \text{ in } \mu, D \text{ in mm})$$

Der Wert D wird als geometrisches Mittel der beiden Grenzwerte eines Nennmaßbereichs eingesetzt. Liegen diese z. B. bei 80 und 120 mm, dann wird

$$D = \sqrt[3]{80 \cdot 120} = \sqrt[3]{9600} \approx 98 \text{ mm}$$

Die den Maßtoleranzen dieses Nennmaßbereichs zugrunde liegende Toleranzeinheit ist demnach:

$$i = 0,45 \cdot \sqrt[3]{D} + 0,001 \cdot D = 0,45 \cdot \sqrt[3]{98} + 0,001 \cdot 98 = 0,45 \cdot 4,61 + 0,098 \approx 2,173 \mu$$

Die Toleranzeinheit ist mithin eine von den Grenzwerten eines Nennmaßbereichs abhängige Größe und nimmt entsprechend dem Wachsen der Grenzwerte für jeden folgenden Nennmaßbereich einen höheren Wert an.

Die Größen der Maßtoleranzen sind in *Qualitäten* abgestuft. Mit dem Begriff Qualität wird der Gütegrad der Maßtoleranz, die Maßgenauigkeit des Werkstücks, ausgedrückt. Es bestehen

16 Qualitäten. Zur Qualität 1 gehören die kleinsten und zur Qualität 16 die größten Maßtoleranzen. Die in den einzelnen Nennmaßbereichen für die 16 Qualitäten festgelegten Maßtoleranzen heißen *Grundtoleranzen*. Die Gesamtheit aller Grundtoleranzen einer Qualität wird *Grundtoleranzreihe* genannt.

Grundtoleranzen (Maßtoleranzen) in μ (Auszug aus DIN 7151 vom Okt. 1936)

Qualität	Grundtoleranzreihe	Anzahl der Toleranzeinheiten (i)	Nennmaßbereich in mm												
			von 1 bis 3	über 3 bis 6	über 6 bis 10	über 10 bis 18	über 18 bis 30	über 30 bis 50	über 50 bis 80	über 80 bis 120	über 120 bis 180	über 180 bis 250	über 250 bis 315	über 315 bis 400	über 400 bis 500
1	IT 1	—	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2	2	3	4	5	6	7	8
2	IT 2	—	2	2	2	2	2	3	3	4	5	7	8	9	10
3	IT 3	—	3	3	3	3	4	4	5	6	8	10	12	13	15
4	IT 4	—	4	4	4	5	6	7	8	10	12	14	16	18	20
5	IT 5	7	5	5	6	8	9	11	13	15	18	20	23	25	27
6	IT 6	10	7	8	9	11	13	16	19	22	25	29	32	36	40
7	IT 7	16	9	12	15	18	21	25	30	35	40	46	52	57	63
8	IT 8	25	14	18	22	27	33	39	46	54	63	72	81	89	97
9	IT 9	40	25	30	36	43	52	62	74	87	100	115	130	140	155
10	IT 10	64	40	48	58	70	84	100	120	140	160	185	210	230	250
11	IT 11	100	60	75	90	110	130	160	190	220	250	290	320	360	400
12	IT 12	160	90	120	150	180	210	250	300	350	400	460	520	570	630
13	IT 13	250	140	180	220	270	330	390	460	540	630	720	810	890	970
14	IT 14	400	250	300	360	430	520	620	740	870	1000	1150	1300	1400	1550
15	IT 15	640	400	480	580	700	840	1000	1200	1400	1600	1850	2100	2300	2500
16	IT 16	1000	600	750	900	1100	1300	1600	1900	2200	2500	2900	3200	3600	4000

In Anlehnung an die Qualitätszahlen tragen die Grundtoleranzreihen die Bezeichnungen IT 1 bis IT 16 (IT = ISA-Toleranzreihe). Die Grundtoleranzreihen sind von IT 6 ab ein Vielfaches der Toleranzeinheit i und so gestuft, daß jede Qualität 60% mehr Toleranzeinheiten hat als die vorangehende. Ferner sind die Werte von IT 11 bis IT 16 das Zehnfache der Werte von IT 6 bis IT 11. Die Grundtoleranz z. B. für die Qualität 9 und für den Nennmaßbereich 80...120 mm wird durch Malnehmen der für diesen Bereich auf S. 104 berechneten Toleranzeinheit $i \approx 2,173 \mu$ mit der für IT 9 geltenden Anzahl Toleranzeinheiten (= 40) ermittelt: $2,173 \cdot 40 \approx 87 \mu$. Nach diesem Beispiel sind die Grundtoleranzen von IT 6 bis IT 16 aufgestellt worden, für die übrigen gelten andere Regeln.

Die Grundtoleranzreihen IT 1 bis IT 7 sind überwiegend für die Lehrenherstellung vorgesehen. IT 5 bis IT 11 gelten besonders für Passungen an Werkstücken und IT 12 bis IT 16 für größere Herstellungstoleranzen (Walzen, Ziehen, Pressen, Schmieden, Stanzen u. a.).

6.26 Bezeichnung der ISA-Toleranzen (DIN 7150, Bl. 1 vom Juli 1938)

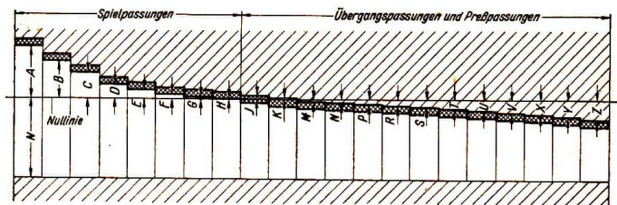
Die Größe eines Toleranzfeldes wird entsprechend der Reihe, in die es gehört, mit einer der Qualitätszahlen von 1 bis 16 gekennzeichnet.

Die Abstände der Toleranzfelder von der Nulllinie sind auf Grund von Erfahrungen festgelegt und werden durch Buchstaben angegeben.

Außerteile (Bohrungen) erhalten die Großbuchstaben A bis Z (106.1) und Innerteile (Wellen) die Kleinbuchstaben a bis z (106.2).

I, L, O, Q, W, i, l, o, q und w scheiden jedoch zur Kennzeichnung aus, weil sie vielfach als Symbole für andere technische Größen dienen.

Der Buchstabe und die dahinterstehende Zahl bilden das Kurzzeichen der Toleranz, z. B. „H 7“ oder „m 6“ und legen die Lage des Toleranzfeldes zur Nulllinie und seine Größe eindeutig fest.



106.1 Toleranzfelder für Außerteile (Bohrungen)



106.2 Toleranzfelder für Innerteile (Wellen)

Die Wellen v, x, y und z sind zunächst nur Vorschläge zur Erprobung, v und y sind möglichst zu vermeiden.

6.27 Empfohlene Passungen

Aus der Vielzahl der möglichen Lagen und Größen der Toleranzfelder für Außen- und für Innerteile, die beliebig miteinander gepaart werden können, ergeben sich zahlreiche unterschiedliche Passungen. Mit Rücksicht auf geringe Kosten für Werkzeuge und Meßgeräte wird jedoch eine Auswahl empfohlen.

Sie berücksichtigt den Grundsatz der Einheitsbohrung oder der Einheitswelle und beschränkt sich auf bestimmte Toleranzfeldabstände und Qualitäten.

Die Einheitsbohrung ist die Bohrung (Außerteil), deren Toleranzfeld an der Nulllinie steht. Sie wird mit H bezeichnet und tritt in acht Qualitäten auf: H 6 bis H 13 (DIN 7154). Zu jeder Einheitsbohrung gehören mehrere Wellen mit größeren und kleineren Durchmessern. Alle Passungen mit der gleichen Einheitsbohrung bilden eine Passungsfamilie.

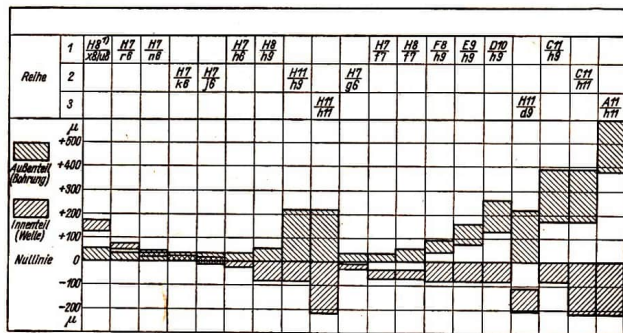
Die Einheitswelle ist die Welle (Innenteil), deren Toleranzfeld an der Nulllinie hängt. Sie trägt den Buchstaben h, tritt ebenfalls in acht Qualitäten auf und bildet jeweils

mit einer Reihe Bohrungen (Außenteile) größeren und kleineren Durchmessers die Passungsfamilien h 5, h 6, h 8 bis h 13 (DIN 7155).

Passungsfamilien haben etwa dieselbe Bedeutung wie die Gütegrade bei den früher üblichen DIN-Passungen (s. S. 110). Im System Einheitsbohrung ergeben die mit a bis h und im System Einheitswelle die mit A bis H bezeichneten Toleranzfelder stets Spielpassungen. Die nächstfolgenden Buchstaben kennzeichnen die Übergangspassungen und die letzten Buchstaben des Alphabets Preßpassungen. Für Übergangs- und für Preßpassungen ist aber eine Trennung bei einem bestimmten Buchstaben nicht möglich, weil es von der Toleranz des Gegenstücks abhängt, ob sich eine Übergangs- oder eine Preßpassung ergibt.

6.28 Engere Passungswahl (DIN 7157, Bl. 1 vom Febr. 1956)

Um die Wirtschaftlichkeit in Konstruktion und Fertigung weiter zu verbessern, sind zwei Vorzugsreihen Toleranzfelder geschaffen und zu drei Vorzugsreihen Passungen mit möglichst weitgehender Gültigkeit zusammengestellt worden (107.1). Andere Passungen sollen nur in Sonderfällen angewandt werden.



1) Bis Nennmaß 24 mm: H 8/x8, über 24 mm: H 8/u8

107.1 Passungsauswahl nach DIN 7157, dargestellt für Nennmaß 100 mm

Reihe 1 ist die Grundreihe. Sie reicht für die Fertigung im allgemeinen aus und ist vorzuziehen. Andernfalls können auch Passungen der Reihe 2 gewählt werden. Diese liegen zwischen denen der Reihe 1. Eine weitere Ergänzung bildet die Reihe 3. Es ist aber auch jede beliebige Paarung innerhalb der Reihen untereinander möglich. Für besondere Zwecke können auch andere Toleranzfelder gebildet werden (DIN 7152).

Wälzlagerpassungen DIN 5425.

Berechnung einfacher Preßpassungen DIN 7190.

Die *Zahlentafeln* (s. S. 108 u. 109) enthalten die Abmaße zur Bestimmung von Toleranz- und Paßmaßen.

Nennmaße in μ ($1 \mu = 0,001 \text{ mm}$) für Toleranzfelder (Auswahl nach DIN 7157, Bl. 1 vom Febr. 1956)

Reihe	Innenmaße (Wellen-Außenmaße)										Außenmaße (Bohrungs-Innenmaße)									
	Kurzzeichen										Kurzzeichen									
	x8(08 ^h)	r6	n6	k6	j6	h6	h9	h11	g6	f7	d9	H7	H8	H11	F8	E9	D10	G11	A11	
1																				
2																				
Nennmaßbereich in mm	über 1,6 bis 3	+ 36 + 22	+ 19 + 12	+ 13 + 6	+ 6 - 1	0 - 7	0 - 25	0 - 60	- 3 - 10	- 7 - 16	- 20 - 45	+ 9 0	+ 14 0	+ 60 0	+ 21 + 7	+ 39 + 14	+ 60 + 20	+ 120 + 60	+ 330 + 270	
	über 3 bis 6	+ 46 + 28	+ 23 + 15	+ 16 + 8	+ 7 - 1	0 - 8	0 - 30	0 - 75	- 4 - 12	- 10 - 22	- 30 - 60	+ 12 0	+ 18 0	+ 75 0	+ 28 + 10	+ 50 + 20	+ 78 + 30	+ 145 + 70	+ 345 + 270	
	über 6 bis 10	+ 56 + 34	+ 28 + 19	+ 19 + 10	+ 10 + 1	0 - 9	0 - 36	0 - 90	- 5 - 14	- 13 - 28	- 40 - 76	+ 15 0	+ 22 0	+ 90 0	+ 35 + 13	+ 61 + 25	+ 98 + 40	+ 170 + 80	+ 370 + 280	
	über 10 bis 14	+ 67 + 40																		
	über 14 bis 18	+ 72 + 45	+ 23 + 15	+ 12 + 6	+ 12 + 1	- 3 - 11	- 43 - 110	- 17 - 130	- 6 - 20	- 16 - 34	- 50 - 93	+ 18 0	+ 27 0	+ 110 0	+ 43 + 16	+ 75 + 32	+ 120 + 50	+ 205 + 95	+ 400 + 290	
	über 18 bis 24	+ 87 + 54																		
	über 24 bis 30	+ 81 + 48	+ 28 + 15	+ 15 + 8	+ 15 + 2	- 4 - 13	- 52 - 130	- 20 - 160	- 7 - 25	- 20 - 41	- 65 - 117	+ 21 0	+ 33 0	+ 130 0	+ 53 + 20	+ 92 + 40	+ 149 + 65	+ 240 + 110	+ 430 + 300	
	über 30 bis 40	+ 99 + 60	+ 50 + 34	+ 33 + 17	+ 18 + 2	+ 11 - 5	0 - 16	0 - 62	0 - 160	- 9 - 25	- 25 - 50	- 80 - 142	+ 25 0	+ 39 0	+ 160 0	+ 64 + 25	+ 112 + 50	+ 180 + 80	+ 310 + 200	+ 470 + 320
	über 40 bis 50	+ 109 + 70																		
	über 50 bis 65	+ 133 + 87	+ 60 + 41	+ 39 + 20	+ 21 + 2	+ 12 - 7	0 - 19	0 - 74	0 - 190	- 10 - 29	- 30 - 60	- 100 - 174	+ 30 0	+ 46 0	+ 190 0	+ 76 + 30	+ 134 + 60	+ 220 + 100	+ 340 + 150	+ 530 + 360
über 65 bis 80	+ 148 + 102	+ 62 + 43																		

Beispiel: Rundpassung $60 \frac{F8}{h9}$

	Bohrung F8 in mm	Welle h9 in mm	Passung in mm
Oberes Abmaß	$(+ 76 \mu =) 0,076$	± 0	
Unteres Abmaß	$(+ 30 \mu =) 0,03$	$(- 7 \mu =) 0,074$	
Größtmaß	$60 + 0,076 = 60,076$	$60 \pm 0 = 60$	
Kleinstmaß	$60 + 0,03 = 60,03$	$60 - 0,074 = 59,926$	
Maßtoleranz	$60,076 - 60,03 = 0,046$	$60 - 59,926 = 0,074$	
Größtspiel			$60,076 - 59,926 = 0,15$
Kleinstspiel			$60,03 - 60 = 0,03$
Paßtoleranz			$0,15 - 0,03 = 0,12$

6.29 Ersatz der DIN-Passungen durch ISA-Passungen (DIN 2061 vom Juli 1946)

Für Neukonstruktionen kommen lediglich ISA-Passungen in Betracht. DIN-Passungen gelten nur noch für Sonderanfertigung. Die nachstehende Übersicht zeigt, welche ISA-Toleranzfelder den DIN-Passungen entsprechen und zu verwenden sind.

Ersatz der DIN-Passungen durch ISA-Passungen — DIN 2061 (Einheitsbohrung)

Gütegrad	Edelpassung					Feinpassung										Schlichtpassung				Grobpassung						
Bezeichnung der DIN-Passungen	Wellen					Feinbohrung	Wellen										Wellen				Wellen					
	Edelbohrung	Edelfestsitz	Edeltreibeitz	Edelhaftsitz	Edelgleitsitz		Preßsitz	Festsitz	Treibeitz	Haftsitz	Schiebesitz	Gleitsitz	Enger Laufsitz	Laufsitz	Leichter Laufsitz	Weiter Laufsitz	Schlichtbohrung				Schlichtgleitsitz	Schlichtlaufsitz	Weiter Schlichtlaufsitz			
																	Schlichtbohrung	Grobbohrung	Grobseitz g1	Grobseitz g2				Grobseitz g3	Grobseitz g4	
Kurzzeichen	eB	eF	eT	eH	eS	eG	B	P	F	T	H	S	G	EL	L	LL	WL	sB	sG	sL	sWL	gB	g1	g2	g3	g4
Entspr. ISA-Toleranz	H6	p5	n5	k6	j6	h5	H7	s ⁰ ₁ r6	m6	m6	k6	j6	h6	g6	f7	e8	d9	H8	h9	f8	d10	H11	h11	d11	c11	a11

¹⁾ s6 bis 160, r6 über 160 mm Nennmaß

6.30 Eintragen der Kurzzeichen für ISA-Toleranzfelder

Kurzzeichen werden den Nennmaßen beigegeben, wenn

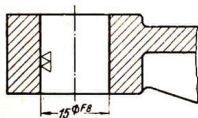
1. die Abmaße in dem genormten Toleranzsystem enthalten sind und
2. das Nennmaß ein genormtes Maß nach DIN 3 (s. S. 81) ist und
3. das Messen mit festen (Grenz-)Lehren oder anzeigenden Meßgeräten möglich ist.

Bei Absatzmaßen (99.1), Lochmittenabständen (99.3) und Mittigkeiten (101.4) sind Kurzzeichen nicht anwendbar. Die Toleranzen hierfür werden durch Abmaße bestimmt.

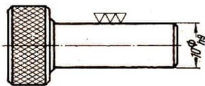
Die Kurzzeichen werden stets hinter das Nennmaß geschrieben. Die Größe beträgt etwa $\frac{1}{10}$ der Maßzahlhöhe, doch nicht weniger als 2 mm. Durchmesserzeichen und Quadratzeichen haben ihnen gegenüber den Vorrang.

Die Kurzzeichen für Innenmaße (Großbuchstaben) stehen höher (111.1) und die für Außenmaße (Kleinbuchstaben) tiefer als Maßzahl und Maßlinie (111.2). Die Maßlinie reicht bis über oder unter das Kurzzeichen.

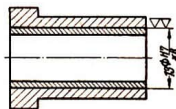
Innenmaß und Außenmaß bei ineinandergesteckt gezeichneten Paßteilen haben eine gemeinsame Maßlinie (111.3). Hierbei werden die Kurzzeichen für die Innenmaße über denen für die Außenmaße angeordnet.



111.1 Toleranzangabe für Innenmaß



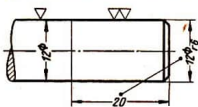
111.2 Toleranzangabe für Außenmaß



111.3 Kurzzeichen für Innenmaße stehen über denen für Außenmaße

Erstreckt sich die Toleranzangabe nur auf einen Teil einer Oberfläche, so ist er zu bemaßen (111.4).

Die Kurzzeichen beziehen sich nur auf die Maßgenauigkeit der Werkstücke, nicht aber auf die Oberflächenbeschaffenheit. *Neben den Kurzzeichen sind daher den Paßflächen entsprechende Oberflächenangaben erforderlich.*



111.4 Bemaßter Toleranzbereich

Ist die Angabe der Abmaße für die Toleranzen erwünscht, dann sind sie in Klammern den Kurzzeichen beizufügen. Anstelle der Abmaße kann eine *Übersetzungstafel* in der Nähe des Schriftfeldes oder auf der Zeichnung oben links zum Ablesen der Größtmaße und Kleinstmaße aller in der Zeichnung angegebenen Toleranzen vorgesehen werden (208.1).

7 Bauelemente

7.1 Schraubenverbindungen

7.1.1 Gewinde

Allgemeines und Abmessungen. Das Gewinde am Mantel voller Werkstücke, wie Bolzen, Schäfte und Zapfen, heißt Außengewinde (112.1), das in Löcher eingeschnittene Innengewinde (112.2).

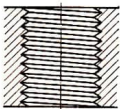
Beide werden miteinander verschraubt. Hierfür sind übereinstimmende Gewindeabmessungen notwendig.

Das Hauptmaß ist der *Gewinde- Nenndurchmesser* d (112.3). Er ist beim Innen- und beim Außengewinde stets der größte Durchmesser. Wird hiervon der *Kern- durchmesser* d_1 abgezogen und das Ergebnis halbiert, dann ergibt sich die *Gewindetiefe* t_1 . Das Maß h bezeichnet die *Steigung* des Gewindes. Ein Gewinde verläuft nach einer Schraubenlinie (s. S. 165) und ist *eingängig*, wenn die Windungen einer einzigen Schraubenlinie angehören. Sind aber mehrere Schraubenlinien vorhanden, wie an der zweigängigen Schnecke (112.4), dann handelt es sich um ein *mehrgängiges* Gewinde.

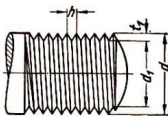
Die Steigung oder Ganghöhe h ist das Maß, um das sich Außen- und Innengewinde gegeneinander in Richtung der Mittelachse verschieben, wenn eins davon eine ganze Umdrehung erfährt. Bei eingängigem Gewinde reicht die Steigung von einer Windung bis zur nächsten bei zweigängigem bis zur übernächsten usw.



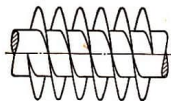
112.1 Außengewinde



112.2 Innengewinde



112.3 Hauptabmessungen



112.4 Zweigängige Schnecke

Gewinde haben gewöhnlich *rechtsläufigen* Gang. Hierbei steigen die Windungen am aufrechtstehenden Bolzen nach rechts an (112.1), in aufgeschnittenem Innengewinde jedoch nach links (112.2). Beim *Linksgewinde* laufen die Steigungen entgegengesetzt.

Gewindequerschnitte. Die Form des Gewindequerschnitts richtet sich nach dem Verwendungszweck. Genormt sind Spitzgewinde, Trapezgewinde, Sägewinde und Rundgewinde.



113.1 Spitzgewinde



113.2 Trapezgewinde



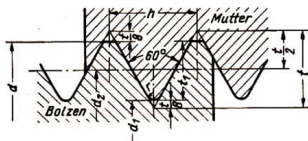
113.3 Sägewinde



113.4 Rundgewinde

Spitzgewinde (113.1) finden überwiegend Verwendung für Befestigungsschrauben und -mutter. **Trapezgewinde** (113.2) werden hauptsächlich auf Bewegungs- und Verstellspindeln geschnitten. **Sägewinde** (113.3) kommen für Spindeln mit einseitig starker Druckbeanspruchung in Achsrichtung in Betracht und **Rundgewinde** (113.4) für Spindeln, die aus Blech gedrückt sind (Glühlampensockel) oder merklicher Abnutzung durch Schmutz und der Gefahr der Beschädigung durch Stöße unterliegen. Zum Spitzgewinde zählen das *Metrische Gewinde*, die *metrischen Feingewinde*, alle *Whitworth-Gewinde* und neuerdings das *Metrische ISO-Gewinde*. Die einzelnen Arten unterscheiden sich besonders in den Abmessungen für Gewindetiefen und -steigungen. Bei den metrischen Gewinden beträgt der Flankenwinkel 60° , außerdem werden alle Abmessungen in Millimetern oder in Teilen davon angegeben. Bild 113.5 zeigt den Querschnitt des Metrischen Gewindes nach DIN 13, das aber schrittweise durch das Metrische ISO-Gewinde ersetzt wird. Für diese Umstellung gilt TGL 7907 vom Nov. 1959.

Für Neukonstruktionen, ausgenommen für Auslandsaufträge und für Schiffsmaschinen, kommt das Whitworthgewinde nicht mehr in Betracht. Ebenso macht das für Fittings und Rohrleitungsarmaturen international festgelegte Whitworth-Rohrgewinde eine Ausnahme.

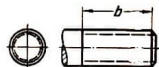


113.5 Metrisches Gewinde DIN 13, Bl. 12

d = Gewindedurchmesser
 d_1 = Kerndurchmesser $= d - 2t_1$
 d_2 = Flankendurchmesser $= d - t_1$
 h = Steigung des eingängigen Gewindes
 r = Rundung $= 0,1082h$
 $t = 0,866h$
 t_1 = Gewindetiefe $= 0,6495h$

Gewindedarstellung. Gewinde wird mit gestrichelten Linien dargestellt. Sie geben bei Außengewinden den Gewidekern an (113.6). Die Strichlinien werden über die ganze Gewindelänge etwa in halber Dicke der Vollen für Körperkanten gezogen und von einer Vollinie in Maßliniendicke begrenzt. Grundsätzlich wird nur die nutzbare Gewindelänge gezeichnet und bemaßt. Der Gewindeauslauf ist mithin nicht in der Gewindelänge einbegriffen, wohl aber die kuglige bzw. kegliche Schaftkuppe.

Bei dem im Schnitt dargestellten Innengewinde geben die Strichlinien den Gewindedurchmesser an, während die Vollinie den Kern kennzeichnet (113.7). Die Schraffur reicht bis an die Kernlinien heran. Gewindeaussenkungen unter 120° werden im allgemeinen nicht gezeichnet, da die Aussenkung in der Fertigung auch ohnedem erfolgt.



Nicht so,

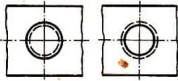


sondern so!

113.6 Außengewinde

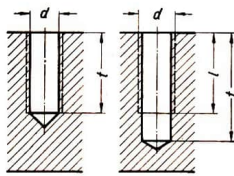


Nicht so,



sondern so!

113.7 Innengewinde
(Schnittdarstellung)



Nicht so,

113.8 In ein Grundloch
eingeschnittenes Gewinde

sondern so!

Ist das Gewinde in einem Grundloch ein *geschnittenes Gewinde*, dann ist die Kernlochtiefe t wegen der Aufnahme der beim Gewindeschneiden abfallenden Späne und wegen des durch den Gewindebohreranschnitt entstehenden Gewindeauslaufs größer als die nutzbare Gewindelänge (113.8).

Die Kernlochtiefe t setzt sich zusammen aus der nutzbaren Gewindelänge l , die etwas größer als die Einschraubtiefe des Bolzens sein soll, und einer Zugabe. Diese beträgt nach DIN 76, Bl. 1 (Nov. 1953) in der Regel

für Gewinde	M 2	M 2,6	M 3	M 4	M 5	M 6	M 8	M 10	M 12	M 16	M 20	M 24	M 30
mindestens mm	1,8	2,5	2,8	3,4	3,6	4,5	5	5,5	6	6,5	7,5	8,5	10

In diesem Falle sind also die Strichlinien nicht bis auf den Grund des Loches herunterzuziehen. Bohrlochkegel gehören nicht zur Lochtiefe. Die Seitenlinien werden unter 120° mit dem $30^\circ/60^\circ$ -Dreieck oder mit der Zeichenmaschine gezeichnet. Muß der Gewindeauslauf dargestellt sein, dann wird er nach Bild 117.4 gezeichnet.

Zum Aufzeichnen der Kernlinien muß die Gewindetiefe t_1 vom Gewindedurchmesser zweimal abgezogen werden. Bei metrischem Gewinde (DIN 13) ist der Kerndurchmesser mit etwa 80 % des Gewindedurchmessers zu zeichnen.

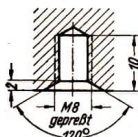
Das Maß für den Gewindedurchmesser d steht stets zwischen den Gewindeaußenlinien, auch dann, wenn sie gestrichelt sind (113.8). Bemaßung kleiner Lochgewinde s. S. 126.

Gepreßtes und gespritztes (im Druckgußverfahren hergestelltes) Gewinde wird in der ganzen Tiefe des Grundloches dargestellt (114.1).

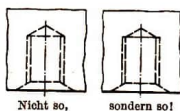
Außer der üblichen Gewindeangabe erhält es den Zusatz „gepreßt“ bzw. „gespritzt“. Bei oft zu lösenden Schraubenverbindungen ist eine kegelige oder zylindrische Schutzsenkung gegen das Ausreißen der ersten Gewindegänge vorzusehen und zu bemaßen (Senktiefe und -winkel oder Senktiefe und -durchmesser).

Auch dann, wenn es auf die Kennzeichnung der nutzbaren Gewindelänge nicht ankommt, können die Gewidelinien bis zum Bohrlochgrund heruntergeführt werden.

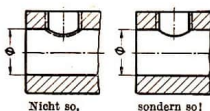
Verdecktes Gewinde wird nur durch Strichlinien angedeutet (114.2). Die Kegel-
linien laufen von der Spitze stets nach den Kernlinien.



114.1 Gepreßtes
Lochgewinde



114.2 Verdecktes Gewinde



114.3 Durchdringungskurve
am Gewinde



114.4
Rohr-Außen-
gewinde

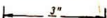
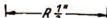
Durchdringungskurven am Eintritt des Gewindeloches in eine Bohrung werden nur für das Kernloch gezeichnet (114.3).

Außengewinde an Rohren erhält in der Schnittdarstellung keine Gewindebegrenzungslinie (114.4).

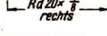
Gewindebezeichnungen. Die Gewindeart geht aus einem Kurzzeichen hervor, das vor die Maßzahl für den Gewindedurchmesser gesetzt wird.

Abgekürzte Gewindebezeichnungen (Auszug aus DIN 202 vom Juli 1938):

a) Eingängige Rechtsgewinde

Gewindeart		nach DIN	Gewindebezeichnung		
			Zeichen vor der Maßzahl	Maßangabe	Eintragungsbeispiel
Spitzgewinde	Metrisches Gewinde	13	M	Gewindeaußendurchmesser in mm	
	Metrisches Feingewinde	244 bis 247 516 bis 521	M	Gewindeaußendurchmesser in mm × Steigung in mm	
	Whitworth-gewinde	11		Gewindeaußendurchmesser in Zoll	
	Whitworth-Rohrgewinde	259 260	R	Nennweite ¹⁾ des Rohres in Zoll	
Trapezgewinde		103 378 379	Tr	Gewindeaußendurchmesser in mm × Steigung in mm	
Sägewinde		513 bis 515	S	Gewindeaußendurchmesser in mm × Steigung in mm	
Rundgewinde		405	Rd	Gewindeaußendurchmesser in mm × Steigung in Zoll	

b) Links- und mehrgängige Gewinde

<i>Linksgewinde</i> wird durch das Wort „links“ gekennzeichnet, das hinter oder unter die Gewindebezeichnung gesetzt wird.	
Bei <i>mehrgängigem Linksgewinde</i> wird außerdem in Klammern ein Hinweis auf die Gangzahl angehängt. Als Steigung wird aber stets das Maß der Verschiebung in Richtung der Achse bei einer Umdrehung des vorliegenden Gewindes eingetragen.	
<i>Mehrgängiges Rechtsgewinde</i> erhält hinter der Gewindebezeichnung einen Vermerk über die Gangzahl.	
Hat ein Werkstück <i>Rechts- und Linksgewinde</i> , so wird außer der Kennzeichnung des Linksgewindes das Wort „rechts“ hinter die übliche Bezeichnung des Rechtsgewindes gesetzt.	
<i>Gas- und dampfdichtes Gewinde</i> wird mit dem Zusatz „dicht“ angedeutet.	

¹⁾ Die Nennweite des Rohres ist nicht identisch mit dem Innendurchmesser.

Sondergewinde müssen entgegen den genormten Gewinden mit sämtlichen für die Fertigung notwendigen **Maßen** versehen werden.

Gewindetoleranzen. Die Herstellung des Gewindes unterliegt verschieden großen Toleranzen, die in den Gütegraden „fein“, „mittel“ oder „grob“ abgestuft sind und mit den Buchstaben *f*, *m* oder *g* bezeichnet werden.

Diese Gütekennzeichen stehen hinter den abgekürzten Gewindebezeichnungen in gleicher Höhe und Größe der Zahlen, so daß die vollständigen Benennungen beispielsweise lauten:

M 12f M 12 m M 12 g M 12 × 1,5f M 12 × 1,5 m M 12 × 1,5 g

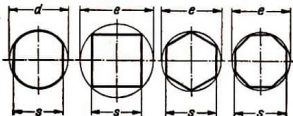
Der Buchstabe *m* kann bei Gewinden im Gütegrad mittel fehlen, ebenso der Buchstabe *g* bei rohen Schrauben und Muttern, wenn die Gewinde an den fertigen Erzeugnissen nicht besonders nachgeprüft werden.

Bei verzinkten, verkadmerten, phosphatierten und anderswie überzogenen Teilen gelten die Gewindemaße für den Zustand nach der Oberflächenbehandlung.

7.12 Schrauben und Muttern

Schraubenköpfe und Muttern haben häufig Sechskantform. Es treten aber auch angeflächte, vier- und achtkantige und andere Formen auf (116.1). Die mit *s* bezeichneten Maße sind Schlüsselweiten. Eine Schlüsselweite mit Nennmaß 15 mm, Größtmaß nach Reihe 1 (spanabhebende Fertigung), wird bezeichnet:

SW 15 DIN 475 Reihe 1

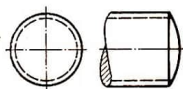


116.1 Schraubenkopf- und Mutterformen DIN 475

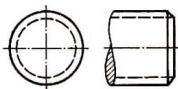
Schraubenenden (DIN 78 vom Aug. 1953) werden verschieden ausgeführt. Schrauben in der Ausführung *g* (s. oben) erhalten

meist eine Linsenkuppe (116.2), doch ist auch der Kegelansatz (116.3) zulässig. Schrauben in den Ausführungen *m* und *mg* werden mit einem Kegelansatz ausgeführt, in den Abmessungen unter M 18 ist jedoch auch die Linsenkuppe zulässig. Kegelansatz und Linsenkuppe sind in den Längenmaßen enthalten.

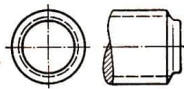
Kernansatz (116.4), **Zapfen** (116.5), der auch zur Aufnahme eines Splintes durchbohrt sein kann (116.6), und **Ansatzkuppe** (116.7) schränken eine Beschädigung des Gewindeendes ein und werden



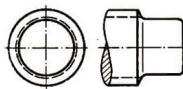
116.2 Linsenkuppe



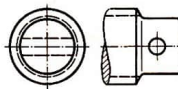
116.3 Kegelansatz



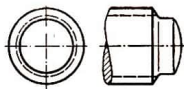
116.4 Kernansatz



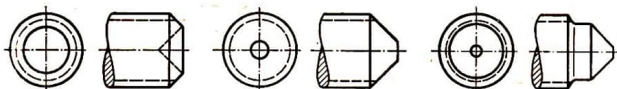
116.5 Zapfen



116.6 Splintzapfen

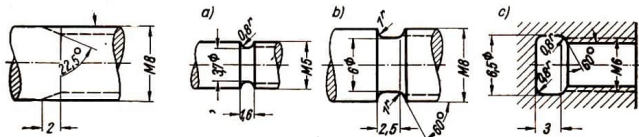


116.7 Ansatzkuppe

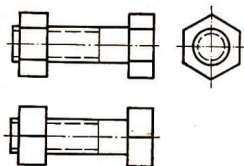


gern für Spann- und Druckschrauben vorgesehen. *Ringschneiden* (117.1) kommen für Stellschrauben an Stellringen in Betracht. Die *Spitze* (117.2) und die *Ansatzspitze* (117.3) treten an Sicherungsschrauben auf und werden in kegelse Senkungen eingelassen. Auch alle diese Schraubenenden sind in das Längenmaß einzubeziehen.

Gewindeauslauf und Gewinderillen (DIN 76, Bl. 1 vom Nov. 1953). Der Gewindeauslauf (117.4) liegt außerhalb der bemaßten Gewindelänge und wird gewöhnlich nicht gezeichnet (113.6). Gewinderillen (117.5) dagegen müssen ausführlich dargestellt und bemaßt werden. Die Beispiele 117.5a bis c gelten für Regelfälle.



Als Halbmesser dient $e/2$. Nun werden die Gewindekreise in der Draufsicht mit $d/2$ und $d_1/2$ als Zirkelöffnung geschlagen, die überflüssigen Linien abradiert und die verbleibenden nachgezogen. In der Ansicht, die drei Seitenflächen der Mutter zeigt, fallen die Ecken fort. In der Vorderansicht und in der Seitenansicht wird das Gewinde nicht gezeichnet. Die Köpfe der Sechskantschrauben sind niedriger als die Muttern und nur an einer Seite abgefast.



118.1 Sinnbild

Bei der vereinfachten Darstellung der Sechskantschrauben und -mutter werden die Fasenbogen fortgelassen, und die übliche Form des Schraubenendes wird nicht dargestellt (118.1).

Normung. Schrauben, Muttern und ähnliche Gewindeteile sind weitgehend genormt und tragen genormte Bezeichnungen, aus denen alle Merkmale hervorgehen und die das Zeichnen solcher Werkstücke oft überflüssig machen.¹⁾ Diese Bezeichnungen finden Verwendung bei der Bestellung, der Eintragung in die Lagerkartei u. a. und in Stücklisten.

Beispiel:

Sechskantschraube M 16 × 1,5 × 40 TGL 0-960 mg 5D

Darin bedeutet:

<i>Sechskantschraube</i>	= Benennung des Werkstücks,
M 16 × 1,5	= Metrisches Feingewinde, Gewindedurchmesser 16 mm, Steigung 1,5 mm.
40	= Länge des Schaftes in mm einschließlich des Kegelsansatzes oder der Linsenkuppe,
TGL 0-960	= Bezeichnung des TGL-Blattes, das die Schraubenform und -maße angibt,
mg	= Kennbuchstabe für die Ausführung der Schraube (mg = mittelgrob),
5D	= Werkstoffkennzeichen.

Mit dem Werkstoffkennzeichen werden die Festigkeitseigenschaften für Stahl angegeben. Das Werkstoffkennzeichen besteht aus einer Zahl und einem Großbuchstaben, z. B. „5D“. Die Zahl 5 gibt eine Mindestzugfestigkeit von 50 kp/mm² an. Der Buchstabe D bedeutet eine Mindeststreckgrenze von 28 kp/mm² und eine Mindestdehnung von 22 %, wie aus der folgenden Übersicht hervorgeht.

Bedeutung der Werkstoffkennzeichen (Auszug aus DIN 267 vom Jan. 1954)

Werkstoffkennzeichen	4A	4D	4P	4S	5D	5S	6E	6G	6S	8G	10K	12K
Mindestzugfestigkeit in kp/mm ²	34	37			50		60			80	100	120
Mindeststreckgrenze in kp/mm ²	20	21	21	32	28	40	36	54	48	64	90	108
Mindestdehnung in %	30	25	—	14	22	10	18	12	8	12	8	8

¹⁾ Siehe DIN-Taschenbuch 10 „Schrauben, Muttern und Zubehör“, hrsg. vom Deutschen Normenausschuß, Berlin sowie die entsprechenden TGL-Blätter.

Die Festigkeitseigenschaften können zumeist durch mehrere Ausgangswerkstoffe erreicht werden.

Bei Teilen, die nicht aus Stahl bestehen, wird das dafür gültige Werkstoffkürzzeichen angegeben:

Sechskantschraube M 16 × 1,5 × 50 TGL 0 - 960 mg Ms 58

Eine zusätzliche Oberflächenbehandlung wird am Schluß angegeben:

Sechskantschraube M 16 × 50 TGL 0 - 931—5D verzinkt

Die Teile haben kein bestimmtes Aussehen; es wird auch dann nicht verlangt, wenn in älteren Fertigungsunterlagen ein entsprechender Hinweis, z. B. „bl“ (= blank), hinter die Bezeichnung des Gegenstandes gesetzt ist:

Sechskantschraube mit Spitze bl M 8 × 30 DIN 564—5 S

Die *Ausführung* bezieht sich auf die Oberflächenbeschaffenheit, auf die Maßgenauigkeit und auf mittige Lagen, z. B. des Schraubenkopfes zum Schaft. Es sind drei Ausführungsgrade vorgesehen, „mittel“, „mittलगrob“ und „grob“, die aber nicht mit den Gütegraden fein, mittel und grob für Gewindetoleranzen (s. S. 116) zu verwechseln sind.

Auszug aus DIN 267 vom Jan. 1954

Ausführung	Oberflächenbeschaffenheit		Maßgenauigkeit
	Schraube	Mutter	
m (mittel)	Gewinde und alle Flächen ∇ ∇	Gewinde und alle Flächen ∇ ∇	Die Maßgenauigkeit betrifft die Einhaltung von Herstellungstoleranzen nach ISA, deren Rahmen für die Ausführung m am engsten und für die Ausführung g am weitesten gezogen ist.
	jedoch Kuppen ∇		
mg (mittलगrob)	Gewinde, Schaft und Auflagefläche ∇ ∇	Gewinde und Stirnflächen ∇ ∇	
	alle übrigen Flächen ~	Schlüsselflächen ~	
g (grob)	Gewindeflanken und Kerndurchmesser ∇	Gewindeflanken und Gewindeaußendurchmesser ∇	
	Gewindeaußendurchmesser und alle übrigen Flächen ~	Kerndurchmesser und alle übrigen Flächen ~	

Nachstehend sind einige solcher genormten Teile dargestellt.



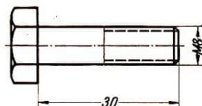
120.1 Sechskantschraube
M 8 × 25 TGL 0-931 - 5 S



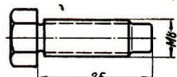
120.2 Sechskantschraube
M 8 × 25 Sz¹⁾ TGL 0-931 - 4 D
verkadmet



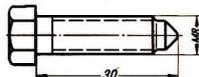
120.3 Sechskantschraube
M 8 × 25 S²⁾ TGL 0-931 - 8 G
verzinkt



120.4 Sechskantschraube
M 8 × 30 TGL 0-601



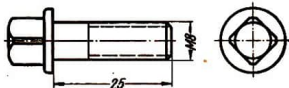
120.5 Sechskantschraube mit
Zapfen M 8 × 25 TGL 0-561 - 8 G



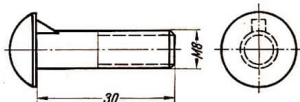
120.6 Sechskantschraube mit
Spitze B³⁾ M 8 × 30 DIN 564 - 5 S

Der sechskantige Kopf ist in der Schraubenlänge nicht einbegriffen.

Schraubensonderformen. Die Vierkantschraube wird als Spannschraube im Werkzeugmaschinenbau verwendet, wobei der Bund das Abgleiten des Schraubenschlüssels verhindert (120.7). Halbrundschauben nach TGL 0-607 sind rohe Schrauben und haben eine Nase, damit sie sich beim Anziehen der Mutter nicht mitdrehen (120.8).



120.7 Vierkantschraube mit Bund
M 8 × 25 TGL 0-478 - 5 S



120.8 Halbrundschraube
M 8 × 30 TGL 0-607

Stiftschrauben und Gewindestifte. Stiftschrauben sollen am Einschraubende einen *Kegelansatz* und am anderen Ende eine Linsenkuppe tragen. Als Länge der Stiftschraube gilt der nach dem Einschrauben aus dem Werkstoff herausragende Teil. Die Einschraublänge, in die der Gewindeauslauf ausnahmsweise einbezogen ist, richtet sich nach dem Werkstoff, in dem die Schraube befestigt wird, und beträgt beim Einschrauben

in Stahl	1 ×	} Gewindedurchmesser
in Grauguß	1,25 ×	
in Aluminiumlegierung	2 ×	
in Weichmetall	2,5 ×	

¹⁾ Sz = mit Schlitz

²⁾ S = mit Splintloch

³⁾ Mit Auslauf

Einschraubende und Schaftende tragen nicht immer die gleichen Gewinde, wie Bild 121.1 zeigt. Es stellt eine Stiftschraube dar, bei der der Schaftdurchmesser etwa dem Gewindeflanken-Durchmesser entspricht und die als Ausführung B gekennzeichnet wird. Bei der Ausführung A ist der Schaftdurchmesser gleich dem Gewindedurchmesser (121.2). *Gewindestifte mit Spitze* (121.3) tragen das Gewinde über die ganze Länge, weil sie ganz in den Werkstoff eingedreht werden und nicht herausragen sollen.

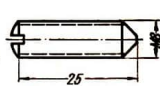
Schlitzschrauben. Die Köpfe der Zylinderschraube (121.4), der Halbrundschräube (121.6), der Linsenschraube (121.7) und der Rändelschraube (121.9) gehören nicht zur Schraubenlänge. Dagegen werden die Köpfe der Senkschraube (121.5) und der keglige sowie der zylindrische Teil am Kopf der Linsensenkschraube (121.8) in die Schraubenlänge einbezogen.



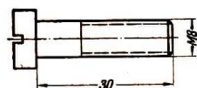
121.1 Stiftschraube B¹⁾
M 16 × 1,5 × 50 DIN 833 – 5 D



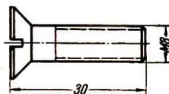
121.2 Stiftschraube
M 20 × 60 TGL 0-939 – 5 D



121.3 Gewindestift mit Spitze
M 8 × 25 TGL 0-553 – 6 S



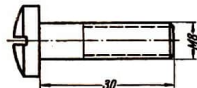
121.4 Zylinderschraube
M 8 × 30 TGL 0-84 – 5 S



121.5 Senkschraube
M 8 × 30 TGL 0-87 – 4 D



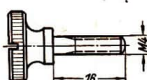
121.6 Halbrundschräube A²⁾
M 8 × 30 DIN 86 – 5 S



121.7 Linsenschraube
M 8 × 30 TGL 0-85 – 5 S



121.8 Linsensenkschraube
M 8 × 30 TGL 0-91 – 5 S



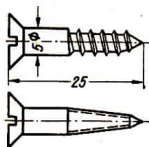
121.9 Rändelschraube
M 4 × 15 DIN 465 – M5 58

Für das Gewinde der Holzschrauben sind zwei Darstellungen möglich (122.1).

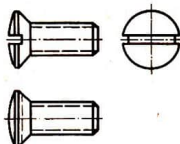
Die Schlitzkanten aller Schrauben werden beim Blick auf den Kopf unter 45° zur Schraubenachse gezogen (122.2). Ist eine dritte Ansicht, z. B. in Übersichtszeichnungen die Draufsicht, erforderlich, dann wird auch dort der Schlitzquerschnitt dargestellt.

¹⁾ Schaftdurchmesser ≈ Flankendurchmesser

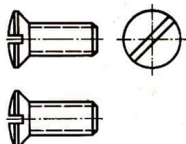
²⁾ Mit Gewinde annähernd bis Kopf



122.1 Senkholzschraube
mit Querschlitzz 5 x 25
TGL 0-97 Ms 63



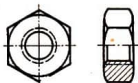
Nicht so,



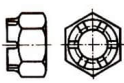
sondern so!

122.2 Schlitzschraube in drei Ansichten

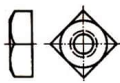
Muttern und Scheiben. Das Kernloch der Muttern ist beiderseits unter 120° bis auf den Gewindedurchmesser ausgesenkt (122.3). Sechskantmuttern sind meist auf beiden Seiten der Stirnflächen abgefast. Kronenmuttern dienen zur Aufnahme eines Splintes als Sicherung gegen Lockern (122.4). Vierkantmuttern tragen nur eine Fase oder keine und werden seltener angewendet (122.5). Ist der Werkstoff der zu verbindenden Teile weicher als der der Mutter oder ist die Auflagefläche nicht eben, dann sind Scheiben unterzulegen (122.6). Vierkantunterlegscheiben (92.3) mit passender Neigung werden an den Flanschen von I und T-Stählen gebraucht.



122.3 Sechskantmutter
M 8 DIN 934 m 4 D



122.4 Kronenmutter
M 20 DIN 935 - 5 8

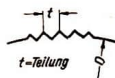


122.5 Vierkantmutter
M 6 DIN 557



122.6 Scheibe 8,4 mit
Fase DIN 125 St 37.12

Rändel und Kordel (DIN 82) erhöhen die Griffsicherheit und entstehen durch Eindrücken spitzgezahnter, gehärteter Stahlräder in den Mantel des sich drehenden Teils. Durch Herausquetschen des Werkstoffes wird der Außendurchmesser bis $0,5 t$ größer als der Drehdurchmesser (122.7). In Zeichnungen wird aber nur der Drehdurchmesser D angegeben.



122.7 Aufwerfen
des Werkstoffes

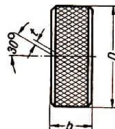
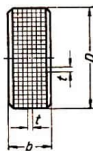
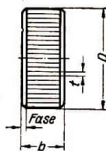
Es werden unterschieden:

Rändel
(Kanten erhöht)
für alle Werkstoffe

Kreuzrändel
(Spitzen erhöht)
für Hartgummi u. a.

Kordel
(Spitzen erhöht)
für Leichtmetall,
Messing, Fiber u. a.

Negativkordel
(Kanten erhöht)
für Stahl



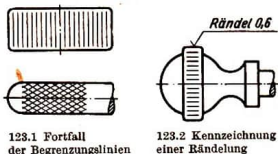
Die Größe der Teilung t ist abhängig von dem Durchmesser D und der Breite b . Bei Breiten über 6 mm ist die Fasenhöhe gleich der Teilung t , sonst ist sie geringer. Anstelle der Fase kann eine Rundung gewählt werden.

Rändel und Kordel werden mit Volllinien in der Dicke der Maßlinien angedeutet und haben keine seitlichen Begrenzungslinien, wenn sie auf einer Wölbung auslaufen oder auf einem Teil des Mantels liegen (123.1). Die Kordelstriche liegen unter 30° zur Mittelachse.

Eine Rändelung mit einer Teilung $t = 0,6$ mm wird bezeichnet (123.2)

„Rändel 0,6“

Der Bezugshaken kann u. U. mit einem Oberflächenzeichen in Verbindung stehen.

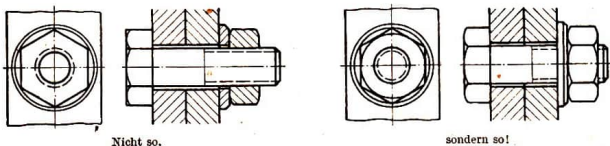


7.13 Arten der Schraubenverbindungen

Schraubenverbindungen sind lösbar und lassen sich beliebig oft auseinandernehmen und zusammensetzen.

Maschinenschraubenverbindung (123.3). Die zu verbindenden Teile haben durchgehende Löcher zum Einstecken des Schraubenschaftes. Muttern und Unterlegscheiben werden in einer Schnittzeichnung nicht geschnitten dargestellt. Die Schraubenlänge wird so gewählt, daß das Schaftende aus der Mutter nur wenig herausragt. Die Trennlinie der zusammengeschraubten Werkstücke wird bis an den Schraubenschaft herangeführt.

Durchgangslöcher (DIN 69) sind etwas größer als die Schraubendurchmesser und haben kein Gewinde.



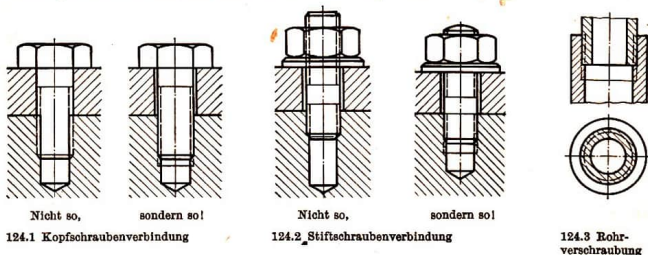
123.3 Maschinenschraubenverbindung

Kopfschraubenverbindung (124.1). Das untere Werkstück hat ein Gewindegrundloch, das obere ein Durchgangsloch. Von dem Gewindegrundloch ist nur der Teil zu sehen, der von dem Schraubenschaft nicht verdeckt wird. In Grauguß und Leichtmetall werden Kopfschrauben wegen des Ausbrechens der Gewindegänge möglichst vermieden.

Stiftschraubenverbindung (124.2). Stiftschrauben werden in der ganzen Länge des Einschraubgewindes fest eingedreht. Die Trennlinie der zu verbindenden Teile und die Gewindegrenzungsline des Einschraubendes liegen daher in gleicher Höhe.

Für Stiftschrauben ohne Gewinderille am Einschraubende ist eine Aussenkennung des Gewinde Lochs unter einem Senkwinkel von 60° und für Stiftschrauben in Leichtmetall eine zylindrische Aussenkennung empfehlenswert.

Rohrverschraubung (124.3). Bei einer im Schnitt dargestellten Rohrverschraubung wird das Innengewinde des äußeren Rohres nur soweit dargestellt, als es durch das Außengewinde des inneren Rohres nicht verdeckt wird.

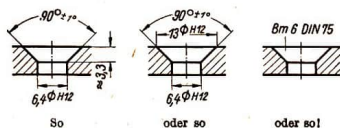


7.14 Senkungen und Schraubensicherungen

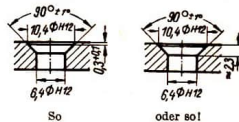
Senkungen (DIN 75, Bl. 1 vom Febr. 1950; Bl. 2 vom Febr. 1956) dienen zur Aufnahme von Schraubenköpfen. Die Köpfe der Senk- und Linsensenkschrauben werden in kegliche Senkungen eingelassen, wovon die folgenden genormt sind:

- A für Senkschrauben TGL 0-63 und Linsensenkschrauben TGL 0-91; Ausführung mittel und fein,
- B für Senkschrauben TGL 0-87 und TGL 0-7987, Linsensenkschrauben DIN 88 und DIN 7988; Ausführung mittel und fein,
- C für Senkblechschrauben TGL 0-7972 und TGL 0-7982, Linsensenkblechschrauben TGL 0-7973 und TGL 0-7983,
- D für Senkholzschrauben TGL 0-97 und TGL 0-7997, Linsensenkholzschrauben TGL 0-95 und TGL 0-7995.

Die Senkung „fein“ hat eine zylindrische Vertiefung und kommt für Feinmechanik und Feinwerkzeugmaschinenbau in Betracht. Die Senkungen können verschieden bemaßt werden (124.4 und 124.5). Der Mittelpunkt für das Winkemaß liegt im Schnittpunkt der verlängerten Kegelseiten. Ist die Senktiefe größer als die Dicke des Werkstoffes, dann wird das Anschlußteil etwas

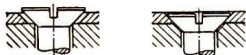


124.4 Senkung B „mittel“, Gewindedurchmesser 6 mm



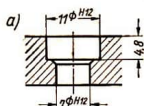
124.5 Senkung A „fein“

weiter als das Außenteil ebenfalls ausgesenkt, da es sonst nicht angezogen wird (125.1).



125.1 Angesenktes Anschlußteil

Für die Köpfe der Zylinderschrauben wird der Werkstoff zylindrisch ausgesenkt (125.2). Laut DIN 75 sind hierfür die Senkungen H für Zylinderschrauben TGL 0-84, I für Zylinderschrauben DIN 6912, K für Zylinderschrauben TGL 0-912 in den Gütegraden „mittel“ und „fein“ vorgesehen. Es ist ratsam, alle Maße für eine Senkung in dieselbe Ansicht einzutragen.



b) Hm 12 DIN 75



125.2 Zylindrische Senkung H „mittel“; a) bei Maßeintragung, b) bei Anwendung von Kurzzeichen

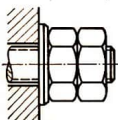
Schraubensicherungen. Schraubenverbindungen, die Erschütterungen ausgesetzt sind, müssen gegen Lockern gesichert werden. Das geschieht u. a. durch:

Zwei Muttern (125.3), wobei die zuerst aufgeschraubte niedriger sein kann.

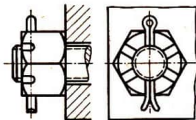
Kronenmutter mit Splint. Die Nachstellmöglichkeit ist durch mehrere Schlitzte in der Krone gewährleistet (125.4).

Sicherungsblech mit Lappen (125.5), der nach dem Festziehen je nach Stellung der Schraube oder der Mutter umgebogen wird (125.5). Die Sicherung ist aber nur gewährleistet, wenn Schraube und Mutter gesichert sind.

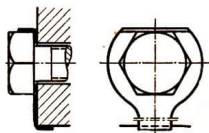
Sicherungsblech mit Nase (125.7), die vor dem Festziehen und Umbiegen in eine Bohrung eingelassen wird (125.8). Auch hier muß sowohl die Schraube als auch die Mutter gesichert sein.



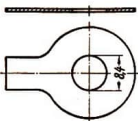
125.3 Sicherung durch Doppelmutter



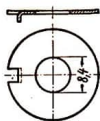
125.4 Kronenmutter mit Splintssicherung



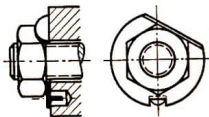
125.5 Sicherungsblech mit Lappen



125.6 Sicherungsblech 8,4 DIN 93 St VII 23



125.7 Sicherungsblech 8,4 DIN 432 St VII 23



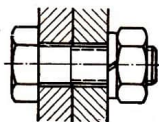
125.8 Sicherungsblech mit Nase



126.1 Federscheibe
A 8 DIN 137



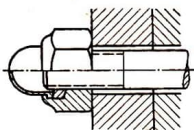
126.2 Federring
A 8 DIN 127



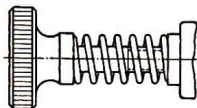
126.3 Federringsicherung



126.4 Sechskant-
mutter M 12
DIN 985 - 5 S



126.5 Hutmutter
mit Vulkanüberterring
DIN 986



126.6 Hemmfeder

Federscheibe (126.1) oder *Federring* (126.2). Federringe haben meißelförmig angeschärfte Enden, die in den Werkstoff eindringen (126.3).

Selbstsichernde Muttern (126.4) haben einen harten, chloridfreien Vulkanföberring, in den sich das Bolzengewinde beim Aufschrauben eindrückt (126.5).

Das Verdrehen nicht festgezogener Stellschrauben wird durch *Hemmfedern* erschwert (126.6).

7.15 Kleindarstellungen

Bohrungen, Senkungen, Gewinde und Schraubenverbindungen können vereinfacht dargestellt werden (s. S. 127).

Hierbei werden Maß- und Maßhilfslinien durch Bezugsstriche ersetzt. Sie führen von den Darstellungen zu den Maßbezeichnungen.

Bei Lochgewinden werden Bezugsstriche angewendet, wenn der Außendurchmesser auf dem Zeichenbogen 5 mm oder weniger beträgt. Dasselbe kann auch für Bohrungen, Senkungen und Schraubenverbindungen angenommen werden.

Kleinste Darstellungen werden durch Mittellinien angedeutet. Die Bezugsstriche liegen hierbei stets auf der Seite, auf der die Bohrungen, Senkungen und Gewinde beginnen oder die Schrauben eingesteckt werden. Sind diese verdeckt, so wird eine sinngemäße Bezeichnung hinzugefügt, z. B. „untenliegend“, „von unten einfügen“ oder andere, und die Bezugslinie gestrichelt.

Bei gedrückten Gewinden muß hinter dem Gewindekurzzeichen die Angabe „gedrückt“ stehen (126.7). Blechdurchzüge (TGL 0-7952) mit Innengewinde sind als solche zu bezeichnen (126.8). Wird Gewinde in eine Buchse erst nach dem Einnieten geschnitten, so ist in der Darstellung der Buchse nur das Kernloch vorzusehen (126.9) und das Gewinde in der Übersichtszeichnung anzugeben (126.10).



126.7 Gedrücktes
Gewinde



126.8 Blechdurchzug



126.9 Buchse
ohne Gewinde



126.10 Eingebaute
Buchse mit Gewinde

Beispiele von Kleindarstellungen (Auszug aus DIN 30 vom Aug. 1940)

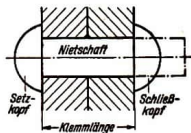
	Vorderansichten		Draufsichten	
	vereinfacht	weiter vereinfacht	vereinfacht	weiter vereinfacht
Bohrungen				
Senkungen				
Gewinde				
Schraubenverbindungen				

Stahlbauzeichnungen s. S. 211.

7.2 Nietverbindungen

Nietverbindungen sind unlösbar, ein Auseinandernehmen ohne Zerstörung der Niete oder der verbundenen Teile ist nicht möglich. Der geschlagene Niet besteht aus Setzkopf, Schaft und Schließkopf (127.1).

Der **Setzkopf** befindet sich am **Schaft** des Rohnietes, während der **Schließkopf** erst bei der Nietarbeit am anderen Schaftende entsteht. Die Gesamtdicke der zu verbindenden Teile heißt **Klemmlänge**. Zum bequemen Einstecken der Niete werden die Nietlöcher etwas größer ausgeführt als die **Rohnietdurchmesser**. Durch Hämmern oder Pressen wird der Nieten auf den Nietlochdurchmesser gestaucht und zugleich der Schließkopf gebildet.



127.1 Nietung

Es gibt Halbrundniete, Senkniete, Linsenniete und Flachrundniete (129.1 bis 4). Der Schließkopf kann eine andere Form als der Setzkopf haben.

Der Durchmesser des geschlagenen Nietes, der *Nietlochdurchmesser*, richtet sich nach der kleinsten zur Verbindung gehörenden Plattendicke und ist für die Berechnung und Bemaßung ausschlaggebend.

7.21 Arten

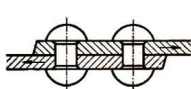
Es gibt feste, feste und dichte und dichte Nietverbindungen:

Feste Nietverbindungen haben den Zweck des festen Zusammenhaltens der verbundenen Teile, in denen häufig sehr große Kräfte wirken. Hierzu gehören Nietverbindungen des Stahlbaues, z. B. Stützen, Brücken, Krane, Dachkonstruktionen, Blechträger usw.

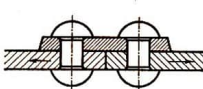
Feste und dichte Nietverbindungen haben Bedeutung im Kesselbau. Hier sollen die Nähte nicht nur fest, sondern auch dicht sein, um das Entweichen des unter Druck stehenden Kesselinhaltes zu verhüten.

Dichte Nietverbindungen sind im Behälterbau üblich.

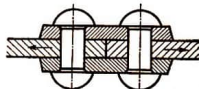
Überinandergeschobene und vernietete Bleche ergeben eine *Überlappungsnietung* (128.1). Wird jedoch über stumpf aneinanderstoßende Bleche eine Lasche gelegt, dann handelt es sich um eine *Laschennietung* (128.2). Bei der *Doppellaschennietung* (128.3) werden auf beide Seiten der Bleche Laschen gelegt. Es gibt ferner *einschnittige* (128.1 u. 2) und *mehrschnittige* (128.3) *Nietungen*, je nachdem, ob die Klemmlänge aus den Dicken zweier oder mehrerer Bleche besteht, der Nieten also ein- oder mehrmals auf Abscheren beansprucht wird. Überlappungsnietungen und Laschennietungen sind demnach einschnittig, Doppellaschennietungen hingegen zweischnittig. Die Abmessungen für Nietverbindungen ergeben sich aus Festigkeitsberechnungen, Erfahrungswerten und Zahlentafeln, die in technischen Handbüchern enthalten sind.



128.1 Zweireihige Überlappungsnietung



128.2 Einreihige Laschennietung



128.3 Einreihige Doppellaschennietung

7.22 Niete von 1 ... 9 mm Durchmesser

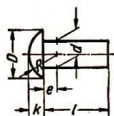
Diese Niete (129.1 bis 4) werden in kaltem Zustande genietet. Solche Verbindungen sind weder sehr dicht, noch vermögen sie größeren Kräften standzuhalten. Der Schaftdurchmesser d wird in vorgeschriebenem Abstände e vom Kopfe gemessen.

Der Nietbezeichnung werden Durchmesser und Länge des Rohnietes beigefügt. Als Nietlänge gilt bei Halbrund-, Linsen- und Flachrundnieten die Schaftlänge ohne Setzkopf und bei Senknieten die Schaftlänge mit Setzkopf.

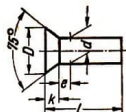
Die vollständige Bezeichnung eines Senknietes vom Durchmesser $d = 5$ mm und der Länge $l = 12$ mm aus weichem Messing 63 lautet:

Senkniet 5 × 12 DIN 661 Ms 63 w

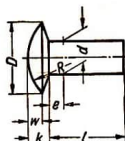
Weitere Niete sind: Riemenniet DIN 675, Nietstift DIN 7341, Niet für Brems- und Kupplungsbeläge DIN 7338, Rohrniet DIN 7340, Hohlriet DIN 7331 und 7339.



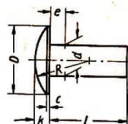
129.1 Halbrundniet
DIN 680



129.2 Senkniet
DIN 661



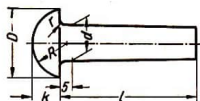
129.3 Linsenniet
DIN 662



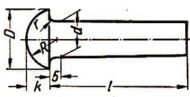
129.4 Flachrundniet
DIN 674
mit großem Kopf

7.23 Stahlbau- und Kesselbauniete (DIN 123, Bl. 1 vom Juni 1956 und DIN 124, Bl. 1 vom Juni 1956)

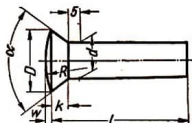
Diese Niete haben Durchmesser von 10...36 mm und werden vor dem Einführen in die Nietlöcher am Schaftende hochgradig erhitzt und dann warm genietet.



129.5 Halbrundniet DIN 123, Bl. 1
für Kesselbau



129.6 Halbrundniet DIN 124, Bl. 1
für Stahlbau



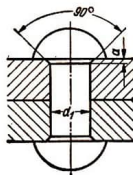
129.7 Senkniet DIN 302, Bl. 1
für Stahlbau und Kesselbau

Der Durchmesser d_1 des geschlagenen Nieten (129.8) ist 1 mm größer als der Rohnietdurchmesser d . Dieser soll etwa 5 mm unterhalb des Kopfes vorhanden sein. Auf etwa 50 mm Länge darf der Schaft keglig auf den Durchmesser des für die Herstellung verwendeten Werkstoffs abfallen.

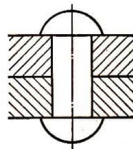
Rohnietdurchmesser in mm	10	12	14	16	18	20	22	24	27	30	33	36
Nietlochdurchmesser in mm	11	13	15	17	19	21	23	25	28	31	34	37

Die fettgedruckten Größen werden bevorzugt.

Kesselnietlöcher erhalten kegliche Senkungen (129.8). Für die Übergangsroundung zwischen Nietenchaft und Setzkopf wird das Nietloch unter 90° ausgesenkt. Die Senktiefe a ist gleich dem Halbmesser r . Stahlbauniete haben eine wesentlich kleinere Ausrundung, so daß die Nietlöcher nur entgratet werden (129.9).



129.8 Kesselnietung

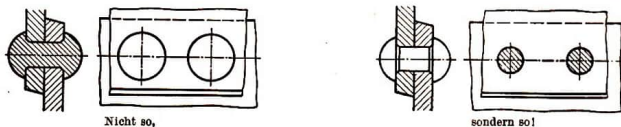


129.9 Stahlbaunietung

7.24 Darstellung

Niete werden nicht im Längsschnitt gezeichnet (130.1). Beim Blick auf die Nietung in Richtung der Nietachsen (Draufsicht) werden die Niete so dargestellt, als seien die Köpfe abgebrochen. Die Niete werden somit durch schraffierte Kreise von Niet-schaftdurchmesser dargestellt, auch dann, wenn es sich um Senkniete handelt. Sind die Schaftdurchmesser bei kleinen Zeichnungsmaßstäben jedoch zu klein, dann werden die Kreise der Köpfe gezeichnet. Die Schraffur fällt dann fort.

Sinnbilder für Niete in Stahlbauzeichnungen s. S. 215.



130.1 Darstellung einer Kesselnietverbindung

Kleindarstellungen für Nietverbindungen (Auszug aus DIN 30 vom Aug. 1940)

Vorderansicht		Draufsicht	
Vereinfachung	weitergehende Vereinfachung	Vereinfachung	weitergehende Vereinfachung
2x5 DIN 680 St 30.43 mit Senk-Schließkegel	2x5 DIN 680 St 30.43 mit Senk-Schließkegel	2x5 DIN 680 St 30.43 mit Senk-Schließkegel	2x5 DIN 680 St 30.43 mit Senk-Schließkegel

Stahlbauzeichnungen s. S. 214.

7.3 Keile, Federn, Bolzen, Stifte

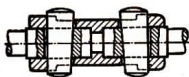
Keile erzeugen vermöge ihres Anzugs Pressungen. Keilverbindungen sind mithin *Spannungsverbindungen* und halten die Werkstücke meist durch Selbsthemmung zusammen. Es gibt Querkeile, Längskeile, Spann- und Nachstellkeile.

Querkeile dienen gewöhnlich zur Verbindung von Stangen (131.1) und werden eingeschlagen, eingedrückt oder eingezogen.

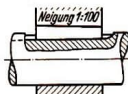
Die *Keilneigung* beträgt 1:15 bis 1:25, wenn die Verbindung oft gelöst werden muß, sonst 1:30 oder 1:40 und für Dauerverbindungen bis 1:100.

Längskeile (Treib-, Nasen-, Flach-, Hohl- und Einlegekeile) dienen vorwiegend zur Befestigung von Zahnrädern und Riemenscheiben auf Wellen (131.2). Sie erfordern einen strammen Sitz der zu verbindenden Teile und liegen in Nuten. Die Neigung aller Längskeile beträgt 1:100. Sie ruft beim Eintreiben Pressungen zwischen der Rückenfläche des Keiles und dem Grunde der Nabennut, der ebenfalls 1:100 geneigt ist, und zwischen der Bauchfläche und dem Grunde der Wellennut hervor.

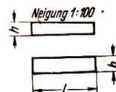
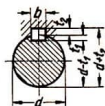
Keile bestehen aus gezogenem Flußstahl nach DIN 6880 mit 60 kg/mm² Mindestzugfestigkeit und werden sauber eingepaßt.



131.1 Stangenverbindung durch Querkeile

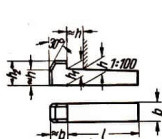


131.2 Verbindung durch Längskeil

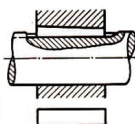


131.3 Treibkeil (Keil B DIN 6886)

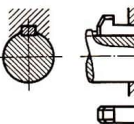
Treibkeile haben gerade Stirnflächen (131.3). Kann nur von einer Seite ein- und ausgetrieben werden und sind andere Keile nicht zu verwenden, dann werden *Nasenkeile* gewählt (131.4). Treibkeile und Nasenkeile vermögen große Kräfte zu übertragen. *Flachkeile* sind nicht so tief in die Nut eingelassen (131.5 u. 6), können aber auch auf einer Abflachung der Welle liegen. *Hohlkeile* sitzen auf der Welle lediglich durch Reibung fest und übertragen nur geringe Kräfte (131.7 u. 8). *Einlegekeile* (131.9) haben runde Stirnflächen, werden anstelle der Treibkeile und Nasenkeile gebraucht, sofern der Platz zum Aus- und Eintreiben fehlt, und vor dem Auf-schieben der Nabe eingelegt.



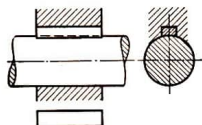
131.4 Nasenkeil DIN 6887



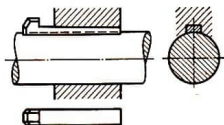
131.5 Flachkeil DIN 6883



131.6 Nasenflachkeil DIN 6884



131.7 Hohlkeil DIN 6881



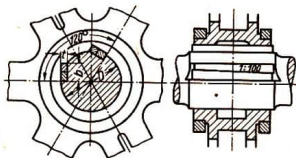
131.8 Nasenhohlkeil DIN 6889



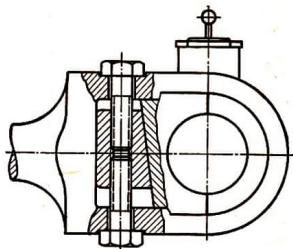
131.9 Einlegekeil (Keil A DIN 6886)

Tangentkeile (DIN 271) übertragen sehr große Kräfte, z. B. von Kurbelwellen auf Schwungräder, und werden paarweise verwendet (132.1). Tritt wie in Walzwerken stoßartiger Wechsel-druck auf, dann werden Tangentkeile mit größeren Abmessungen gewählt (DIN 268).

Spann- und Nachstellkeile haben größere Neigungen (1:10 oder 1:5) und damit keine Selbsthemmung (132.2). Ein solcher Keil wird durch eine Schraube verstellt und die Lage durch eine Gegenschraube gesichert.



132.1 Tangentkeile DIN 271

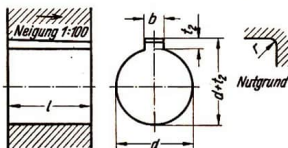


132.2 Stangenkopflager mit Spann- und Nachstellkeil

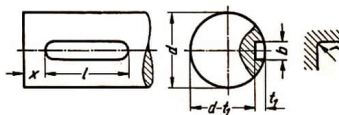
Keile haben genormte Bezeichnungen. Ein Treibkeil von 12 mm Breite, 8 mm Höhe und 70 mm Länge aus St 60.11 wird bezeichnet:

Keil B 12 × 8 × 70 DIN 6886 St 60

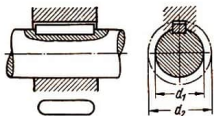
Beim Treib- und beim Einlegekeil (131.3 u. 131.9) wird die Keilhöhe am *dicken* Ende, beim Nasenkeil (131.4) in der *Entfernung* $\approx h$ von der Nase gemessen. Die vollkommene *Bemaßung der Naben- und der Wellennut* zeigen die Bilder 132.3 und 132.4. Weitere Beispiele für die Bemaßung von Nuten in kegigen Naben bzw. Wellen s. DIN 406. Toleranzen für die Nuten sind in den DIN-Blättern für Keile enthalten.



132.3 Bemaßung der Nabenut



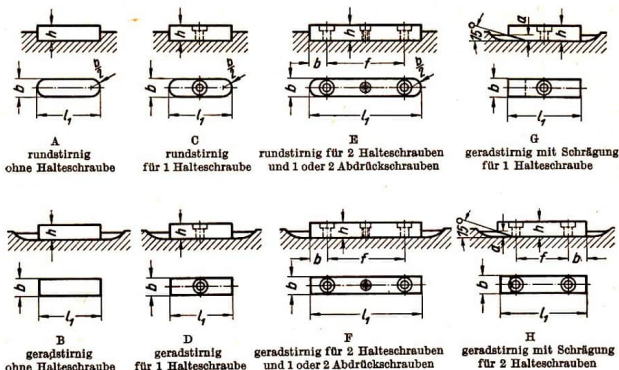
132.4 Bemaßung der Wellennut



132.5 Paßfeder A DIN 6885, Bl. 1

Federn. *Paßfedern* haben keine Neigung und tragen nur mit den schmalen Seitenflächen (132.5). Sie lassen eine gegenseitige Verschiebung von Welle und Bohrung in Längsrichtung zu und dienen nur zur Sicherung deren Lage und zur Führung, nicht aber zur Befestigung oder zur Übertragung größerer Kräfte. Solche Verbindungen heißen *Mitnehmerverbindungen*.

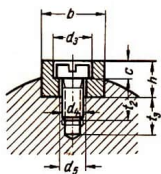
Federn bestehen aus Flußstahl mit 60 kp/mm² Mindestzugfestigkeit und werden rund- oder geradstirnig ausgeführt, je nachdem, ob sie in eine mit dem Schaft- oder mit dem Scheibenfräser gefertigte Nut gelegt werden (133.1).



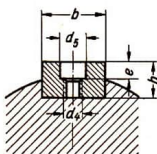
133.1 Paßfedern DIN 6885, Bl. 1 (Febr. 1950)

Alle geradstirnigen Federn und die rundstirnigen, sofern diese zur Führung betrieblich verschiebbarer Teile dienen, sind *gegen Herausfallen* aus der Nut zu *sichern* und mit Zylinderschrauben (TGL 0-84) zu befestigen (133.2). Federn unter 8×7 Querschnitt dagegen werden verstiftet, verstemmt oder fest eingepaßt. Zum bequemen Lösen aus der Nut dienen *Abdrückschrauben* oder *Schrägungen*. Die Befestigungsschrauben sollen so bemessen sein, daß sie als Abdrückschrauben in die Gewindelöcher eingeschraubt werden können (133.3). Paßfedern für Werkzeugmaschinen sind auf DIN 6885, Bl. 2, genormt.

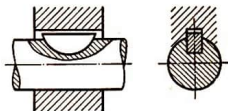
Scheibenfedern haben Seitenflächen in der Form von Kreisabschnitten und sind besonders an Werkzeugmaschinen üblich (133.4).



133.2 Festgeschraubte Paßfeder DIN 6885, Bl. 1



133.3 Gewindeloch für Abdrückschraube DIN 6885, Bl. 1



133.4 Scheibenfeder DIN 6888

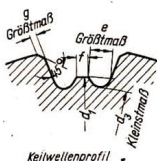
Die Herstellung ist verhältnismäßig billig, doch wird die Welle durch die tiefere Nut merklich geschwächt. Breite und Höhe des aus der Nut herausragenden Teiles der Scheibenfeder entsprechen den Maßen bei Paßfedern. Halbrundstahl für Scheibenfedern nach DIN 6882 mit 60 kp/mm^2 Mindestzugfestigkeit.

Keilwellen übertragen große Kräfte, außerdem sitzt die aufgeschobene Nabe vollkommen zentrisch (134.1).

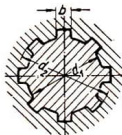
Die vorstehenden Rippen haben überall gleiche Höhe und sind als einzelne Längsfedern anzusehen. Keilwellen und Keilnaben sind für Verschieberäder besonders in Hochleistungsschaltgetrieben sehr geeignet und auf DIN 5461 bis 5465, 5471 und 5472 genormt.

Kerbverzahnungen schwächen die Welle in nur geringem Maße und übertragen bei selbstmittendem Lauf der Nabe große Kräfte (134.2). Voraussetzungen hierfür sind genaue Zahnteilungen und Zahnflankenwinkel.

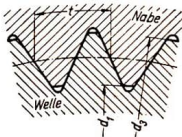
Zahnnaiben- und Zahnwellenprofile mit Evolventenflanken s. DIN 5482.



134.1 Keilwelle und Keilnabe DIN 5463



Keilnabenprofil



134.2 Kerbverzahnung
DIN 5481, Bl. 1

Auch Federn haben genormte Bezeichnungen. Für eine Paßfeder der Form A von 20 mm Breite, 12 mm Höhe und 100 mm Länge aus St 60.11 lautet die Benennung:

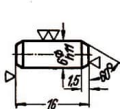
Paßfeder A 20 × 12 × 100 DIN 6885 St 60

Die Bemaßung der Wellen- und der Nabennut ist ähnlich der bei Keilnuten (132.3 und 132.4), eine Neigung im Nabennutgrund ist jedoch nicht vorhanden.

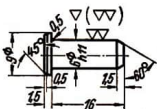
Bolzen dienen zur Herstellung von Gelenken im allgemeinen Maschinenbau, im Lokomotiv- und Wagenbau u. a.

Sie werden gewöhnlich lose gelagert und gegen Längsverschiebungen durch Scheiben und Splinte gesichert.

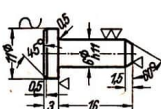
Es sind mehrere Arten genormt: Bolzen ohne Kopf (134.3), blanke (134.4) und halbblanke Bolzen mit kleinem Kopf (134.5) und halbblanke Bolzen mit großem Kopf (134.6). Jede Ausführung kann ohne oder mit Splintloch versehen sein. Außerdem



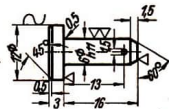
134.3 Bolzen
6h 11 × 16 DIN 1433



134.4 Bolzen
6h 11 × 16 DIN 1434

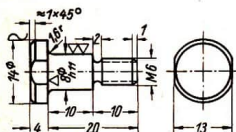


134.5 Bolzen
6h 11 × 16 DIN 1435

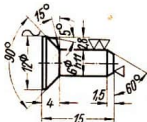


134.6 Bolzen
6h 11 × 16 DIN 1436

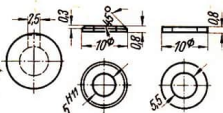
gibt es halbblanke Bolzen mit Gewindezapfen (135.1) und halbblanke Senkbolzen mit Nase (135.2), für die in dem ausgesenkten Loch eine Nut vorgesehen werden muß. Für alle Bolzen sind blanke (135.3) und rohe Scheiben (135.4) vorgesehen. Der Durchmesser des zu wählenden Splintes (135.5) ist kleiner als der des Splintlochs. Andererseits ist er abhängig von dem betreffenden Bolzen- bzw. Schraubendurchmesser. Angaben hierüber und über die Verteilung der Splinte an Bolzen- und Schraubenden (135.6) s. DIN 94.



**135.1 Bolzen 8h 11 M 6 × 10 × 18
DIN 1438**

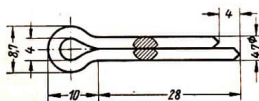


**135.2 Senkbolzen 6h 11 × 15
DIN 1439**

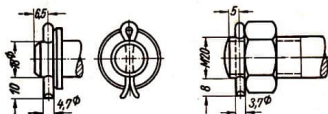


135.3 Blanke
Scheibe 5
DIN 1440

135.4 Rohe
Scheibe 5,5
DIN 1441



135.5 Splint 5 x 28 DIN 94



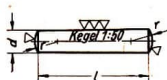
135.6 Splinte an Bolzen- und Schraubenenden DIN 94

Stifte. *Kegelstifte* haben Durchmesser von 0,6...50 mm und das Kegelverhältnis 1:50 (135.7).

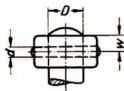
Sie dienen als Haltestifte zur Befestigung von Werkstücken, wie Ringe auf Wellen (135.8), oder als Paßstifte zur Sicherung der gegenseitigen Lage der Teile und stellen bei wiederholtem Zusammenbau die alte Lage infolge zentrierender Wirkung wieder her.

Die Durchmesser der Stifte werden am dünnen Ende gemessen.

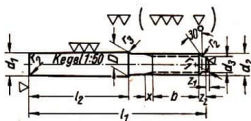
Kegelstifte können auch mit Gewindezapfen versehen sein (135.9). Für beide Arten müssen die Befestigungslöcher keglig aufgerieben werden.



135.7 Kegelstift DIN 1



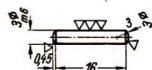
135.8 Befestigung eines Ringes durch Kegelstift DIN 1



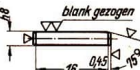
135.9 Kegelstift mit Gewindezapfen DIN 258

Zylinderstifte haben Durchmesser von 0,8... 50 mm, unterscheiden sich in der Form und in den Toleranzen und bestehen aus St 50K oder 9 S 20K.

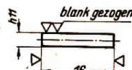
Stifte mit der Toleranz m 6 (136.1) haben Rundkuppen und sind hauptsächlich Paßstifte. Stifte mit der Toleranz h 8 (136.2) tragen Kegelansätze und werden meist als Verbindungs- und Befestigungsstifte gebraucht. Stifte mit der Toleranz h 11 (136.3) haben völlig ebene Stirnflächen und werden vorwiegend als Nietstifte verwendet. Bild 136.4 zeigt eine Paßstiftverbindung.



136.1 Zylinderstift
3 m 6 × 16 DIN 7



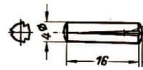
136.2 Zylinderstift
3h 8 × 16 DIN 7



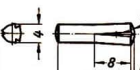
136.3 Zylinderstift
3h 11 × 16 DIN 7



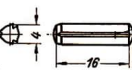
136.4 Paßstiftverbindung



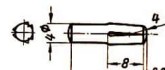
136.5 Kegelkerbstift
4 × 16 DIN 1471



136.6 Paßkerbstift
4 × 16 DIN 1472

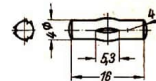


136.7 Zylinderkerbstift
4 × 16 DIN 1473

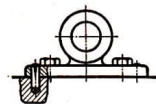


136.8 Steckkerbstift
4 × 16 DIN 1474

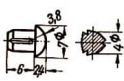
Kerbstifte haben Durchmesser bis 25 mm (136.5 bis 136.9) und sind durch eingedrückte Schlitz so weit aufgekeilt, daß gegenüber dem Loch Übermaß vorhanden ist.



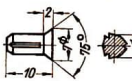
136.9 Knebelkerbstift
4 × 16 DIN 1475



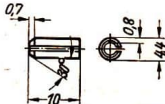
136.10 Sicherung durch
Paßkerbstift DIN 1472



136.11 Halbrundkerb-
nagel 4 × 6 DIN 1476



136.12 Senkterbnagel
4 × 10 DIN 1477



136.13 Spannstift
4 × 10 DIN 1481

Sie werden in ungeriebene Bohrungen eingetrieben, sitzen sehr fest und sind vielseitig verwendbar. Ein Beispiel zeigt Bild 136.10. In Leichtmetall sind sie jedoch nur für untergeordnete Zwecke zulässig.

Kerbnägel (136.11 u. 12) werden nicht bei Holz und nur zu solchen Verbindungen gebraucht, für die ungeriebene Bohrungen genügen und die nicht belastet und nicht gelöst werden, z. B. zur Befestigung von Schildern.

Spannstifte (136.13) sind durchgehend geschlitzte Hohlzylinder und bestehen aus Federstahl.

Beispiel einer genormten Bezeichnung. Die Benennung eines Kegelstiftes von $d = 4$ mm Durchmesser und $l = 26$ mm Länge lautet:

Kegelstift 4 × 26 DIN 1

7.4 Schweißverbindungen (DIN 1912, Bl. 1 vom Mai 1956)

Metallische Teile aus gleichem oder gleichartigem Werkstoff werden am *Schweißstoß* durch *Schweißnähte* zu einem *Schweißteil* innig miteinander verbunden.

Stoßarten

Stumpfstoß	Überlappstoß	Parallelstoß	T-Stoß	Kreuzstoß	Schrägstoß	Eckstoß	Mehrfachstoß

Die Nahtart richtet sich nach der Stoßart und nach der Nahtvorbereitung.

Nahtarten

Stumpfnähte	ohne Vorbereitung (I-Naht)		ohne Vorbereitung (Stirn-Flachnaht)	
	mit Bördelvorbereitung (Bördelnaht)			
	mit Fugenvorbereitung (z. B. V-Naht)			
Stirrnähte			mit Fugenvorbereitung (Stirn-Fugennaht)	
				
Kehlnähte	Kehlnaht	Doppelkehlnaht	Ecknaht (äußere Kehlnaht)	
				

Darüber hinaus gibt es Nahtarten, die durch Verwendung verschiedener Fugenformen oder durch Fugenformen in Verbindung mit Kehlformen entstehen und als *sonstige Nähte* bezeichnet werden. Für diese Nähte gibt es jedoch keine Sinnbilder; sie sind deshalb stets bildlich darzustellen.

Darstellung. Schweißverbindungen werden in Ansicht und bzw. oder im Schnitt entweder *bildlich* oder *sinnbildlich* dargestellt. Im Schnitt ist die bildliche und in der Ansicht die sinnbildliche Darstellung zu bevorzugen.

Schweißverfahren (DIN 1910). Für die verschiedenen Schweißverfahren sind folgende Kurzzeichen festgelegt:

G = Gasschweißen, E = Lichtbogenschweißen, UP = Unterpulverschweißen,
US = Unterschenenschweißen, SG = Schutzgas-Lichtbogenschweißen, IT = Inertschweißen

Soll maschinell geschweißt werden, ist dem Kurzzeichen ein m hinzuzufügen.

Benennung	Sinn- bild	bildliche Darstellung		sinnbildliche Darstellung	
		Schnitt	Ansicht	Schnitt	Ansicht
X-Naht Nahtdicke = Blechdicke $a = 20$ mm Nahtlänge $l = 3000$ mm Lichtbogenschweißen Güte I, Schweißposition w					
V-Naht (Nahtoberfläche sichtbar) Nahtdicke = Blechdicke $a = 12$ mm Nahtlänge $l = 1100$ mm Wurzel ausgekreuzt Kapplage gegengeschweißt					
U-Naht (Nahtoberfläche unsichtbar) Nahtdicke = Blechdicke $a = 15$ mm Nahtlänge $l = 2000$ mm Naht eingeebnet					
K-Naht Nahtdicke = Blechdicke $a = 30$ mm Nahtlänge $l = 1400$ mm					

<i>Kehlnaht</i> Allgemeines Schweißzeichen					
<i>flache Kehlnaht</i> (sichtbar) durchlaufend Nahtdicke $a = 8$ mm Nahtlänge $l = 1400$ mm Übergänge bearbeitet					
<i>gewölbte Kehlnaht</i> (verdeckt) durchlaufend Nahtdicke $a = 6$ mm Nahtlänge $l = 1200$ mm					
<i>Doppelkehlnaht</i> unterbrochen, versetzt Hohlnaht $a = 6$ mm (unsichtbar) Flachnaht $a = 8$ mm (sichtbar) Anzahl der Teilungen $n = 10$ Nahtlänge $l = 150$ mm Teilung ($l + z$) = 150 mm + 300 mm $e = 450$ mm					

Nahtart	Benennung	Sinn- bild	Darstellung			
			Naht- vorbereitung	bildlich		sinnbildlich ¹⁾
				Schnitt	Ansicht	
Stumpfnähte	Wulstnaht					
	Gratnaht					
	Quetschnaht					
	Rollennaht und Steppnaht durchgehend					
	Rollennaht und Steppnaht unterbrochen					

Überlappnähte	<i>Punktnaht</i> einsreihig						
	<i>Punktnaht</i> zweireihig						
	<i>Punktnaht</i> zweireihig versetzt						
	<i>Buckelnaht</i> ²⁾ Buckel im oberen Blech						
	<i>Buckelnaht</i> ²⁾ Buckel im unteren Blech						

¹⁾ In der Tabelle sind Schweißzeichen sowohl im Schnitt als auch in der Ansicht eingetragen worden. Auf den Zeichnungen soll sie nur einmal, wenn möglich, in der Ansicht erscheinen.

²⁾ Sinnbild bei Buckel im oberen Blech:

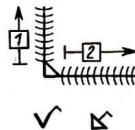
Sinnbild bei Buckel im unteren Blech:

Nachführung. Hierfür sind anzugeben:

Zusatzwerkstoff nach DIN 1913,

Schweißposition:

- w = waagrechtes Schweißen von Stumpfnähten und Kelnähten in Wannenposition,
- h = horizontales Schweißen von Kelnähten,
- s = Schweißen von unten nach oben (Steignäht),
- f = Schweißen von oben nach unten (Fallnäht),
- q = waagrechtes Schweißen an senkrechter Wand (Quernäht),
- ü = Überkopfschweißen.



Nahtfolge und Schweißrichtung,

Montagezeichen in Form einer kleinen Fahne, wenn erst bei der Montage auf der Baustelle geschweißt werden soll.

Ebenso können über die *Nachbehandlung*, die *Prüfung* sowie die *Güte* der Schweißnähte Angaben gemacht werden, wie z. B. spannungsfrei gegläht, entspannt bzw. Dichtheitsprüfung mit bestimmtem Prüfdruck, Durchschallung bzw. Güteklasse I, öldicht, korrosionsbeständig usw. Nähere Einzelheiten hierüber s. DIN 1912.

Reihenfolge der Angaben in der Zeichnung:

Sinnbild und Zusatzzeichen, Maßangaben, Schweißverfahren, Gütewert, Schweißposition, Zusatzwerkstoff, Nachbehandlung, Prüfung.

7.5 Schraubenfedern

Schraubenfedern sind schraubenlinig gewundene, federnde Stahldrähte mit rundem, seltener mit viereckigem Querschnitt. Sie werden entweder auf Druck, Zug oder Drehung beansprucht und als elastische Werkstücke zwischen andere Teile eingebaut.

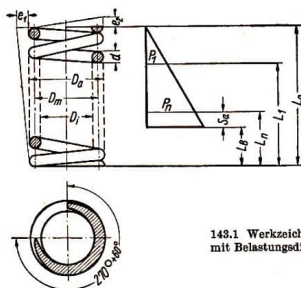
Kaltgeformte zylindrische Druckfedern (DIN 2095 vom Juli 1956)

Ausführung. Sie bestehen aus Runddraht bis zu 10 mm^Ø. Federn mit einem Drahtdurchmesser von 17 mm aufwärts werden gewöhnlich warmgeformt (DIN 2096). Für Draht- und Stabdurchmesser zwischen 10 und 17 mm ist das Fertigungsverfahren von der Höhe der Beanspruchung, vom Werkstoff und vom Verwendungszweck abhängig.

Durch verminderte Steigung an je einer auslaufenden Windung wird eine einseitige Beanspruchung der Feder vermieden. Anfang und Ende der Windungen sollen möglichst um $\approx 180^\circ$ gegeneinander versetzt liegen, d. h. die Federn jeweils mit $\frac{1}{2}$ Windung enden. Sie werden zur Erzeugung der Anlagflächen bis auf etwa den vierten Teil des Drahtdurchmessers heruntergeschliffen.

Beim Zusammendrücken durch die größte im Gebrauch auftretende Kraft soll ein Mindestspiel zwischen den Windungen nicht unterschritten werden (Berechnungsformeln s. DIN 2095, Tab. 1). Außerdem muß der mittlere Windungsdurchmesser wenigstens dreimal so groß sein wie der Drahtdurchmesser.

Darstellung (141.1). Für die Prüfung der Feder ist ein Belastungsdiagramm notwendig und auf der Zeichnung anzugeben.



Zunahme der Federkraft je mm
Federweg $c = \frac{\Delta P}{\Delta f} = \dots \text{kp/mm}$

Zahl der federnden Windungen
 $i_f = \dots$
Gesamtzahl der Windungen $i_g = \dots$
gestreckte Drahtlänge $\approx \dots \text{mm}$

143.1 Werkzeichnung einer rechtsgewickelten Druckfeder mit Belastungsdiagramm (nach DIN 2095)

Darin bedeutet:

- L_B = Blocklänge der Feder in mm (alle Windungen liegen aneinander),
- S_a = Summe der Mindestabstände zwischen den einzelnen federnden Windungen in mm,
- L_n = $L_B + S_a$ = kleinste zulässige Prüflänge der Feder in mm,
- L_1 bis L_n = Längen der belasteten Feder in mm, den Federkräften P_1 bis P_n zugeordnet,
- L_0 = Länge der unbelasteten Feder in mm,
- P_1 bis P_n = Federkräfte in kp, den Federlängen L_1 bis L_n zugeordnet,
- e_1 = zulässige Abweichung der Mantellinie von der Senkrechten in mm, gemessen an der unbelasteten Feder,
- e_2 = zulässige Abweichung in der Parallelität der geschliffenen Federauflageflächen in mm, gemessen für D_a ,
- D_a = äußerer Windungsdurchmesser in mm,
- D_i = innerer Windungsdurchmesser in mm,
- D_m = mittlerer Windungsdurchmesser in mm,
- d = Drahtdurchmesser in mm.

Außerdem sind notwendig:

- $c = \frac{\Delta P}{\Delta f}$ = Zunahme der Federkraft je mm Federweg in kp/mm (Federkonstante),
- i_f = Zahl der federnden Windungen,
- i_g = Gesamtzahl der Windungen,
- gestreckte Drahtlänge, berechnet aus D_m

Die Schnittdarstellung zeigt, daß von einem senkrecht zur Federachse geführten Schnitt bei unbelasteter Feder 270° und bei höchstbelasteter Feder $270^\circ + 60^\circ$ einer Windung erfaßt werden.

Von den drei Windungsdurchmessern ist nur der für den Besteller wichtige zu bemaßen, also D_a , wenn die Feder in einer Hülse arbeiten soll, und D_i , wenn sie für einen Dorn bestimmt ist. Die gestreckte Drahtlänge wird jedoch aus dem mittleren Drahtdurchmesser berechnet.

Linksgewundene Federn erhalten zum Federdurchmesser den Zusatz „linksgewickelt“ auch dann, wenn dieser Windungssinn aus der Darstellung bereits

hervorgeht. Liegen beim Einbau beschränkende Raumverhältnisse vor, dann sind weitere Angaben einzutragen, z. B. „In die bis auf . . . mm zusammengedrückte Feder muß sich ein Bolzen von . . . mm^Ø leicht einschieben lassen“.

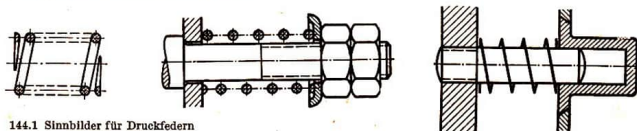
Die Berechnung der Feder erfolgt nach DIN 2089.

Runder Federstahldraht ist in TGL 2724-56 genormt. Die Bezeichnung eines Drahtes von 2,5 mm Durchmesser der Klasse IV lautet:

Federstahldraht IV 2,5 DIN 2076

Weitere Werkstoffe sind in DIN 177, 1757, 1766, 17223 bis 17225 und 17660 bis 17663 genormt.

Vereinfachte Darstellung (DIN 29). Da die vollständige Darstellung einen größeren Zeitaufwand erfordert, werden in geeigneten Fällen Sinnbilder angewandt (144.1). Anstelle der Windungen im Mittelteil können sowohl in Ansichts- als auch in Schnittzeichnungen der Federn Strichlinien treten. Häufig ist die Darstellung einer Feder durch Zickzacklinien ausreichend.

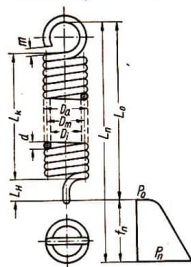


144.1 Sinnbilder für Druckfedern

Zugfedern (DIN 2097 vom Juli 1956)

Ausführung. Zugfedern werden bis $d = 17$ mm in der Regel kaltgeformt. Ab $d = 17$ mm und bei hoch beanspruchten Federn bereits ab $d = 10$ mm werden sie schlußvergütet, haben dann aber keine Vorspannung. Sie enden beiderseits vorwiegend mit Ösen verschiedener Form, die entweder parallel zueinander stehen oder um 90° gegeneinander versetzt sind, aber auch mit eingerollten Haken oder Gewindebolzen und eingeschraubten Gewindestopfen oder Flachösen (s. DIN 2097). Dabei ist die ganze deutsche Öse (144.2 und 3) zu bevorzugen. In unbelastetem Zustand müssen die Windungen vorgespannter Zugfedern eng aneinanderliegen.

Darstellung



Zunahme der Federkraft je mm
Federweg $c = \frac{d^4 P}{32} = \dots \dots \dots \text{kp/mm}$

Zahl der federnden Windungen

$i_f = \dots \dots$

Gesamtzahl der Windungen $i_g = \dots \dots$

gestreckte Drahtlänge $\approx \dots \dots \dots \text{mm}$

144.2 Werkzeugzeichnung einer rechtsgewickelten Zugfeder mit ganzer deutscher Öse und Belastungsdiagramm (nach DIN 2097)



144.3 Weitvereinfachtes Sinnbild der Zugfeder in Bild 144.2

In Bild 144.2 bedeutet:

L_H = Abstand der Öseninnenkante vom Federkörper in mm,

L_K = Länge des unbelasteten Federkörpers mit Vorspannung in mm,

L_0 = Länge der unbelasteten Feder in mm, gemessen von Öseninnenkante bis Öseninnenkante,

L_1 bis L_n = Länge der belasteten Feder in mm, gemessen von Öseninnenkante bis Öseninnenkante

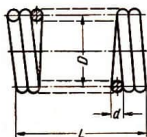
P_0 = durch Wickeln erzeugte Vorspannkraft in kp,

f_1 bis f_n = Federweg in mm, zugeordnet den Federkräften P_1 bis P_n ,

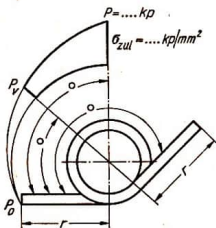
m = Hakenöffnungsweite in mm.

Drehfedern sind enger als Druckfedern und weiter als Zugfedern gewickelt und werden mit Vorspannung entgegen der Drehrichtung eingebaut. Die wirksamen Kräfte greifen an den Enden der Feder in entgegengesetztem Drehsinne an.

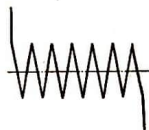
Kraftzunahme
je Federweg = kp
bei Elastizitätsmodul
 $E = \dots \text{kp/mm}^2$



Anzahl der Windungen....
Gestreckte Drahtlänge $\approx$ mm



145.1 Werkzeugzeichnung
einer Drehfeder



145.2 Weitvereinfachtes
Sinnbild einer Drehfeder

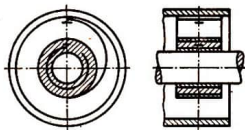
Sinnbilder für sonstige Federn (DIN 29)



145.3 Blattfeder



145.4 Kegelfeder



145.5 Gespannte Spiralfeder

7.6 Zahnräder

Zahnräder dienen zur Übertragung von Kräften von Welle auf Welle.

Abmessungen. Die Einteilung der Zähne erfolgt auf dem Teilkreis (146.1). Mit Teilung t wird der Abstand von Mitte zu Mitte Zahn als Bogenmaß in mm auf dem

Teilkreis bezeichnet. Die Teilung ist stets durch π teilbar. Das Ergebnis heißt Modul m (oder Durchmesserenteilung) und wird in mm ausgedrückt.

Der Modul ist also:

$$m = \frac{t}{\pi}$$

und die Teilung

$$t = \pi \cdot m$$

Beispiele:

1. Bei einer Teilung $t = 15,7$ mm ist der Modul:

$$m = \frac{t}{\pi} = \frac{15,7}{3,14} = 5 \text{ mm}$$

2. Bei einem Modul $m = 4$ mm ist die Teilung

$$t = \pi \cdot m = 3,14 \cdot 4 = 12,56 \text{ mm}$$

Der Umfang des Teilkreises wird durch Malnehmen der Zahl π mit dem Teilkreisdurchmesser d_0 oder durch Malnehmen der Teilung t mit der Zähnezahl z berechnet. Daraus folgt, daß

$$\pi \cdot d_0 = t \cdot z$$

ist. Satt t kann in diese Formel $\pi \cdot m$ eingesetzt werden. Dann ist

$$\pi \cdot d_0 = \pi \cdot m \cdot z \quad \text{oder} \quad d_0 = m \cdot z \quad \text{und} \quad m = \frac{d_0}{z}$$

Beispiele:

1. Der Teilkreisdurchmesser eines Zahnrades mit $z = 48$ Zähnen und dem Modul $m = 3$ mm ist:

$$d_0 = m \cdot z = 3 \cdot 48 = 144 \text{ mm}$$

2. Der Modul eines Zahnrades mit $z = 25$ Zähnen und einem Teilkreisdurchmesser $d_0 = 87,5$ mm ist:

$$m = \frac{d_0}{z} = \frac{87,5}{25} = 3,5 \text{ mm}$$

Es ist (146.1)

$$\text{die Höhe } h_k \text{ des Zahnkopfes} = \frac{6}{6} \cdot \text{Modul, also } h_k = m$$

$$,, \quad ,, \quad h_f \text{ des Zahnfußes} = \frac{7}{6} \cdot \text{Modul, } ,, \quad h_f = 1,167 \cdot m$$

$$,, \quad \text{Zahnhöhe } h = \frac{13}{6} \cdot \text{Modul, } ,, \quad h = 2,167 \cdot m$$

Beispiel:

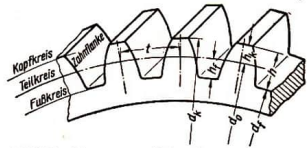
Für Modul $m = 12$ mm sind:

$$\text{Zahnkopfhöhe } h_k = m = 12 \text{ mm}$$

$$\text{Zahnfußhöhe } h_f = 1,167 \cdot m = 1,167 \cdot 12 = 14 \text{ mm}$$

$$\text{Zahnhöhe } h = h_k + h_f = 12 + 14 = 26 \text{ mm}$$

Die Modulgrößen sind in DIN 780 genormt.



146.1 Bezeichnungen am Zahnrad

Der Kopfkreisdurchmesser d_k ergibt sich durch Hinzuzählen der doppelten Kopfhöhe ($2 h_k$) zum Teilkreisdurchmesser d_0 :

$$\begin{aligned} d_k &= d_0 + 2 h_k \\ &= d_0 + 2 m \end{aligned}$$

Der Fußkreisdurchmesser d_f wird gefunden, indem die Fußhöhe h_f vom Teilkreisdurchmesser d_0 zweimal abgezogen wird:

$$d_f = d_0 - 2 h_f$$

Beispiel:

An einem Zahnrad mit dem Teilkreisdurchmesser $d_0 = 600$ mm sind die Kopfhöhe $h_k = 12$ mm und die Fußhöhe $h_f = 14$ mm.

Es sind dann:

$$\text{Kopfkreisdurchmesser } d_k = d_0 + 2 \cdot h_k = 600 + 2 \cdot 12 = 624 \text{ mm}$$

$$\text{Fußkreisdurchmesser } d_f = d_0 - 2 \cdot h_f = 600 - 2 \cdot 14 = 572 \text{ mm}$$

Aus dem Kopfkreisdurchmesser d_k und der Zähnezahl z läßt sich der Modul wie folgt errechnen:

Es ist

$$d_k = d_0 + 2 m,$$

ferner ist

$$d_0 = m \cdot z,$$

demnach

$$m \cdot z = d_k - 2 m$$

und

$$m \cdot z + 2 m = d_k$$

bzw.

$$m \cdot (z + 2) = d_k,$$

also

$$m = \frac{d_k}{z + 2}$$

Beispiel:

Für ein Zahnrad mit 23 Zähnen und $d_k = 75$ ist

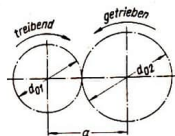
$$m = \frac{d_k}{z + 2} = \frac{75}{23 + 2} = \frac{75}{25} = 3 \text{ mm}$$

Zwei miteinander arbeitende Zahnäder bilden ein Zahnradpaar (147.1).

Die zu übertragende Kraft geht von dem treibenden Zahnrad auf das getriebene über. Wird ein größeres Zahnrad angetrieben, so erfolgt die Übersetzung ins Langsame, umgekehrt ins Schnelle. Damit die Räder einwandfrei kämmen können, müssen die Teilungen und damit der Modul für beide Räder gleich sein.

Den Größenbezeichnungen für das treibende Rad wird eine 1 und denen für das getriebene Rad eine 2 angehängt, z. B. d_{01} und d_{02} . Der Abstand von Mitte zu Mitte Zahnrad ist so zu bemessen, daß sich die Teilkreise beider Zahnäder berühren. Demgemäß ist der Abstand a = der halben Summe der beiden Teilkreisdurchmesser d_{01} und d_{02} :

$$a = \frac{d_{01} + d_{02}}{2}$$



147.1 Zahnradpaar

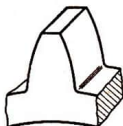
Übung:

Ein Zahnrad mit 25 Zähnen und 162 mm Kopfkreisdurchmesser treibt ein anderes mit 48 Zähnen. Berechne den Modul, die Teilung, die Kopfhöhe, die Fußhöhe, den anderen Kopfkreisdurchmesser, beide Fußkreisdurchmesser und den Mittenabstand der Räder.

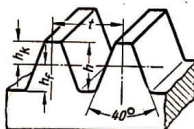
Zahnformen. Die Zahnflanken sollen sich mit möglichst geringer Reibung aufeinander abwälzen. Das ist der Fall, wenn sie Zykloidenform oder Evolventenform (148.1) haben. Zahnstangen haben geradlinige Zahnflanken (148.2), die einander Winkel von 40° bilden. Sie sind in DIN 867 genormt.

Zykloidenverzahnungen sind veraltet und werden deshalb nicht beschrieben.

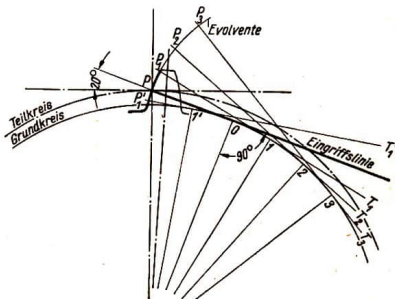
Evolventenverzahnungen. Die Zahnflanke ist ein Teil einer Evolvente (s. S. 163). Die auf dem Grundkreis abrollende Gerade wird als sogenannte Eingriffslinie vom Punkt P auf dem Teilkreis unter einem Winkel von 20° , dem Eingriffswinkel, gezogen (148.3).



148.1 Evolventenform



148.2 Zahnstange

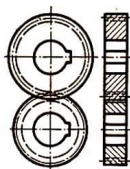


148.3 Entstehung der Evolventenform

Der kürzeste Abstand der Geraden vom Mittelpunkt des Teilkreises wird Halbmesser des Grundkreises. Durch eine vom Teilpunkt 1 des Grundkreises auf der Tangente T_1 abgetragene Strecke wird der Evolventenpunkt P_1 gefunden. Sie setzt sich aus der von 0 bis 1 reichenden Bogenlänge und dem Stück von 0 bis P zusammen. Für den Punkt P_1' ist die Strecke von 0 bis P vermindert um die Bogenlänge 0 bis 1' auf T_1' von 1' aus abzutragen. Evolventenpunkt P_2 wird durch Abtragen der Bogenlänge von 2 bis 0 und der Strecke 0 bis P auf T_2 von 2 aus ermittelt usw. Der zwischen dem Grundkreis und dem Fußkreis liegende Teil der Zahnflanke wird von P_1' aus als Tangente weitergeführt und mit einer Rundung versehen. Die Evolventenverzahnung ist in DIN 5482 genormt und wird fast ausschließlich angewendet.

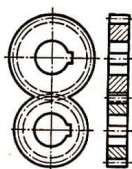
Zahngetriebe. *Stirnräder* liegen zwischen parallelen Wellen und haben zylindrische Grundformen. Die Verzahnung wird in Werkzeugzeichnungen vereinfacht dargestellt. *Teilkreise sind als Mittellinien, Kopfkreise als Vollinien und Fußkreise als Strichlinien* in richtigen Abständen voneinander zu zeichnen (149.1).

Bei einem Radpaar werden die Kopfkreise an der Eingriffsstelle gestrichelt weitergeführt. Die Zähne werden stets ungeschnitten dargestellt. In der Seitenansicht verdeckt daher ein sichtbarer Zahn den größten Teil des zum anderen Rad gehörigen Zahnes.

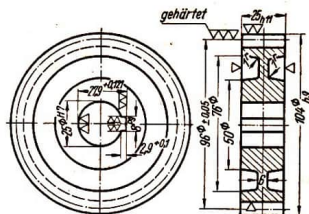


Nicht so,

149.1 Stirnräderpaar



sondern so!



Modul = 4 mm, 24 Zähne, Zahnform nach DIN 867

149.2 Werkzeichnung eines Stirnrades

Außer den Maßen für den Radkörper sind für die Verzahnung erforderlich: Teilkreisdurchmesser d_0 , Zähnezahl z , Modul m und die Angabe der Zahnform. Zeichen und Wortangaben für die Oberflächenbeschaffenheit der Zahnflanken gehören an die Teilkreislinie.

Bei Rädern mit besonderen Verzahnungen und für höchste Beanspruchungen sind weitere Angaben notwendig. Sie betreffen Abweichungen von der normalen Zahnform, Toleranzen für Zahndicke und Achsenabstand, spielfreien Gang, die Bearbeitung der Zahnflanken u. a. Sind aus irgendeinem Grunde die Zähne des Rades darzustellen, so werden die Flankenlinien unter Einhaltung der Zahnabmessungen freihändig entworfen und dann einfach als Kreisbogen mit passend gewähltem Halbmesser nachgezogen (149.3). Es empfiehlt sich, die Flankenlinien um die halbe Strichdicke nach der Werkstoffseite zu versetzen (149.4), weil sonst die Zahnlücken zu klein erscheinen.

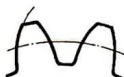


Nicht so,



sondern so!

149.3 Angenäherte Evolventenform



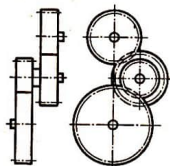
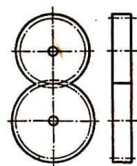
Nicht so,



sondern so!

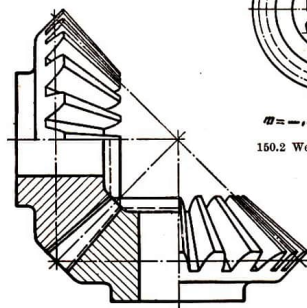
149.4 Lage des ausgezogenen Flankenstrichs

Sinnbilder (DIN 37) kommen in Betracht, wenn die ausführliche Wiedergabe des Zahnrades nicht notwendig ist (149.5). Die Vereinfachung kann so weit gehen, daß die Räder nur durch Mittellinien und Teilkreise angedeutet werden. Zahnräder mit schrägen oder mit Winkelzähnen erhalten sinngemäße Kennzeichen.

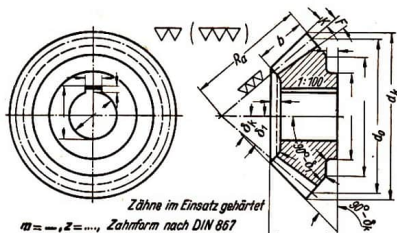


149.5 Sinnbilder für Zahngetriebe

Kegelräder übertragen Kräfte zwischen Wellen, deren Achsen sich schneiden (150.1).



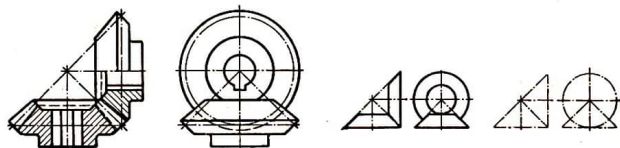
150.1 Kegelradpaar



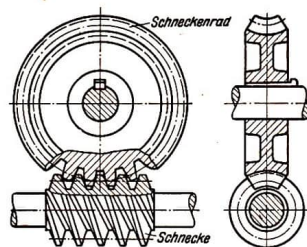
150.2 Werkzeugzeichnung eines Kegelrades

Für die Herstellung eines Kegelrades mit genormter Verzahnung sind neben den Maßen für den Radkörper von Wichtigkeit:

Zahnbreite b , Spitzenentfernung R_a , Teilkegelwinkel δ_1 , Modul m , Zähnezahl z , Zahnform, Teilkreisdurchmesser d_0 , Kopfkreisdurchmesser d_k , Kopfwinkel K , Fußwinkel F , Kopfkegelwinkel δ_k .



150.3 Sinnbilder für Kegelradpaare

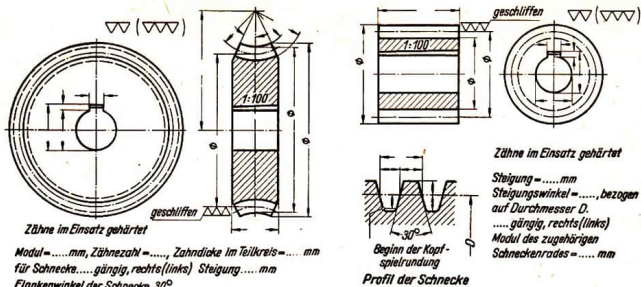


150.4 Schneckengetriebe

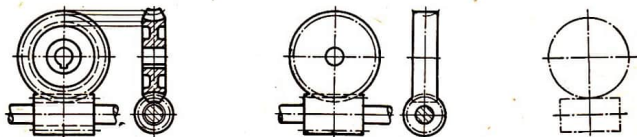
Auch Kegelräder können vereinfacht dargestellt werden (150.3).

Schneckengetriebe bestehen aus Schnecke und Schneckenrad und verbinden sich kreuzende Wellen (150.4).

Die Schnecke ist eine ein- oder mehrgängige Schraube mit trapezförmigem Profil und greift in die ihm angepaßte Evolventenverzahnung des Schneckenrades ein. In den meisten Fällen treibt die Schnecke das Schneckenrad bei großer Übersetzung ins Langsame.



151.1 Werkzeugzeichnung eines Schneckenrades und einer Schnecke



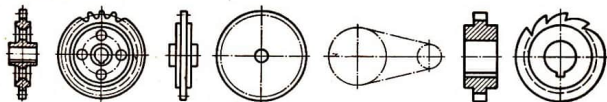
151.2 Sinnbilder für Schneckengetriebe

Schraubenräder sitzen auf sich kreuzenden Wellen und haben gewindeähnliche Verzahnung.



151.3 Sinnbilder für Schraubenrädergetriebe

Sonstige Räder. Für Kettenräder, Sperrräder u. a. sind in den Sinnbildern einige Zähne anzuzeigen.



151.4 Sinnbilder für Kettenräder und Sperrräder

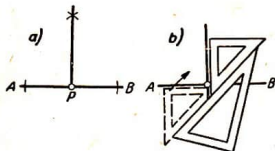
8 Geometrische Übungen

8.1 Grundkonstruktionen

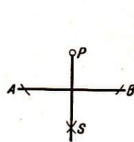
Im Punkte P einer Geraden wird eine Senkrechte errichtet (152.1).

1. Vom Punkte P (152.1a) werden nach beiden Seiten mit dem Zirkel möglichst große, aber gleiche Strecken auf der Geraden AB abgetragen und von den beiden Teilpunkten mit einer größeren Zirkelöffnung Kreisbogen geschlagen. Die Verbindungslinie von deren Schnittpunkt nach P bildet mit der Geraden Winkel von 90° .

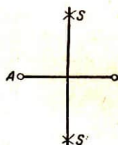
2. An die Gerade wird eine Kathete des Zeichendreiecks gelegt und an dessen Hypotenuse eine beliebige Kante des anderen, festzuhaltenden Zeichendreiecks (152.1b). Nach dem Verschieben des ersten Dreiecks bis zum Punkt P kann die Senkrechte gezogen werden.



152.1 Senkrechte errichten



152.2 Lot fällen



152.3 Mittelsenkrechte errichten

Von einem Punkte P wird ein Lot auf eine Gerade gefällt (152.2).

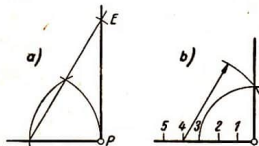
Mit einer möglichst großen Zirkelöffnung sind von P aus gleiche Bogen auf der Geraden AB abzutragen. Von diesen Teilpunkten werden, ohne den Zirkel zu verstellen, weitere Bogen nach der anderen Seite der Geraden geschlagen. Die vom Schnittpunkte S nach P gezogene Gerade schneidet AB rechtwinklig.

Auf einer Strecke wird eine Mittelsenkrechte errichtet (152.3).

Von den Endpunkten A und B aus werden Kreisbogen geschlagen, die sich einander in S und S' schneiden. Die Zirkelspanne ist größer als die Hälfte der Strecke AB zu wählen. Die Verbindungslinie zwischen S und S' halbiert die Gerade AB und steht senkrecht darauf.

Im Endpunkt P der Geraden wird eine Senkrechte errichtet (152.4).

1. Auf einem im Endpunkt P der Geraden mit beliebigem Halbmesser geschlagenen Kreisbogen wird die Zirkelöffnung als Sehne von der Geraden aus abgetragen (152.4a). Dann wird die Sehne um den Halbmesser verlängert. Die Linie vom Endpunkt E der Verlängerung nach dem Endpunkt P der Geraden bildet mit dieser einen Winkel von 90° .



152.4 Senkrechte im Endpunkt P errichten

2. Vom Punkt P auf der Geraden werden 5 beliebig große, unter sich gleiche Teile abgetragen (152.4b). Mit 5 Teilen als Halbmesser wird um den vierten Teilpunkt ein Bogen und um P mit drei Teilen ein weiterer Bogen geschlagen. Die Linie vom Schnittpunkt der Bogen nach P ist die gesuchte Senkrechte.



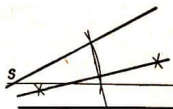
153.1 Winkel halbieren



153.2 90°-Winkel dreiteilen



153.3 Winkel übertragen



153.4 Winkel ohne Scheitel halbieren

Ein Winkel wird halbiert (153.1). Vom Scheitelpunkt S wird auf jedem Schenkel ein gleich langes Stück mit dem Zirkel abgetragen. Dann werden mit unverstellter Öffnung von den Teilpunkten Kreisbogen geschlagen und zum Schnitt gebracht. Die Verbindungslinie vom Schnittpunkt nach dem Scheitel halbiert den Winkel.

Ein rechter Winkel wird in drei gleiche Teile geteilt (153.2). Ein Kreisbogen mit beliebigem Halbmesser um den Scheitelpunkt schneidet die Schenkel des Winkels. Von hier aus wird der Halbmesser als Sehne je einmal abgetragen. Die Verbindungslinien von diesen Schnittpunkten auf dem Kreisbogen nach dem Scheitel teilen den Winkel in drei gleiche Teile.

Ein Winkel wird übertragen (153.3). Um den Scheitelpunkt des gegebenen (a) und um den des gesuchten Winkels (b) werden mit beliebigem Halbmesser Kreisbogen geschlagen. Die Winkelöffnung am Bogen des gegebenen Winkels wird mit dem Zirkel abgegriffen und auf den anderen Bogen übertragen. Nun kann der zweite Schenkel des übertragenen Winkels gezogen werden.

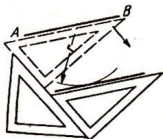
Ein Winkel ohne Scheitel wird halbiert (153.4). Zu einem Schenkel wird in beliebigem Abstand eine Parallele gezogen, die den anderen Schenkel schneiden muß. Dadurch entsteht ein neuer Winkel mit dem Scheitelpunkt S , um den mit beliebigem Halbmesser ein Kreisbogen auf die Schenkel dieses Winkels geschlagen wird. Durch die Schnittpunkte wird eine Gerade zwischen den Schenkeln des gegebenen Winkels gezogen. Die darauf errichtete Mittelsenkrechte halbiert den gegebenen Winkel.

Eine Parallele im Abstand r wird gezeichnet (153.5).

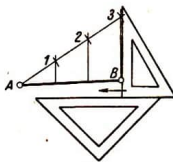
1. Die Parallele zu AB entsteht durch Parallelverschiebung eines Zeichendreiecks längs der Kante eines anderen, nachdem der Abstand r durch einen Zirkelschlag festgelegt wurde (153.5a).
2. Parallelen zu Bogenlinien werden durch viele Zirkelschläge gefunden. Die Mittelpunkte liegen auf der gegebenen Linie (153.5b).

Eine Strecke wird in gleiche Teile geteilt (153.6). Durch den Anfangspunkt der Strecke AB wird unter beliebigem Winkel eine Gerade gezogen. Soll die Strecke gedrittelt werden, dann sind auf der Geraden drei beliebig große, unter sich gleiche Teile abzutragen. Der Teilpunkt 3 wird mit dem Endpunkt B der Strecke verbunden. Parallelen zu dieser Linie durch die anderen Teilpunkte teilen die Strecke in drei gleiche Teile.

Der Außenkreis eines Dreiecks wird gezeichnet (153.7). Auf zwei beliebigen Dreiecksseiten werden Mittelsenkrechte errichtet, in deren Schnittpunkt der Mittelpunkt M des Außenkreises liegt.



153.5 Parallele ziehen



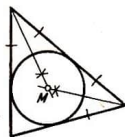
153.6 Strecke teilen



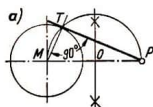
153.7 Außenkreis zeichnen



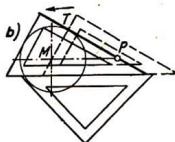
154.1 Mittelpunkt suchen



154.2 Innenkreis zeichnen



154.3 Tangente von Punkt P ziehen



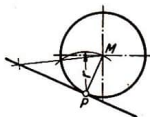
Der Mittelpunkt eines Kreisbogens wird gesucht (154.1). Der Mittelpunkt M liegt im Schnittpunkt zweier Mittelsenkrechten auf beliebigen Sehnen.

Der Innenkreis eines Dreiecks wird gezeichnet (154.2). Der Mittelpunkt M liegt im Schnittpunkt zweier Winkelhalbierenden.

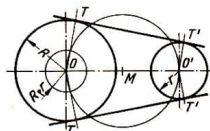
Von einem Punkte P wird eine Tangente an den Kreis gelegt. Die Strecke von P bis zum Mittelpunkt M wird halbiert (154.3a). Ein Kreis um Punkt O mit OM als Halbmesser schneidet den gegebenen Kreis im Tangentenpunkte T . Die Verbindungslinie von P nach T ist die gesuchte Tangente und bildet mit MT einen Winkel von 90° . Die Tangente kann auch durch Parallelverschiebung eines Zeichendreiecks gefunden werden, sofern sie mit MP einen Winkel von 30° , 45 oder 60° bildet.

Die Tangente durch einen Punkt des Kreisumfanges wird gezeichnet (154.4). Im Punkte P wird nach Bild 152.4 eine Senkrechte errichtet. Sie ist die gesuchte Tangente.

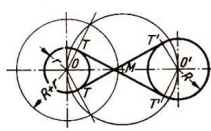
An zwei Kreise werden äußere Tangenten gelegt (154.5). Um O wird mit dem Halbmesser $R - r$ ein Hilfskreis geschlagen, dann der Mittenabstand OO' der gegebenen Kreise halbiert und in M mit OM ein weiterer Hilfskreis geschlagen. Durch Geraden von O über die Schnittpunkte der Hilfskreise hinaus entstehen die Tangentenpunkte T und durch Parallelen zu den Geraden OT am anderen Kreise die Tangentenpunkte T' .



154.4 Tangente durch Punkt P ziehen



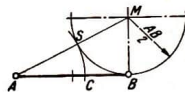
154.5 Äußere Tangenten ziehen



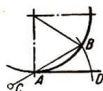
154.6 Innere Tangenten ziehen

An zwei Kreise werden innere Tangenten gelegt (154.6). Um O wird ein Hilfskreis mit dem Halbmesser $R + r$ und um M ein weiterer Hilfskreis mit OM geschlagen. Die Geraden von O nach den Schnittpunkten beider Hilfskreise liefern die Tangentenpunkte T und Parallelen zu den Geraden OT die Tangentenpunkte T' .

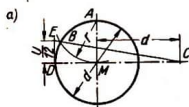
Eine Strecke AB wird im Goldenen Schnitt geteilt (154.7). Im Endpunkt B wird eine Senkrechte errichtet, auf der der Mittelpunkt M eines Kreises liegt, dessen Halbmesser gleich der halben Strecke AB ist. Von M nach A wird eine Gerade gezogen und dann mit AS als Halbmesser um A ein Kreisbogen geschlagen. Er teilt die Strecke AB im Goldenen Schnitt. Es ist $CB:AC = AC:AB$.



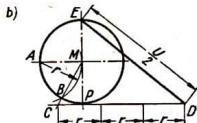
154.7 Goldener Schnitt



155.1 Bogenabwicklung



155.2 Kreisabwicklung



Die Länge eines Bogens AB wird ermittelt (155.1). Ist der zu dem Bogen gehörige Zentriwinkel kleiner als 45° , so wird die Sehne AB über A hinaus um die Hälfte bis C verlängert, durch A eine Tangente gezogen und mit CB in C ein Kreisbogen auf die Tangente geschlagen. AD ist dann ausreichend genau die Länge des Bogens AB . Liegt der Bogen zwischen 45° und 90° , dann wird AC gleich der Sehne des halben Bogens AB gewählt.

Der Umfang eines Kreises wird abgewickelt (155.2).

1. Ein um A mit dem Halbmesser r geschlagener Bogen ergibt den Punkt B (155.2a). Auf der Verlängerung der waagerechten Mittellinie wird von M aus der Durchmesser d abgetragen. Die verlängerte Gerade CB schneidet die in D errichtete Tangente. DE ist $\frac{1}{12}$ des Kreisumfangs.
2. Nach dem Ziehen der Tangente durch Punkt P wird ein Bogen mit dem Halbmesser r von A aus mit dem Kreise zum Schnitt gebracht (155.2). Die Verlängerung der Verbindungslinie MB schneidet die durch P gezogene Tangente in C . Von hier aus wird nun der Halbmesser r auf der Tangente dreimal abgetragen. Die Verbindungslinie ED ist der halbe Kreisumfang.

8.2 Regelmäßige Vielecke

Ein regelmäßiges Vieleck hat gleich lange Seiten und gleich große Winkel.

Viereck (155.3). Das regelmäßige Viereck ist ein Quadrat. Die Ecken liegen in den Endpunkten zweier senkrecht aufeinanderstehenden Kreisdurchmesser.

Achteck. Das regelmäßige Achteck entsteht durch Verbinden der Endpunkte aller Durchmesser, die miteinander Winkel von 45° bilden (155.4).

Die Ecken des Achtecks in einem Quadrat werden durch Zirkelschläge um die Ecken des Quadrats gefunden (155.5). Als Halbmesser dient die halbe Diagonale.

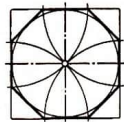
Sechseck (155.6). In den beiden Schnittpunkten einer Mittellinie mit dem Kreise wird der Zirkel eingesetzt und mit dem Halbmesser r je ein Bogen geschlagen. Die Zirkelinsatzpunkte und die Schnittpunkte der Bogen mit dem Kreise sind die Ecken des regelmäßigen Sechsecks.



155.3 Quadrat



155.4 Achteck



155.5 Achteck im Quadrat



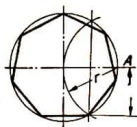
155.6 Sechseck

Zwölfeck (156.1). Der Zirkel mit dem Halbmesser r als Spanne wird in allen vier Schnittpunkten der Mittellinien mit dem Kreise eingesetzt. Durch Zirkelschläge jeweils nach beiden Seiten wird der Kreisumfang in zwölf gleiche Teile geteilt.

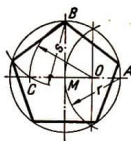
Dreieck (156.1). Das regelmäßige Dreieck entsteht durch Verbinden dreier, auf dem Kreisbogen in gleichem Abstände liegender Teilpunkte.



156.1 Zwölfeck
und Dreieck



156.2 Siebeneck



156.3 Fünfeck

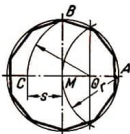


156.4 Fünfeck
bestimmter Seitenlänge

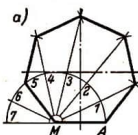
Siebeneck (156.2). Um den Punkt A wird mit dem Halbmesser r ein Bogen geschlagen und durch die Schnittpunkte auf dem Kreisbogen eine Gerade gezogen. Die Hälfte s dieser Geraden ist eine Seite des Siebenecks.

Fünfeck. Um den Punkt A wird mit dem Halbmesser r ein Bogen geschlagen und durch die Schnittpunkte auf dem Kreisbogen eine Gerade gezogen (156.3). Sie ergibt den Punkt O . Dort wird der Zirkel eingesetzt. Ein mit dem Halbmesser OB geschlagener Kreisbogen schneidet in C die waagrechte Mittellinie. $BC (= s)$ ist eine Fünfeckseite.

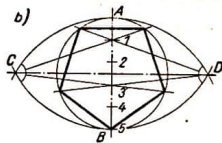
Für ein regelmäßiges Fünfeck mit bestimmter Seitenlänge, z. B. 85 mm, wird diese Abmessung auf einer Seite AB eines beliebig großen Fünfecks abgetragen (156.4) und durch den Teilpunkt P eine Parallele zu MA gezogen. Sie schneidet MB und liefert damit eine Ecke des gesuchten Fünfecks.



156.5 Zehneck



156.6 Universalkonstruktionen der Vielecke



Zehneck (156.5). Die Konstruktion des regelmäßigen Fünfecks liefert zugleich die Strecke $MC (= s)$ als Seite eines regelmäßigen Zehnecks.

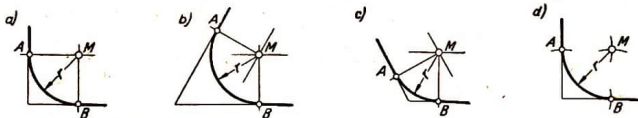
Universalkonstruktionen für alle regelmäßigen Vielecke (156.6).

Siebeneck mit bestimmter Seitenlänge. Ein Halbkreis mit der Seitenlänge des Siebenecks als Halbmesser wird in 7 gleiche Teile geteilt (156.6a). Durch die Teilpunkte 1 bis 5 werden von M aus Strahlen gezogen und darauf in den Teilpunkten 0 und 5 die Seitenlängen von einem Strahl zum anderen abgetragen.

Fünfeck. Der senkrechte Durchmesser AB wird in 5 gleiche Teile geteilt (156.6b). Dann werden mit dem Durchmesser als Zirkelöffnung in A und B Kreisbogen geschlagen. Sie schneiden sich in C und D . Von C und D aus sind entweder durch die mit geraden oder durch die mit ungeraden Zahlen versehenen Teilpunkte auf dem senkrechten Durchmesser Linien zu ziehen. Wo sie im Inneren des Kreisumfangs auftreffen, liegen Ecken des Fünfecks.

8.3 Anschlußbogen

Werkstücke haben häufig Abrundungen, die von einer Linie in eine andere übergehen, von einer Linie zu einem Punkte führen oder auch zwischen zwei Punkten liegen. Zum Zeichnen der Bogen müssen Zirkelinsatzpunkte und Übergangsstellen gesucht werden.



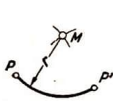
157.1 Übergangsbogen an Winkeln

Die Schenkel eines Winkels werden durch Kreisbogen verbunden (157.1). Innerhalb des Winkels, gleichgültig, ob es sich um einen rechten (157.1a), einen spitzen (157.1b) oder um einen stumpfen Winkel (157.1c) handelt, werden zu den Schenkeln im Abstände des Halbmessers r Parallelen gezogen. Im Schnittpunkt der Parallelen liegt der Zirkelansatzpunkt M . Lote von M auf die Schenkel ergeben die Übergangsstellen A und B . Der Bogen am rechten Winkel ist ein Viertelkreis, am spitzen Winkel ist er größer und am stumpfen Winkel kleiner.

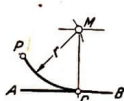
Beim rechten Winkel wird der Mittelpunkt M auch dadurch gefunden, daß der Halbmesser r auf beiden Schenkeln vom Scheitelpunkt aus abgetragen wird und von hier aus mit derselben Zirkelöffnung weitere Bogen geschlagen und zum Schnitt gebracht werden (157.1d).

Zwei Punkte P und P' werden durch Kreisbogen verbunden (157.2). Der Mittelpunkt M liegt im Schnittpunkt zweier Kreisbögen, die mit dem Halbmesser r von den Punkten P und P' geschlagen werden.

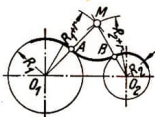
Eine Gerade AB und ein Punkt P werden durch einen Kreisbogen verbunden (157.3). Im Abstände des Halbmessers r wird eine Parallele zu AB gezogen und mit der gleichen Zirkelöffnung ein Kreisbogen von P aus geschlagen. Im Schnittpunkt beider liegt M . Der Übergangspunkt C wird durch eine Senkrechte von M auf AB gefunden.



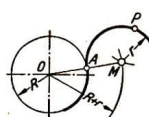
157.2
Zwei Punkte P und P'
durch Bogen verbinden



157.3
Gerade AB und Punkt P
durch Bogen verbinden



157.4 Zwei Kreise
durch Bogen verbinden



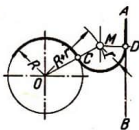
157.5 Kreis und Punkt P
durch Bogen verbinden

Zwei Kreise werden durch einen Kreisbogen verbunden (157.4). Mit $R_1 + r$ als Halbmesser wird ein Kreisbogen um O_1 geschlagen und ein zweiter Kreisbogen mit $R_2 + r$ als Halbmesser um O_2 . Der Mittelpunkt M liegt im Schnittpunkt der beiden Kreise. Durch Zentralen von M nach O_1 und von M nach O_2 ergeben sich die Übergangsstellen A und B .

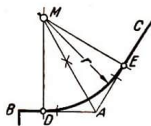
Ein Kreis und ein Punkt P werden durch Kreisbogen verbunden (157.5). Um O wird ein Kreisbogen mit dem Halbmesser $R + r$ und ein weiterer mit r um P geschlagen. Im Schnittpunkt der Kreisbogen liegt M und auf der Zentralen von M nach O der Übergangspunkt A .

Ein Kreis und eine Gerade AB werden durch einen Kreisbogen verbunden (158.1). Um den Kreismittelpunkt O wird ein Bogen mit dem Halbmesser $R + r$ geschlagen und dann eine Parallele zu AB im Abstände r gezogen. Im Schnittpunkt des Bogens mit der Parallelen liegt M . Der Übergangspunkt D wird durch das Lot von M auf AB festgelegt, während die Gerade OM den Kreis im Übergangspunkt C schneidet.

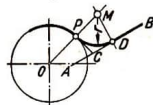
Die Schenkel eines Winkels BAC werden durch einen Kreisbogen verbunden, dessen Mittelpunkt auf einer bestimmten Senkrechten zu BA liegen soll (158.2). Die Senkrechte in D wird von der Halbmesserslinie des Winkels BAC geschnitten. Damit ergibt sich der Zirkelansatzpunkt M . Das Lot von M auf AC kennzeichnet den Übergangspunkt E . Die Größe des Halbmessers ergibt sich bei der Konstruktion zwangsläufig.



158.1
Kreis und Gerade AB
durch Bogen verbinden



158.2
Zwei Winkelschenkel
durch Bogen verbinden

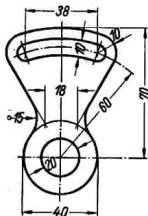


158.3
Punkt P und Gerade AB
durch Bogen verbinden

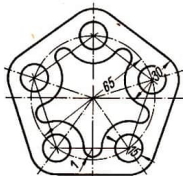
Ein Punkt P auf einer Kreislinie und eine Gerade AB werden durch einen Kreisbogen verbunden (158.3). Durch den Punkt P wird eine Tangente gelegt. Sie schneidet AB in C . Von hier aus wird auf AB die Strecke CP abgetragen und in dem Teilpunkt D ein Lot errichtet. Es schneidet die von O durch P gezogene Gerade in M . Der Halbmesser ergibt sich auch hier durch Konstruktion.

Übung:

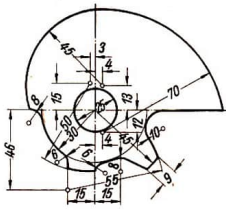
Zeichne den Stellhebel (158.4), die Dichtung (158.5), die Kurvenscheibe (158.6) und bestimme die Übergangsstellen für die Rundungen.



158.4 Stellhebel



158.5 Dichtung

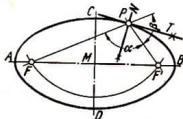


158.6 Kurvenscheibe

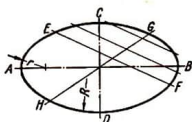
8.4 Technische Kurven

8.4.1 Ellipsen

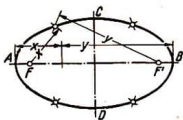
Aufbau. Alle durch den Mittelpunkt der Ellipse gezogenen Geraden, deren Endpunkte die Kurve berühren, heißen *Durchmesser*. Der größte und der kleinste Durchmesser sind die *Achsen* AB und CD . Sie halbieren sich und stehen senkrecht aufeinander (158.7). Jede Ellipse hat zwei *Brennpunkte* F und F' . Sie liegen auf der großen Achse und werden durch Zirkelschlag um einen Endpunkt der kleinen Achse gefunden. Als Halbmesser dient die halbe große Achse. Verbindungslinien von einem beliebigen Punkte P der Ellipse nach den Brennpunkten heißen *Brennstrahlen*. Jeder Brennstrahl wird durch die Innenwand der Ellipse nach dem anderen Brennpunkt gespiegelt. Die



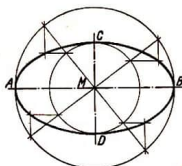
158.7 Ellipse



159.1 Konjugierte Durchmesser



159.2 Fadenkonstruktion



159.3 Konstruktion mit Hilfe konzentrischer Kreise

Winkel zwischen der Tangente in Punkt P und den beiden Brennstrahlen sind gleich.

Für jeden Punkt der Ellipse ist die Summe seiner Brennstrahlen so groß wie die große Achse.

Die Halbierungslinie des Winkels α , der durch zwei zusammengehörige Brennstrahlen gebildet wird, heißt *Normale*. Senkrecht dazu läuft die *Tangente* T , die durch Halbieren des Winkels β gefunden wird. Halbiert ein Durchmesser alle Sehnen, die zu einem anderen parallel sind, dann sind die beiden Durchmesser zugeordnet (oder konjugiert) (159.1).

Mit einem gewöhnlichen Zirkel lassen sich Ellipsen grundsätzlich nicht zeichnen. Doch können in den Scheiteln A, B, C und D kurze Bogen geschlagen werden, ohne die Genauigkeit der Kurve merklich zu beeinträchtigen. Die Krümmungshalbmesser lassen sich berechnen: $R = a^2/b$ und $r = b^2/a$, worin a die halbe große und b die halbe kleine Achse ist. Die zwischen den Kreisbogen liegenden Teile der Ellipsen werden mit dem Kurvenlineal gezogen.

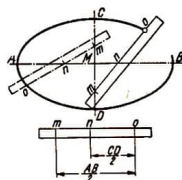
Konstruktion aus beiden Achsen

Fadenkonstruktion (159.2). Um beide Brennpunkte F und F' werden mit einem beliebigen Stück x der großen Achse Kreisbogen geschlagen. Mit dem restlichen Stück y wird ebenso verfahren. In den Schnittpunkten der Kreisbogen liegen Punkte der Ellipse. Weitere Punkte werden durch die Schnittpunkte jeweils zweier, mit veränderter Zirkelöffnung geschlagenen Kreisbogen gefunden. Das Verfahren wird so lange fortgesetzt, bis genügend Ellipsenpunkte gefunden sind. Sie werden dann miteinander verbunden.

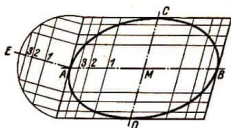
Konstruktion mit Hilfe konzentrischer Kreise (159.3). Mit den halben Achsen als Halbmesser werden um den Mittelpunkt Kreise geschlagen. Eine durch M beliebig gelegte Gerade schneidet die Kreise. Von den Schnittpunkten sind parallel zu beiden Achsen Linien zu ziehen. Wo sie sich schneiden, liegen Punkte der Ellipse. Durch Wiederholung des Verfahrens mit anderen Geraden durch M entstehen weitere Punkte der Kurve.

Papierstreifenkonstruktion (159.4). Durch Abtragen der beiden halben Achsen auf einen Papierstreifen entstehen die Punkte m , n und o . Wird der Streifen so bewegt, daß sich Punkt m auf der kleinen Achse und Punkt n auf der großen Achse bewegen, dann beschreibt o eine Ellipse.

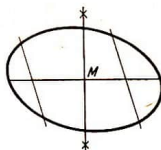
Eine Ellipse ist in ein Parallelogramm einzuzeichnen. Um die Mitte einer beliebigen Parallelogrammseite wird ein Halbkreis geschlagen, dessen Durchmesser gleich der Länge dieser Seite ist (160.1). Nun werden die halben Achsen AM und BM und der senkrecht auf der Seite des Parallelogramms stehende Halbmesser AE halbiert, gviertelt und geachtelt. Dadurch entstehen



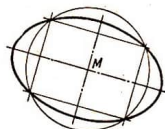
159.4 Papierstreifenkonstruktion



160.1 Einzeichnen der Ellipse in ein Parallelogramm



160.2 Aufsuchen des Mittelpunktes



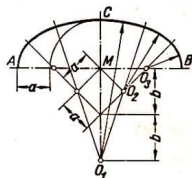
160.3 Aufsuchen der Ellipsenachsen

die Teilpunkte 1, 2 und 3, durch die dann Parallelen zu der geneigten Parallelogrammseite gezogen werden. Diese Parallelen schneiden den Halbkreis. Von hier aus werden Parallelen zu AE und verlängert zu AB gezogen. In den Schnittpunkten mit den geneigten Parallelen liegen Ellipsenpunkte. Nach diesem Verfahren lassen sich Ellipsen auch in Rechtecke konstruieren.

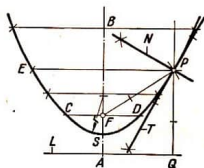
Aufsuchen des Mittelpunktes einer Ellipse (160.2). Zwei beliebige, parallele Sehnen werden gezogen und halbiert. In der Mitte des durch die Halbierungspunkte führenden Durchmessers liegt der Mittelpunkt M der Ellipse.

Aufsuchen der Ellipsenachsen (160.3). Nach dem Schlagen eines Kreises mit geeigneter Zirkelloffnung um den Mittelpunkt M werden durch die Schnittpunkte auf der Ellipse vier Sehnen gezogen. Ihre Halbierungslinien sind Achsen der Ellipse.

Fünfteiliger Korbbogen (160.4). MC ist die Bogenhöhe und Halbmesser eines Kreisbogens um M , der auf der Spannweite AB die Strecke a abteilt. Sie ist die Seitenlänge eines mit der Spitze an M hängenden Quadrats. Auf der Verlängerung von CM wird die Diagonale b des Quadrats noch einmal abgetragen. Durch diese Konstruktion entstehen die Zirkelinsatzpunkte O_1 , O_2 und O_3 und durch die Verlängerung der Verbindungslinien O_1O_2 und O_2O_3 die Übergangspunkte der Bogenstücke.



160.4 Fünfteiliger Korbbogen



160.5 Fadenkonstruktion

8.42 Parabeln

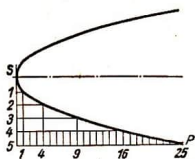
Aufbau. Jeder Punkt der Parabel hat von einem festen Punkte, dem Brennpunkte F , und einer festen Linie, der Leitlinie L , gleich großen Abstand (160.5). Es ist mithin $FP = PQ$. Die Halbierungslinie des von diesen beiden Geraden gebildeten Winkels

ist zugleich die *Tangente* T im Punkte P . Senkrecht dazu steht die *Normale* N . Alle geraden Linien vom Brennpunkt nach beliebigen Punkten der Parabel, z. B. FP , heißen *Brennstrahlen* und werden parallel zur Achse AB aus der Parabel herausgeworfen (Scheinwerfer). Parallelen zur Parabelachse heißen *Durchmesser*. Die durch den Brennpunkt parallel zur Leitlinie gezogene Sehne CD heißt *Parameter* und ist doppelt so groß wie die Entfernung des Brennpunktes F von der Leitlinie. In der Mitte zwischen F und A liegt der *Scheitelpunkt* S . Der angenäherte *Krümmungshalbmesser* r für das Bogenstück im Scheitel ist gleich dem halben Parameter.

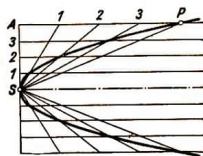
Konstruktionen

Fadenkonstruktion (160.5). Gegeben: Scheitelpunkt S und Brennpunkt F . Durch den Scheitel und durch den Brennpunkt wird die Achse AB und senkrecht dazu die Leitlinie gezogen, deren

Abstand vom Scheitelpunkt S so groß ist wie dessen Entfernung vom Brennpunkt F . In beliebigem Abstände von der Leitlinie wird eine Parallele EP gelegt. Mit demselben Abstände als Zirkelspanne werden vom Brennpunkt F aus Kreisbogen auf die Parallele geschlagen. Sie ergeben Punkte der Parabel. Für weitere Punkte wird das Verfahren wiederholt.



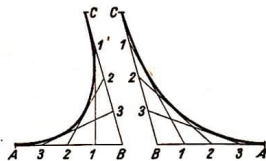
161.1
Verlauf der Parabelkurven



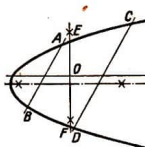
161.2
Strahlenkonstruktion

Der gesetzmäßige Verlauf der Parabelkurve ist in Bild 161.1 zu erkennen. Die gekennzeichneten Punkte liegen von der Achse in senkrechten Abständen, die um das gleiche Stück zunehmen (1, 2, 3 usw.). Die Abstände der Punkte von der Scheiteltangente vergrößern sich dagegen im Quadrat der gewählten Teilungstrecke (1, 4, 9 usw.).

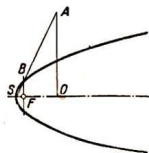
Strahlenkonstruktion (161.2). Gegeben: Scheitelpunkt S , die Achse und ein Punkt P der Parabel. Parallel zur Achse durch den Punkt P und senkrecht zur Achse durch den Scheitel S werden Geraden gezogen, so daß die Strecken AP und AS entstehen. Nachdem diese in die gleiche Anzahl jeweils unter sich gleicher Teile geteilt sind, werden durch die Teilpunkte der Strecke AS Parallelen zur Parabelachse und von S aus Strahlen nach den Teilpunkten auf AP gezogen. In den Schnittpunkten der Parallelen mit den Strahlen gleicher Nummer liegen Punkte der Parabel.



161.3 Hüllkonstruktion



161.4 Ermittlung
der Parabelachse



161.5 Ermittlung
des Brennpunktes

Hüllkonstruktion (161.3). Gegeben: Tangenten AB und CB . Jede der beiden Tangenten wird in dieselbe Anzahl gleicher Teile geteilt. Die Teilpunkte mit gleichen Zahlen werden durch Geraden miteinander verbunden. Sie sind Tangenten der gesuchten Parabel.

Die Achse einer Parabel wird ermittelt (161.4). Zwei parallele Sehnen AB und CD werden halbiert. Auf der Halbierungslinie, einem Durchmesser der Parabel, wird in einem beliebigen Punkte O eine Senkrechte EF und auf dieser die Mittelsenkrechte errichtet. Sie ist die Parabelachse.

Der Brennpunkt einer Parabel wird ermittelt (161.5). Auf einer in beliebigem Punkt O der Parabelachse errichteten Senkrechten wird die Strecke OS zweimal abgetragen. Die Verbindungslinie AS schneidet die Parabel in einem Punkte B , von dem aus eine Parallele zu AO zum Brennpunkt F führt.

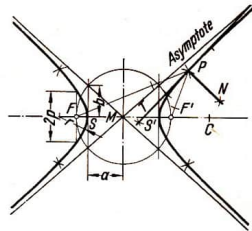
8.43 Hyperbeln

Aufbau. F und F' sind die Brennpunkte der Hyperbel (162.1). Die Abstände PF und PF' eines Punktes P der Kurve von den Brennpunkten heißen *Brennstrahlen*.

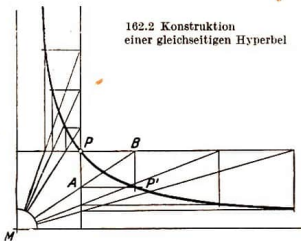
Wird PF' von PF abgezogen, ergibt sich der Abstand der beiden *Hyperbelscheitel* S und S' .

Für jeden Punkt der Hyperbel ist der Unterschied seiner Abstände von zwei festen Punkten, den Brennpunkten, gleich groß.

Senkrechte durch die Endpunkte der Hauptachse SS' und ein um M mit dem Halbmesser MF gezogener Kreis ergeben vier Schnittpunkte. Die durch schräg gegenüberliegende Schnittpunkte gezogenen Geraden heißen *Asymptoten*. Das sind Linien, denen sich die Hyperbeläste um so mehr nähern, je weiter sie vom Mittelpunkt M entfernt sind. In unendlicher Entfernung laufen Asymptoten und Hyperbelbogen theoretisch ineinander. Bilden die Asymptoten im Kreuzungspunkt M rechte Winkel, dann sind die dazugehörigen Hyperbeln gleichseitig. Alle Sehnen durch den Mittelpunkt M sind *Durchmesser* der Hyperbel und werden in M halbiert. Die *Tangente* T entsteht durch Halbieren des Winkels zwischen den zugehörigen Brennstrahlen. Senkrecht auf der Tangente steht die *Normale* N . Die senkrecht zur Hauptachse durch F bzw. F' gelegte Gerade $2p$ wird *Parameter* genannt. Der *Krümmungshalbmesser* r in den Scheiteln ist gleich dem halben Parameter. Bei der gleichseitigen Hyperbel ist $r = a$.



162.1 Hyperbelkonstruktion



162.2 Konstruktion einer gleichseitigen Hyperbel

Konstruktionen

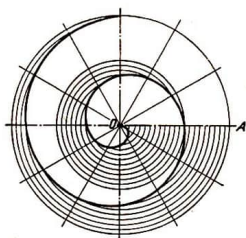
Gegeben: Scheitelpunkte S und S' und Brennpunkte F und F' (162.1). Mit einer beliebigen Strecke SC wird um F ein Kreisbogen geschlagen und mit der Strecke $S'C$ ein zweiter Kreisbogen um F' . Sie schneiden sich in P , einem Punkte der Hyperbel. Weitere Punkte entstehen durch Kreisbogen um F' und F mit veränderten Halbmessern. Der Halbmesser für den Kreisbogen um F' ergibt sich stets durch Abziehen der Strecke SS' von der Zirkelöffnung, mit der der Kreisbogen um F geschlagen wurde.

Gegeben: Asymptoten und ein Punkt P der gleichseitigen Hyperbel (162.2). Durch den Punkt P

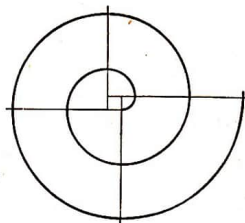
werden Parallelen zu den Asymptoten gezogen. Beliebige Strahlen von M aus schneiden die Parallelen. Von den Schnittpunkten A und B eines Strahls sind Parallelen zu den Asymptoten zu ziehen, die den Punkt P' der Hyperbel ergeben. Der Mittelpunkt für die Krümmung der Kurve liegt auf der Halbierungslinie des Winkels, den die Asymptoten bilden. Als Zirkelöffnung wird die kürzeste Entfernung von M bis zur Hyperbel gewählt.

8.44 Archimedische Spirale

Aufbau. Die Archimedische Spirale entsteht durch gleichmäßige Fortbewegung eines Punktes auf einem Strahl OA , der sich mit gleichförmiger Geschwindigkeit um einen festen Punkt, den Pol O , dreht (163.1). Die von dem Punkt bei einer Umdrehung des Strahls zurückgelegte Strecke ist so groß wie der Abstand zwischen den Windungen und heißt *Steigung* oder *Ganghöhe* der Spirale.



163.1 Archimedische
Rechtsspirale



163.2 Näherungs-
konstruktion
der Spirale

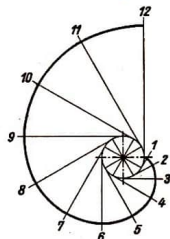
Konstruktion (163.1). Werden eine Steigung von 24 mm und ein Kreuz von 12 Strahlen angenommen, so betragen die Abstände zwischen den konzentrischen Hilfskreisen $24/12 = 2$ mm. Der Schnittpunkt eines Strahls mit einem Kreise wird dann mit dem Schnittpunkt des nächsten Strahls mit dem nächsten Kreise usw. bogenförmig verbunden.

Näherungskonstruktionen (163.2). Die Archimedische Spirale wird häufig durch Kreisbogen ersetzt, die um die Ecken einer regelmäßigen Fläche geschlagen werden. Der Ausgang der dargestellten Spirale ist ein Quadrat, dessen Umfang gleich der Steigung der Spirale ist. Die Bogen sind Viertelkreise und gehen an den verlängerten Quadratseiten ineinander über. Anstelle des Quadrats kann auch ein regelmäßiges Sechseck treten. Je mehr Ecken die Ausgangsfläche hat, um so genauer wird die Konstruktion.

8.45 Evolvente

Aufbau. Ein Punkt einer auf dem Umfange eines Kreises abrollenden Geraden beschreibt eine Evolvente (163.3). Sie entsteht auch durch das Ende eines straff gezogenen Fadens, der von einer feststehenden Rolle abgewickelt wird.

Konstruktion. Nach dem Teilen des Grundkreisumfanges in 12 gleiche Teile werden durch die Teilpunkte Tangenten in dem der Evolvente entgegengesetzten Drehsinn gelegt (163.3). Der 12. Teil des Umfangs wird auf der 1. Tangente von dem Berührungspunkt aus einmal, auf der folgenden zweimal, auf der dritten dreimal und so fort abgetragen. Die 12. Tangente hat demnach die Länge des Grundkreisumfangs. Durch die Verbindung der Endpunkte aller Tangenten entsteht die Evolvente.

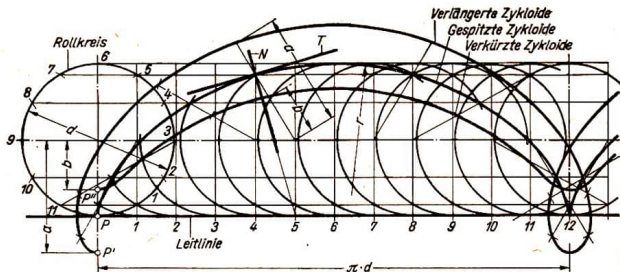


163.3 Evolventenkonstruktion

8.46 Zykloiden

Gewöhnliche Zykloide, gespitzte oder Orthozykloide (164.1). Ein Punkt P am Umfange eines auf einer Geraden abrollenden Kreises erzeugt eine gewöhnliche Zykloide. Der Kreis heißt *Rollkreis* oder *Erzeugungskreis*, die feststehende Rollbahn wird *Leitlinie* genannt.

Konstruktion. Auf der Leitlinie werden Anfangs- und Endstellung des Rollkreises im Abstände seines Umfanges $= \pi \cdot d$ eingezeichnet. Nachdem Abstand und Rollkreisumfang beispielsweise in 12 gleiche Teile geteilt sind, werden von den Teilpunkten auf dem Kreise Parallelen zur Leitlinie und durch die Teilpunkte auf der Leitlinie Senkrechte gezogen. Die Senkrechten geben an, um wieviel sich der Kreismittelpunkt beim Abrollen um jeweils ein Zwölftel des Kreisumfangs



164.1 Zykloidenkonstruktionen

weiterbewegt hat. Die Parallelen dagegen lassen erkennen, um wieviel sich der Punkt P dabei gehoben oder gesenkt hat. Wo sich mithin die um die einzelnen Teilpunkte der mittleren Parallelen geschlagenen Kreisbogen mit den zugehörigen Parallelen schneiden, liegen Punkte der Kurve. Der Halbmesser r für die Krümmung im Scheitel beträgt $2d$. Durch die Verbindung eines Kurvenpunktes mit dem entsprechenden Teilpunkt auf der Leitlinie entsteht die *Normale* N . Senkrecht dazu liegt die *Tangente* T .

Verlängerte (oder verschlungene) Zykloide (164.1). Ein Punkt P' außerhalb des Kreisumfangs erzeugt eine verlängerte Zykloide.

Konstruktion. Der Abstand des Punktes P' vom Mittelpunkt des Rollkreises ist mit „ a “ gekennzeichnet. Von den Mittelpunkten der einzelnen Rollkreisstellungen werden über die Schnittpunkte der Kreise mit den Parallelen hinaus Geraden gezogen und darauf der Abstand „ a “ vom jeweiligen Mittelpunkt aus abgetragen (Beispiel: Rollkreisstellung 5).

Verkürzte (oder geschweifte) Zykloide (164.1). Ein Punkt P'' innerhalb des Kreisumfangs erzeugt eine verkürzte Zykloide.

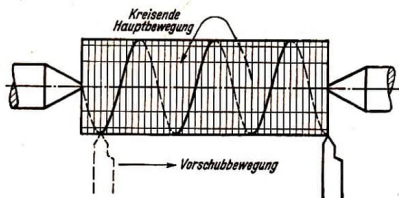
Konstruktion. Der mit „ b “ bezeichnete Abstand des Punktes P'' vom Mittelpunkt des Rollkreises wird auf der Geraden wie der Abstand „ a “ für die verlängerte Zykloide abgetragen (Beispiel: Rollkreisstellung 5).

Epizykloide (Aufgradlinie) (165.1). Ein Punkt P am Umfang eines Kreises, der auf einer Kreisbahn abrollt, erzeugt eine Epizykloide.

Konstruktion. Die Epizykloide wird nach den gleichen Verfahren entwickelt wie die gespitzte Zykloide, doch tritt an die Stelle der Leitlinie der *Leitkreis*. Der Umfang des Rollkreises I und die Länge der Rollbahn für eine Umdrehung auf dem Leitkreis sind in dem Beispiel in je 8 gleiche Teile geteilt.

Hypozykloide (Inradlinie) (165.1). Ein Punkt P eines in einer Kreislinie abrollenden Kreises erzeugt eine Hypozykloide.

Konstruktion. Sie ist die gleiche wie die für die Epizykloide. Ist der Durchmesser des Rollkreises II halb so groß wie der Durchmesser des Leitkreises, so ist die Hypozykloide eine gerade Linie von der Länge des Leitkreisdurchmessers.



166.1 Entstehung einer linksgewundenen Schraubenlinie aus zwei Bewegungen

Werkstücks und durch die geradlinige Vorschubbewegung des Schneidstahls, z. B. beim Gewindeschneiden auf der Drehbank (166.1).

Übungen:

1. Konstruiere eine Ellipse, deren Achsen 100 und 60 mm lang sind, mit Hilfe konzentrischer Kreise.
2. Berechne den größten und den kleinsten Krümmungshalbmesser R und r der Ellipse nach Aufgabe 1.
3. Zeichne eine Ellipse in ein Rhomboid, dessen Mittellinien 120 und 50 mm lang sind und miteinander einen Winkel von $75^\circ/105^\circ$ bilden, und suche die Ellipsenachsen.
4. Ein fünfteiliger Korbbogen, Spannweite 7 m und Bogenhöhe 2,5 m, ist in geeignetem Maßstab zu konstruieren.
5. Konstruiere eine Parabel, deren Parameter 40 mm beträgt.
6. Konstruiere eine Parabel nach 158.3; $AB = 60$ mm, $BC = 100$ mm, Winkel $ABC = 60^\circ$.
7. Eine gleichseitige Hyperbel mit selbstgewähltem Punkt P ist nach 159.2 zu konstruieren.
8. Zeichne eine Archimedische Spirale, deren Steigung 12 mm beträgt, im Näherungsverfahren.
9. Konstruiere eine dem Drehsinn des Uhrzeigers entgegengesetzt laufende Evolvente, deren Grundkreisdurchmesser 20 mm beträgt.
10. Um eine Rundsäule mit 40 mm Durchmesser und 90 mm Höhe sind Windungen einer Schraubenlinie zu konstruieren, $h = 30$ mm.

9 Projektionszeichen

9.1 Rechtwinklige Parallelprojektion

Die Darstellung eines Körpers kann auch im Wege der Projektion erfolgen. Es wird darunter ein mit dem Sehen vergleichbares Abbildungsverfahren verstanden, im weiteren Sinne aber auch das erzeugte Bild.

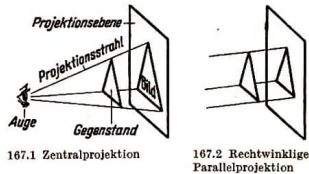
Die geraden Linien vom Auge nach markanten Punkten des Gegenstandes entsprechen den Sehstrahlen, heißen *Projektionsstrahlen* (167.1) und treffen auf einer hinter dem Gegenstand stehenden ebenen Fläche, der *Projektionsebene*, auf. Bei unendlichem Abstände des Auges vom Gegenstand sind die Projektionsstrahlen untereinander parallel (167.2) und bilden mit der Projektionsebene rechte Winkel. Werden die auftreffenden Punkte wie am Gegenstand miteinander verbunden, dann entsteht das projizierte Bild. Dieses Darstellungsverfahren heißt *rechtwinklige* (oder orthogonale oder orthographische) *Parallelprojektion*.

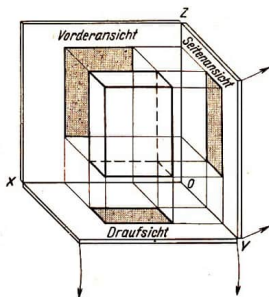
Die Gegenstände werden gewöhnlich aus drei rechtwinklig zueinanderliegenden Richtungen betrachtet und auf Ebenen projiziert, die zusammen eine Raumecke bilden (168.1). Das von vorn projizierte Bild ist die *Vorderansicht* (Aufriß), das von links projizierte Bild ist die *Seitenansicht* (Seitenriß) und das von oben projizierte die *Draufsicht* (Grundriß). Die Bilder lassen sich durch *Projektionslinien* miteinander verbinden.

Nun wird die Projektionsebene der Draufsicht um die Kante XO nach unten und die Projektionsebene der Seitenansicht um die Kante OZ nach hinten gekippt, so daß alle drei Projektionsflächen in einer Ebene liegen (168.2). Die Innenkanten der Raumecke sind nunmehr in der Zeichnung senkrecht zueinanderstehende Linien geworden und heißen als solche *Projektionsachsen*. Die von einem Bild zum anderen führenden Projektionslinien liegen parallel zu den Achsen. Als Verbindung zwischen den waagrechten Projektionslinien der Draufsicht und den senkrechten der Seitenansicht werden Viertelkreisbogen oder Linien unter 45° gezogen. Der Einfachheit halber sind die Projektionsebenen außen nicht zu umreißen, das Achsenkreuz allein genügt.

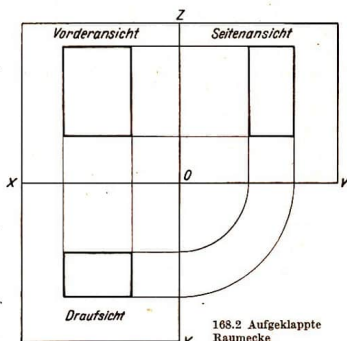
Das Projektionsverfahren ist für das technische Zeichnen grundlegend und gibt Gelegenheit, aus zwei Bildern des Gegenstandes das dritte zu entwickeln. Es kann z. B. die Seitenansicht aus der Vorder- und der Draufsicht entstehen. Die Draufsicht kann gefunden werden, wenn Vorderansicht und Seitenansicht bekannt sind, und zur Darstellung der Vorderansicht müssen Seitenansicht und Draufsicht vorhanden sein.

Projektion gerader Linien. Sind Vorderansicht und Draufsicht einer geraden Linie gegeben, so werden vom Anfangs- und vom Endpunkt der Linie, die mit 1 bzw. 2



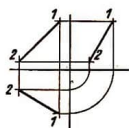


168.1 Rechtecksäule in der Raumecke

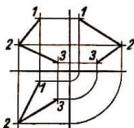


168.2 Aufgeklappte Raumecke

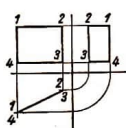
bezeichnet sind, aus beiden Bildern je ein Projektionslinienpaar in die Seitenansicht gezogen (168.3). Anfangs- und Endpunkt der Linie liegen dort in den Schnittpunkten 1 und 2 des betreffenden Projektionslinienpaares. Die Übertragung eines Winkels zeigt Bild 168.4.



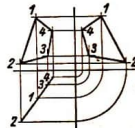
168.3 Projektion einer Geraden



168.4 Projektion eines Winkels



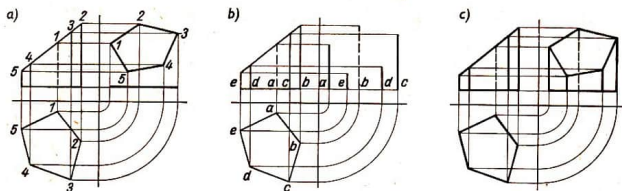
168.5 Projektion einer Rechteckfläche



168.6 Projektion eines unregelmäßigen Vierecks

Projektion ebener Flächen. Sind Vorderansicht und Draufsicht einer Fläche gegeben, so werden deren Ecken als Punkte einzeln in die Seitenansicht übertragen (168.5). Projektionslinien können sich in der Zeichnung decken, so daß nur eine Linie zu ziehen ist, wie z. B. für die beiden von den Punkten 3 und 4 der Vorderansicht in die Seitenansicht führenden Linien. Die gefundenen Punkte der Reihe nach miteinander verbunden. Es werden also Verbindungslinien von 1 nach 2, von 2 nach 3, von 3 nach 4 und von 4 nach 1, wie aus der Vorderansicht zu entnehmen ist, gezogen.

In Bild 168.6 wird die Vorderansicht eines Vierecks aus Seitenansicht und Draufsicht entwickelt.

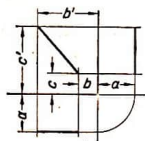


169.1 Projektion eines fünfseitigen Prismas

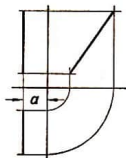
Projektion prismatischer Körper. Auch die Bilder prismatischer Körper werden punktweise ermittelt (169.1). Ob dabei zunächst die Grund- und die Deckfläche übertragen (169.1a) und dann die parallelen Seitenkanten gezogen werden oder ob umgekehrt verfahren wird (169.1b), ist gleichgültig.

Ermittlung wahrer Größen. Die *wahre Größe einer Kante* (s. S. 39) kommt auf einer Projektionsebene nur dann zum Ausdruck, wenn Kante und Projektionsebene parallel liegen. Die Maße b und b' in Bild 169.2 zeigen, daß die Kante nicht parallel zur Projektionsebene der Seitenansicht, sondern gegen diese geneigt liegt, dort also nicht in wahrer Größe, sondern verkürzt auftritt. Ebenso deuten die Maße c und c' auf eine verkürzte Darstellung in der Draufsicht hin. In der Vorderansicht hingegen ist die wirkliche Größe der Kante zu sehen, wie das Maß a zeigt. In Bild 169.3 erscheint die wahre Größe der Kante in der Seitenansicht und in Bild 169.4 in der Draufsicht.

Erscheint eine Kante jedoch in allen drei Ansichten verkürzt (169.5), dann wird die wahre Größe unter Benutzung zweier Ansichten konstruiert.



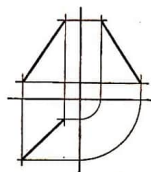
169.2 Wahre Länge in der Hauptansicht



169.3 Wahre Länge in der Seitenansicht



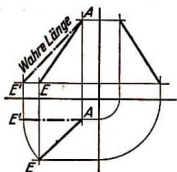
169.4 Wahre Länge in der Draufsicht



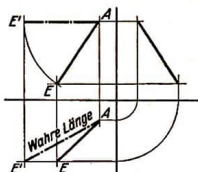
169.5 Die wahre Länge ist nicht erkennbar

Soll die wahre Länge in der *Vorderansicht* entstehen (170.1), dann wird der Endpunkt E in der Draufsicht auf einem Kreisbogen nach E' geschwenkt. Die Kante hat dann parallelen Abstand zur waagrechten Projektionsachse und damit zur Projektionsebene der Vorderansicht. In der Vorderansicht wird die neue Lage E' durch den Schnittpunkt einer von E ausgehenden, waagrechten Linie mit einer von E' aus der Draufsicht hochgezogenen Senkrechten bestimmt. Die Verbindungslinie von E' nach A in der Vorderansicht ist die wahre Länge. In der *Draufsicht* ergibt sich die wahre Länge, wenn in der Vorderansicht die Kante um A so lange gedreht wird, bis sie parallelen Abstand von der Projektionsebene der Draufsicht hat (170.2). Punkt E wird dabei nach E' gedreht.

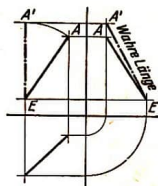
Ähnlich kann die wahre Länge auch in der *Seitenansicht* konstruiert werden (170.3).



170.1 Wahre Länge
in der Vorderansicht entstanden



170.2 Wahre Länge
in der Draufsicht entstanden



170.3 Wahre Länge
in der Seitenansicht entstanden

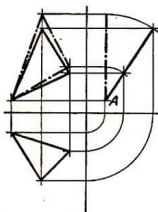
Konstruktion der wahren Größe einer Dreiecksfläche. In Bild (170.4) ist z. B. eine Dreiecksfläche dargestellt, die auf der unteren Ecke A nach vorn geneigt ist. Sie liegt also weder zur senkrechten noch zur waagrechten Projektionsebene parallel, und es erscheinen demzufolge in Vorderansicht sowie Draufsicht verkleinerte Flächen. Soll nun die wahre Größe einer Fläche ermittelt werden, so kippt man die Dreiecksfläche auf der Ecke A entweder bis in die Senkrechte (wie im Bild gezeigt) oder in die waagrechte Lage. Damit haben alle Dreieckskanten parallelen Abstand entweder von der Vorderansicht oder von der Draufsicht und erscheinen demzufolge dort in wahrer Größe.

Wäre die Seitenansicht, in der die Dreiecksfläche als Linie erscheint, nicht gegeben oder auch dort ein Dreieck zu sehen, dann müssen die wahren Längen aller Dreiecksseiten nach Bild 170.1 bis 3 einzeln ermittelt werden, und daraus ist die Fläche zu konstruieren.

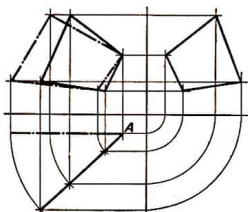
Die wahre Größe einer Fläche mit vier und mehr Ecken wird nach dem gleichen Verfahren festgestellt (170.5). Nötigenfalls muß eine solche Fläche in Dreiecke zerlegt und die wahre Größe jeder Dreiecksseite ermittelt werden. Aus den einzelnen Dreiecken ist dann die Gesamtfläche aufzubauen.

Eine Fläche mit mehr als drei Ecken braucht nicht immer eben zu sein, wenn sie durch zwei Flächen dargestellt ist. In Bild 170.6 zeigt die aus Vorderansicht und Seitenansicht entstandene Draufsicht, daß das Viereck uneben ist.

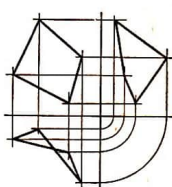
Ist eine ausreichende Sicherheit in diesem Zeichenverfahren erreicht, können die Projektionsachsen fortgelassen werden.



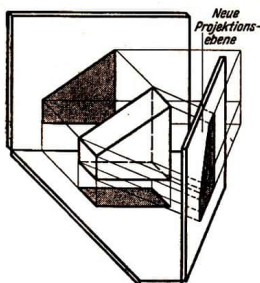
170.4 Wahre Größe
einer Dreiecksfläche



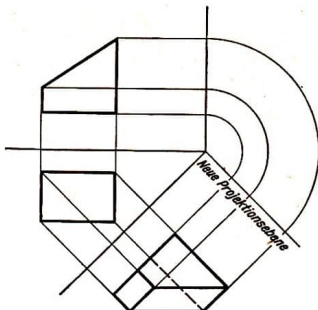
170.5 Wahre Größe
einer Vierecksfläche



170.6 Unebene Vierecksfläche



171.1 Neue Projektionsebene



Einführung einer neuen Projektionsebene (171.1). Soll eine Projektionsrichtung zur Vermeidung unangenehmer Verkürzungen (s. S. 74) oder der deutlicheren Darstellung wegen von den üblichen Richtungen abweichen, dann wird eine neue Projektionsebene eingeführt. Die markanten Punkte des Körpers werden wie sonst durch Projektionslinienpaare festgelegt und dann miteinander verbunden.

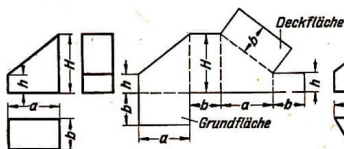
9.2 Körperschnitte und Abwicklungen

Einen Körper abwickeln heißt, seine gesamte Oberfläche aufzeichnen. Unter Abwicklung wird sowohl das Verfahren als auch das gezeichnete Bild verstanden. Werden Grund- und Deckfläche nicht mitgezeichnet, dann handelt es sich um die Abwicklung des Körpermantels. Von großer Bedeutung sind Abwicklungen im Behälter- und Rohrleitungsbau als Unterlagen für die zuzuschneidenden Bleche.

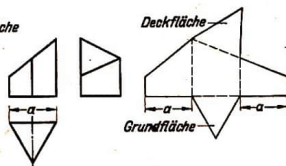
Prismatische Körper

Schiefgeschnittene Rechtecksäule. Zum Aufzeichnen der Abwicklung sind die mit Buchstaben versehenen Abmessungen aus Vorderansicht und Draufsicht abzugreifen und zu übertragen (171.2).

Die Umrißlinien der Abwicklung können dünner gezogen werden als die Volllinien für Körperkanten.



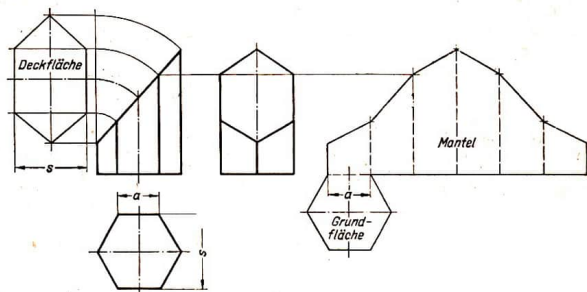
171.2 Darstellung und Abwicklung einer schief geschnittenen Rechtecksäule



171.3 Darstellung und Abwicklung einer schief geschnittenen Dreiecksäule

Schiefgeschnittene Dreiecksäule. Aus der Draufsicht werden die Breiten der Seitenflächen (Maß a) und aus der Vorderansicht die Höhen in die Abwicklung übernommen (171.3). Die wirklichen Kantenlängen der in der Draufsicht und in der Seitenansicht verkürzt dargestellten Deckfläche ergeben sich zwangsläufig in der schrägen Kanten der abgewickelten Seitenflächen. Diese können als Zirkelöffnung zur Konstruktion der Deckfläche dienen.

Schiefgeschnittene Sechsecksäule. In der Abwicklung wird die Länge einer Sechseckseite sechsmal waagrecht abgetragen (Maß a), die Höhen werden aus der Vorderansicht übernommen (172.1).

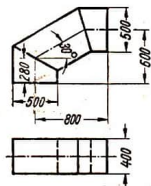


172.1 Darstellung und Abwicklung einer schief geschnittenen Sechsecksäule

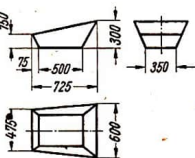
In den drei Ansichten ist die Deckfläche nicht in wirklicher Größe enthalten, wohl aber die Deckflächenlänge als schräge Linie in der Vorderansicht. Die Länge einschließlich der Unterteilungen wird durch Zirkelschläge übertragen. Mit dem Seitenmaß s liefert die Draufsicht die wahre Breite.

Übung:

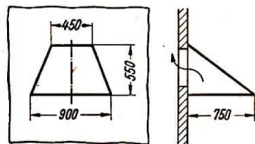
Zeichne die Abwicklung des Blechkanals (172.2), des Schubkarrenkastens (172.3) und des Rauchfangs (172.4) mit den erforderlichen Maßen.



172.2 Blechkanal



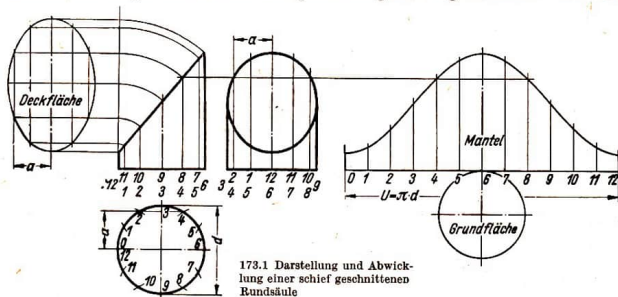
172.3 Schubkarrenkasten



172.4 Rauchfang

Zylindrische Körper

Schiefgeschnittene Rundsäule. Die Deckfläche in der Seitenansicht und die Abwicklung der Oberfläche entstehen unter Zuhilfenahme von 12 Mantellinien (173.1), deren Abstände voneinander sich durch Aufteilen des Kreisumfanges ergeben. Die Mantellinien werden aus der Draufsicht in die Vorderansicht übertragen. Sie sind verschieden lang. Die mit 0 bzw. 12 bezeichnete ist die kleinste, die größte Mantellinie hat die Nr. 6. Beide decken sich mit den senkrechten Umrißlinien der Vorderansicht. Die übrigen Mantellinien sind paarweise gleich lang. So fallen in der Vorder-



ansicht die Mantellinien 1 und 11, 2 und 10, 3 und 9, 4 und 8 und 5 und 7 zusammen. Nun werden die Mantellinien aus der Draufsicht in die Seitenansicht übertragen (Beispiel: Maß a für Mantellinien 2 und 4). Dort liegen ungleich lange Mantellinien übereinander, z. B. 2 und 4, 1 und 5 usw. Die Mantellinien 12 und 6 liegen auf der Mittellinie und 3 und 9, die sich in der Vorderansicht decken, auf je einer senkrechten Umrißlinie. Jede Mantellinie steht auf der Grundkreiskante des Körpers und reicht mit dem anderen Ende an die Kante der elliptischen Deckfläche. In den Endpunkten der Mantellinien liegen mithin Punkte der Ellipse. Sie werden aus der Vorderansicht in die Seitenansicht übertragen (Beispiel: Mantellinien 4 und 8) und ergeben durch Verbindung untereinander die Deckfläche.

Die Gesamtbreite U der Mantelabwicklung ist gleich dem Umfange des Grundkreises.

Der 12. Teil des Kreises wird nach Bild 155.2 festgestellt und 12 mal auf der Waag-rechten abgetragen. Sie kann aber auch durch Malnehmen des Körperdurchmessers d mit π ermittelt werden: $U = \pi \cdot d$. Die Breite wird dann in 12 gleiche Teile geteilt. Nachdem durch die Teilpunkte senkrechte Mantellinien gezogen und deren Längen durch Übertragen aus der Vorderansicht (Beispiel: Mantellinien 4 und 8) festgelegt sind, wird die geschwungene Begrenzungslinie gezeichnet; sie ist eine Sinuskurve.

Zum Zeichnen der wahren Größe der Deckfläche wird zunächst die Länge der großen Achse mit ihren Unterteilungen durch Zirkelschläge aus der Vorderansicht

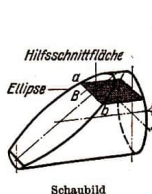


Schaubild

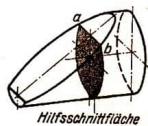
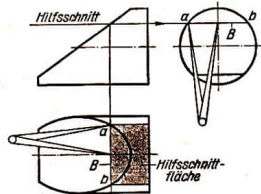
übernommen. Wie das Schaubild zeigt, sind die Abstände gleich langer Mantellinien von der großen Ellipsenachse gleich; sie haben jeweils die halbe Breite der Ellipse und werden aus der Draufsicht abgegriffen (Beispiel: Maß a).

Ist die Abwicklung nicht erforderlich, dann wird die Ellipse durch Anwendung von Hilfsschnitten konstruiert (174.1). Ein Hilfsschnitt parallel zur Längsachse der Rundsäule erzeugt eine Rechteckfläche, deren Breite B in der Seitenansicht als Sehne ab dargestellt ist und in die Draufsicht übertragen wird. Sie liefert dort zwei Ellipsenpunkte. Durch weitere Schnitte in anderen Abständen von der Körperachse werden weitere Ellipsenpunkte gefunden.

Es können aber auch Hilfsschnitte rechtwinklig zur Längsachse der Rundsäule gewählt werden (174.2). Die Fläche eines solchen Schnittes ist eine Kreisfläche, an der ein Abschnitt fehlt. In den Ecken dieser Fläche liegen die Kurvenpunkte a und b .



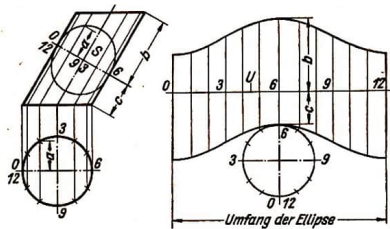
174.1 Konstruktion der Kurve durch Hilfsschnitte parallel zur Körperachse



174.2 Hilfsschnitt rechtwinklig zur Körperachse

Schiefer Kreiszylinder. Grund- und Deckfläche eines schiefen Kreiszylinders sind gleich große Kreise in parallelem Abstände voneinander (174.3). Ein Schnitt parallel zur Grundfläche liefert wieder einen Kreis, jeder andere Schnitt quer durch die Körperachse dagegen eine Ellipse.

Nach dem Aufteilen des Grundkreises in der Draufsicht in zwölf gleiche Teile werden die Mantellinien in der Vorderansicht gezogen. Dann wird rechtwinklig zur Körperachse an beliebiger Stelle ein Hilfsschnitt S gelegt, der eine Ellipse erzeugt. Sie ist in die Bildebene eingedreht dargestellt.

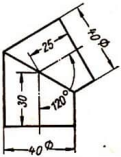


174.3 Darstellung und Mantelabwicklung eines schiefen Kreiszylinders

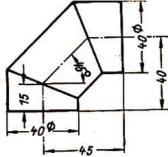
Die einzelnen Ellipsenpunkte werden aus der Draufsicht abgenommen (Beispiel: Maß a). Der Ellipsenumfang ist zugleich die Breite der Mantelabwicklung. Er wird mit angespanntem Teilzirkel in kleinen Teilen abgegriffen, auf einer Geraden abgetragen und in zwölf verschieden große Teile geteilt. Dazu dienen die Unterteilungen auf dem Umfang der Ellipse in der Vorderansicht. Beiderseits des gestreckten Ellipsenumfanges U werden nun Mantellinien gezogen und die Längen aus der Vorderansicht übertragen (Beispiel: Maße b und c).

Übungen:

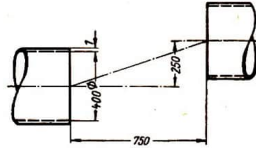
1. Die beiden Teile des Rohrkniees sind abzuwickeln (175.1).
2. Wickle die einzelnen Teile des Krümmers ab (175.2).
3. Die beiden Rohrenden (175.3) sind durch ein Zwischenstück zu verbinden, dessen Abwicklung unter Zugrundelegung des mittleren Rohrdurchmessers aufzuzeichnen ist.
4. Zeichne den Dachstift (175.4) in den üblichen drei Ansichten.
5. Vervollständige die Seitenansicht und zeichne die Draufsicht der Dreikantspitze (175.5).
6. Seitenansicht und Draufsicht der abgeschrägten Buchse (175.6) sind zu zeichnen.



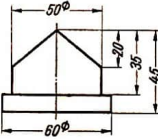
175.1 Rohrknie



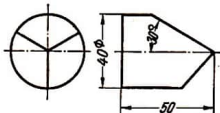
175.2 Rohrkrümmer



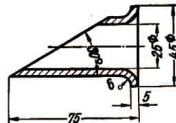
175.3 Rohrverbindung



175.4 Dachstift



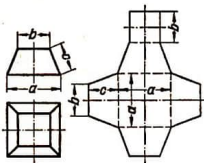
175.5 Dreikantspitze



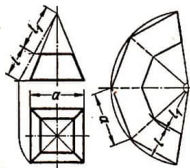
175.6 Abgeschrägte Buchse

Pyramidische Körper. Pyramidenstümpfe lassen sich durch Umlappen der Seitenflächen um die Kanten der Grundfläche abwickeln (175.7). Die Abwicklung kann aber auch unter Benutzung der wahren Länge der Seitenkanten erfolgen (175.8).

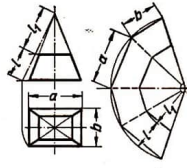
Nach dem Verfahren in Bild 170.1 wird die wahre Kantenlänge festgestellt. Die verlängerte waagrechte Linie der Deckfläche in der Vorderansicht schneidet die wahre Länge der Seitenkanten. Der untere Teil (l) ist gleich der Seitenkante des Pyramidenstumpfes und der obere (l_1) gleich der der Pyramidenspitze. Mit der wahren Kantenlänge $l + l_1$ der ganzen Pyramide als Halbmesser wird dann ein Kreisbogen geschlagen und die Seitenlänge a der Grundfläche



175.7 Umlappen der Seitenflächen um die Grundkanten



175.8 Abwickeln des Mantels mit Hilfe der wahren Seitenlänge

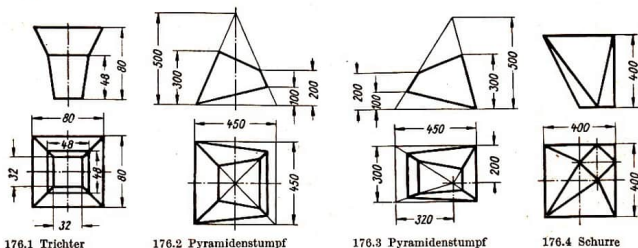


175.9 Abwickeln des Mantels mit Hilfe der wahren Seitenlänge

viermal darauf abgetragen. Durch Verbinden der Teilpunkte mit dem Zirkelseinsatzpunkt entsteht die Mantelabwicklung der ganzen Pyramide. Dann wird die wahre Länge l_1 der Pyramidenspitze aus der Vorderansicht in den Zirkel genommen und auf den Dreieckseiten der Abwicklung abgetragen. Durch Verbinden dieser Zwischenpunkte entsteht die Mantelabwicklung des Pyramidenstumpfes, an die noch Grund- und Deckfläche angesetzt werden können. Bei Pyramidenstümpfen mit rechtwinkliger Grundfläche wechseln die verschiedenen langen Grundkanten auf dem Kreisbogen ab (175.9).

Übung:

Zeichne die Abwicklungen des Trichters (176.1), der Pyramidenstümpfe (176.2 und 176.3) und der Schurre (176.4) in geeigneten Maßstäben.



Keglige Körper

Gerader Kreiskegel. Die Abwicklung des Mantels ist ein Kreisausschnitt und die des Kegelstumpfmantels ein Kreisringausschnitt, dessen Halbmesser S und s aus der Vorderansicht stammen (176.5).

Der große Bogen des Mantels ist so lang wie der Umfang der Grundfläche ($U = \pi \cdot D$) und wird mit Hilfe des Winkels α bestimmt:

$$\alpha = \frac{180^\circ \cdot D}{S}$$

Diese Gleichung ergibt sich aus den Beziehungen zwischen α , dem davon eingeschlossenen Bogen ($= \pi \cdot D$), dem Vollwinkel ($= 360^\circ$) im Scheitel des Winkels α und dem dazugehörigen

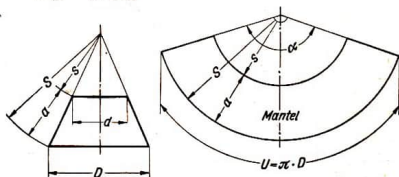
Kreisumfang ($= \pi \cdot 2S$), nämlich aus: $\frac{\alpha^\circ}{\pi \cdot D} = \frac{360^\circ}{\pi \cdot 2 \cdot S}$

Es bedeuten: S = Seitenlänge des Kegels, D = Durchmesser der großen Grundfläche.

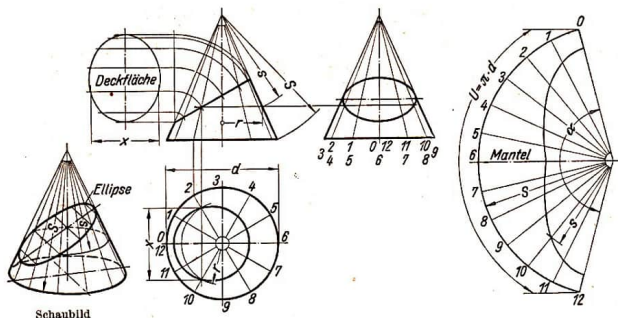
Beispiel:

Bei einem Durchmesser $D = 200$ mm und einer Seitenlänge $S = 250$ mm beträgt der Winkel

$$\alpha = \frac{180^\circ \cdot D}{S} = \frac{180^\circ \cdot 200}{250} = 144^\circ$$



176.5 Darstellung und Mantelabwicklung eines Kegelstumpfes



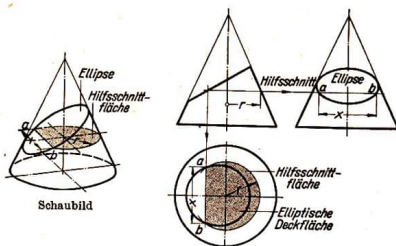
177.1 Darstellung und Abwicklung eines schräg abgeschnittenen Kegelstumpfes

Ein schräger Schnitt durch einen Kegel erzeugt eine Ellipse, sofern er von einer Kegel-seitenlinie auf die andere gerichtet ist (177.1). Zur Konstruktion der Deckfläche in der Seitenansicht und in der Draufsicht und zum Aufzeichnen der Abwicklung dienen Mantellinien. Sie führen von der Grundkante nach der Kegelspitze. Dort, wo sie in der Vorderansicht durch die schräge Schnittlinie unterteilt sind, liegen Punkte der Ellipse. Sie werden auf die gleichen Mantellinien der Seitenansicht und der Draufsicht übertragen (Beispiel: Mantellinien 2 und 10).

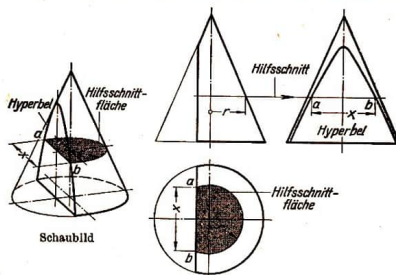
Die Ellipse in der Draufsicht wird jedoch genauer, wenn sich jede Mantellinie mit dem dazu-gehörenden Kreisbogen schneidet. Das ist derjenige Kreisbogen, der parallel zur Kegelgrund-kante durch den zu übertragenden Ellipsenpunkt um den Kegelmantel herumläuft. Die Vor-deransicht zeigt den Halbmesser r für den Kreisbogen, der die Mantellinien 2 und 10 in der Draufsicht schneidet.

Für die Abwicklung des Kegelstumpfmantels werden zuerst ein Kreisbogen mit der aus der Vorderansicht entnommenen Seitenlänge S geschlagen, der Winkel α be-rechnet und abgetragen (s. S. 176). Nach der Einteilung des Bogens in zwölf gleiche Teile sind Mantellinien zu ziehen und deren Unterteilungen aus der Vorderansicht abzugreifen. Dort erscheinen sie ebenso wie die Mantellinien, 0 bzw. 12 und 6 aus-genommen, aber verkürzt. Um die wirkliche Länge zum Abtragen einer Unterteilung, z. B. der auf Mantellinie 10, zu erhalten, wird der Körper um seine Längsachse ge-dreht, bis diese Schnittlinie mit einer Seitenlinie der Vorderansicht zusammenfällt. Nun erst erscheint sie in wahrer Größe, so daß die Unterteilung mit dem Maß s in die Abwicklung übertragen werden kann.

Für das Aufzeichnen der wahren Größe der Deckfläche wird zuerst die Länge der schrägen Schnittlinie einschließlich der Unterteilungen als große Achse der Ellipse aus der Vorderansicht durch Zirkelschläge übertragen. Die Abstände der Ellipsenpunkte zwischen den Enden zweier gleich langer Mantellinien werden aus der Draufsicht übernommen (Beispiel: Maß x).

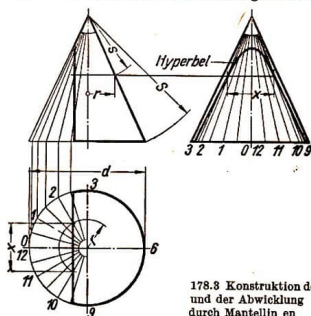


178.1 Konstruktion der elliptischen Deckfläche durch Hilfsschnitte



178.2 Konstruktion der Hyperbel durch Hilfsschnitte

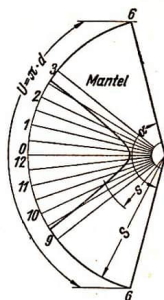
Für die Abwicklung des Mantels kommen wieder Mantellinien in Anwendung, deren Zahl aber dort, wo sich die Kurve befindet, aus Gründen der größeren Genauigkeit vermehrt werden kann (178.3).



178.3 Konstruktion der Hyperbel und der Abwicklung durch Mantellinien

Die Deckfläche in der Draufsicht und in der Seitenansicht kann aber auch durch Hilfsschnitte konstruiert werden (178.1). Sie liegen parallel zur Grundfläche und erzeugen Kreisflächen, von denen ein Stück abgetrennt ist. Aus der Vorderansicht wird der Halbmesser r abgegriffen, in der Draufsicht damit ein Kreis geschlagen und dann die Sehne heruntergelotet. Sie schneidet den Kreis in den Ellipsenpunkten a und b . Diese werden in der Seitenansicht mit Hilfe des Maßes r festgelegt. Weitere Kurvenpunkte werden in der gleichen Weise durch höher- und tieferliegende Hilfsschnitte bestimmt.

Durch einen Schnitt parallel zur Mittelachse des Kegels entsteht eine von einer Hyperbel begrenzte Fläche. Die Hyperbel tritt in der Seitenansicht in wahrer Größe auf. Die Sehnen der Hilfsschnittflächen sind verschieden groß und liegen in der Draufsicht übereinander (178.2).



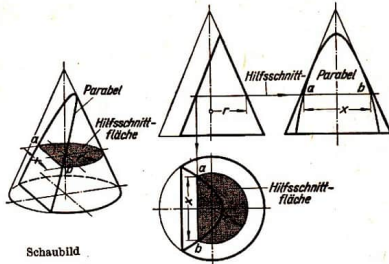
Durch einen schrägen Schnitt parallel zur Seitenlinie entsteht eine von einer Parabel begrenzte Fläche (179.1). Die Konstruktion der in der Seitenansicht und in der Draufsicht liegenden Kurve und der Abwicklungen erfolgt nach bereits bekannten Verfahren.

Nicht nur der Schnitt parallel zur Körperachse erzeugt eine Hyperbel (178.2), sondern auch jeder andere in dem Raume zwischen jenem und dem Parabelschnitt.

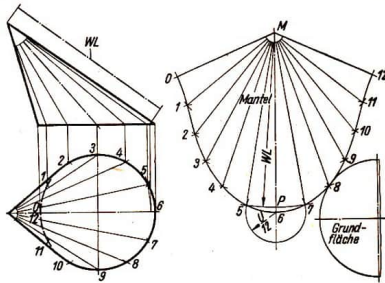
Schiefer Kreiskegel. Die Mantellinien des schiefen Kreiskegels sind verschieden lang (179.2) und erscheinen bis auf die beiden 0 bzw. 12 und 6, die sich mit den Seitenlängen in der Vorderansicht decken, verkürzt.

Die Darstellung der Mantelabwicklung beginnt mit der längsten Mantellinie 6. Sie teilt die Abwicklung in Hälften. Die wahre Länge WL der Mantellinien 5 und 7 wird ermittelt und damit ein Kreisbogen um den Punkt M geschlagen. Mit dem 12. Teil des Umfangs der Grundfläche wird dann um den Endpunkt 6 ein zweiter Kreisbogen gezogen und mit dem anderen zum Schnitt gebracht. Damit liegen die Punkte 5 und 7 der geschwungenen Begrenzungslinie fest. Nun werden abermals zwei Kreisbogen geschlagen, einer mit der wahren Länge der nächsten Mantellinien 4 und 8 um M und der andere mit dem 12. Teile des Umfangs der Grundfläche um die Punkte 5 und 7 der Abwicklung. In den Schnittpunkten befinden sich weitere zwei Punkte (4 und 8) der geschwungenen Begrenzungslinie. Das Verfahren wird so lange fortgesetzt, bis alle Punkte gefunden sind.

Schnitte durch den schiefen Kreiskegel sind wie beim geraden je nach der Lage Kreise, Ellipsen, Hyperbeln oder Parabeln.



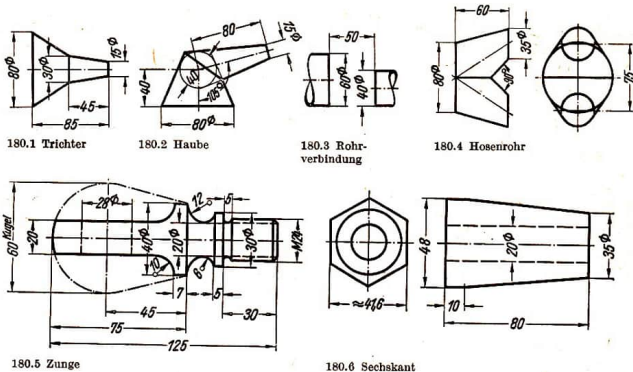
179.1 Konstruktion der Parabel durch Hilfschnitte



179.2 Schiefer Kreiskegel

Übungen:

1. Zeichne die Abwicklungen des Trichters (180.1), der Haube (180.2), der Rohrverbindung (180.3) und des Hosenrohres (180.4).
2. Zeichne die Zunge (180.5) und den Sechskant (180.6) in drei Ansichten und konstruiere die Schnittkurven.

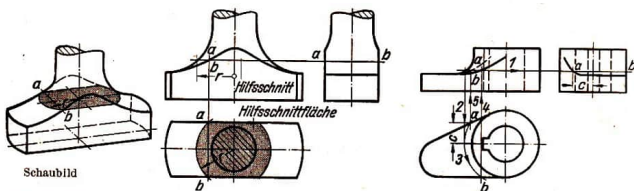


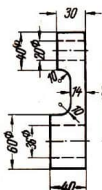
Verschiedene Drehkörper. Die Hilfsschnitte zur Konstruktion der Kurven an einem Stangenende (180.7) liegen rechtwinklig zur Körperachse und ergeben Kreisflächen, an denen zwei gegenüberliegende Stücke fehlen.

Mit dem in der Vorderansicht abzugreifenden Halbmesser r wird die Hilfschnittfläche in der Draufsicht bogig umrissen. In den Schnittpunkten der Bogen mit den waagrechten Volllinien liegen die Kurvenpunkte a und b . Sie werden in die Vorderansicht übernommen. In der Seitenansicht erscheint die Kurve als gerade Linie wie in der Draufsicht.

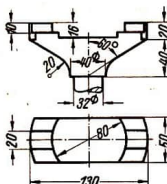
Sind Stangendurchmesser und Kopfbreite gleich groß, sind mithin die waagrechten Körperkanten der Draufsicht Tangenten am Kreise des Schaftes, dann läuft die Kurve in einer Spitze aus.

Die Reihenfolge der Zeichenarbeit beim Aufsuchen der Kurvenpunkte a und b an einem Schaltnocken (180.8) geht aus der Bezeichnung der Konstruktionslinien mit den Nummern 1 bis 4 hervor, wobei die Linie, die den Hilfschnitt darstellt, mit 1 bezeichnet ist.

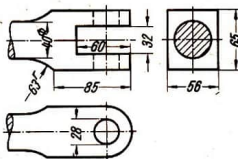




181.1 Hebel



181.2 Klaue



181.3 Stangenende

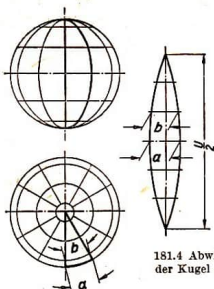
Übung:

Vervollständige die Darstellung des Hebels (181.1), die der Klaue (181.2) und die des Stangenendes (181.3) durch Konstruktion der Kurven.

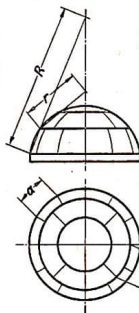
Kugel. Die Oberfläche einer Kugel läßt sich nicht ohne Falten und Risse als Ebene ausbreiten. Die Abwicklung ist daher nur annähernd genau möglich.

Die Kugel wird wie die Erde mit einem Liniennetz versehen (181.4). Dadurch kann die Oberfläche zerlegt werden. Sie besteht bei der dargestellten Kugel aus zwölf Teilen, sphärische Zweiecke genannt, deren Längen gleich dem halben Kugelumfang $U/2$ und wie dieser in sechs gleiche Teile geteilt sind. Die einzelnen Breiten, a , b usw., werden der Draufsicht entnommen.

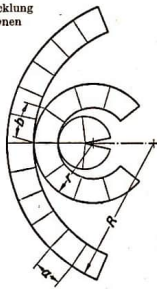
Die Kugel läßt sich auch in Zonen einteilen. Die Oberfläche jeder Zone wird als Mantel eines Kegels stumpfes angesehen und aufgezeichnet (181.5).



181.4 Abwicklung der Kugel

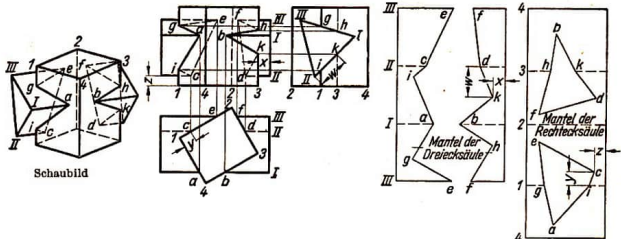


181.5 Abwicklung der Kugelzonen



9.3 Körperdurchdringungen und Abwicklungen

Beim ineinanderstecken von Körpern entstehen an den Stoßstellen neue Kanten. Sie sind in der Zeichnung geradlinig, wenn die zusammenstoßenden Oberflächen eben sind. Ist aber mindestens eine der Oberflächen gewölbt, dann treten, von Sonderfällen abgesehen, Durchdringungskurven auf.



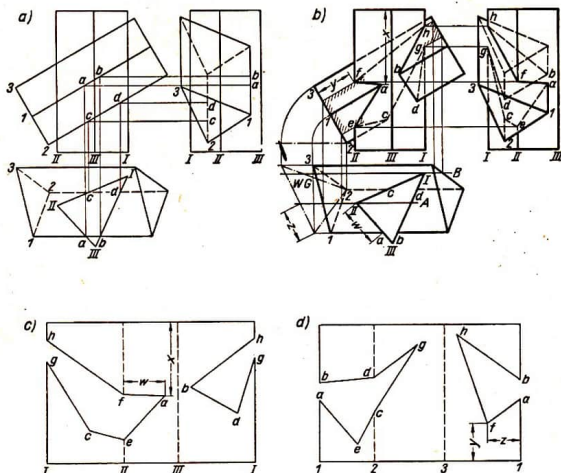
182.1 Rechtwinklige Durchdringung einer Rechtecksäule mit einer Dreiecksäule

Rechtwinklige Durchdringung einer Rechtecksäule mit einer Dreiecksäule. Sie liegt vor, wenn die Achsen der Körper rechtwinklig zueinander stehen (182.1). Die Durchdringungslinien erscheinen in dem Beispiel in der Vorderansicht und werden aus der Seitenansicht und der Draufsicht abgeleitet.

Zur Erleichterung der Arbeit sind die Seitenkanten der Rechtecksäule mit 1 bis 4 und die der Dreiecksäule mit I bis III bezeichnet. Die Draufsicht zeigt die Punkte a bis f , in denen die Rechtecksäule von den Kanten I bis III durchstoßen wird. Sie werden in die Vorderansicht übertragen. Die Seitenansicht zeigt die Punkte g bis k , in denen die Dreiecksäule von den Kanten 1 und 3 durchstoßen wird. Sie werden ebenfalls in die Vorderansicht herübergeholt. Nun werden die in der Vorderansicht gefundenen Punkte a bis k wie folgt verbunden: Vom Punkt a in der Draufsicht führt eine Rechteckseite zur Kante 1. Auf dieser Kante liegt, wie die Seitenansicht zeigt, der Punkt g . Er muß deshalb mit a verbunden werden. Punkt g ist mit e zu verbinden, weil beim Umfahren des Rechtecks in der Draufsicht der Punkt e folgt. Punkt e wird dann mit c verbunden. Mit welchem Punkt der auf der Kante II liegende Punkt c zu verbinden ist, zeigt die Seitenansicht. Dort führt eine Dreiecksseite von II nach I, auf der Punkt i liegt. Folglich wird von c nach i gezogen. In dieser Weise wird die Arbeit fortgesetzt. Die Durchdringungslinien sind zum Teil zu stricheln, wie aus der Vorderansicht und aus der Seitenansicht hervorgeht.

Um die Ausschnitte aus dem Mantel der Rechtecksäule zu bestimmen, werden zuerst die Punkte g bis k auf den Seitenlinien 1 und 3 der Abwicklung abgetragen. Die Abmessungen hierfür liefert die Seitenansicht. Dann werden die Punkte a bis f bestimmt, deren Abstände von den Seitenkanten am Umfang der Rechteckfläche in der Draufsicht und deren Höhen aus der Vorderansicht abgegriffen werden (Beispiel: Maße y und z für Punkt c). Ebenso wird der Ausschnitt aus dem abgewinkelten Mantel der Dreiecksäule festgelegt. Die Punkte a bis f auf den Kanten I bis III liefert die Draufsicht. Die Abstände für die Punkte g bis k dagegen werden in der Seitenansicht und in der Vorderansicht abgegriffen (Beispiel: Maße w und x für Punkt k).

Schiefwinklige Durchdringung zweier Dreiecksäulen (183.1). Zuerst werden die Umriss der Körper in dünnen Linien aufgezeichnet (183.1a). Die Draufsicht zeigt, daß die Kanten 1 und 2 auf die stehende Dreiecksäule auftreffen, und zwar in den Punkten a bis d . Sie werden von hier in die Vorderansicht und in die Seitenansicht übertragen. Für die Punkte e und f wird ein Hilfschnitt A parallel zur Projektionsachse der Vorderansicht durch die Kante II gelegt (183.1b). Er erzeugt an der schief liegenden Dreiecksäule zwei parallele Kanten. Sie werden aus der Draufsicht in die Vorderansicht hochgezogen und schneiden dort die Kante II in den gesuchten Punkten e und f . Durch einen weiteren Hilfschnitt B entlang der Kante I werden g und h in der Vorderansicht ermittelt. Nach dem Übertragen der Punkte e bis h in die Seitenansicht wird die Zeichnung vervollständigt.



183.1 Schiefwinklige Durchdringung zweier Dreiecksäulen

a) Umriss der Körper, b) Auffinden der Durchdringungslinien,

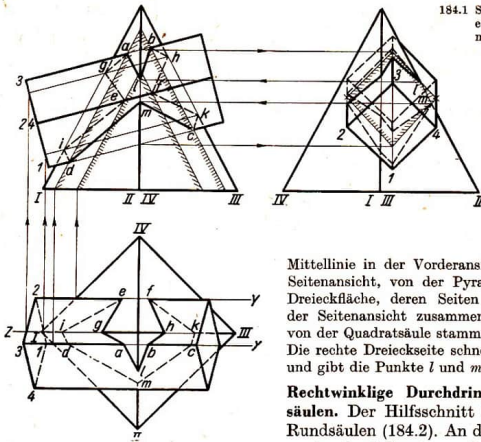
c) Mantel der stehenden Dreiecksäule, d) Mantel der schiefliegenden Dreiecksäule

Für den Ausschnitt des abgewickelten Mantels der stehenden Dreiecksäule (183.1c) werden die Punkte e bis h von den Seitenkanten I und II der Vorderansicht übernommen. Die Abstände der Punkte a bis d von den Seitenkanten stammen aus der Draufsicht und aus der Vorderansicht (Beispiel: Maße w und x für Punkt a).

Zum Aufzeichnen des Mantels der schiefliegenden Dreiecksäule (183.1d) wird zuvor die wahre Größe WG der Grundfläche in der Draufsicht ermittelt (183.1b). Die wahren Längen der Dreiecksseiten sind die Breiten der Mantelabwicklung. Die Punkte a bis d der Abwicklung gehen aus der Vorderansicht hervor. Die übrigen Punkte e bis h werden durch die Höhen aus der Vorderansicht (Beispiel: Maß y für Punkt f) und durch die Abstände von den Seitenkanten festgelegt. Diese sind aber an den wahren Längen der Dreiecksseiten in der Draufsicht abzugreifen (Beispiel: Maß z für Punkt f).

Schiefwinklige Durchdringung einer Pyramide mit einer Quadersäule. Zur Ermittlung der Punkte a bis d in der Vorderansicht dient der Hilfsschnitt X (184.1). Er liegt parallel zur Pyramidenlängsachse und in den Seitenkanten 1 und 3 der Quadersäule. Als Hilfsschnittfläche entsteht in der Vorderansicht das große schraffierte Dreieck. In den Schnittpunkten der Dreiecksseiten mit den Kanten 1 und 3 liegen die Punkte a bis d , die nun in die Draufsicht übertragen werden. Durch einen zweiten Hilfsschnitt Y parallel zur Pyramidenlängsachse werden in der gleichen Weise die Punkte e und f in der Vorderansicht gefunden. Der dritte Hilfsschnitt Z führt durch die Pyramidenlängsachse und liefert in der Vorderansicht die Punkte g bis k . Die Punkte l und m entstehen zuerst in der Seitenansicht, und zwar durch einen Hilfsschnitt entlang der senkrechten

184.1 Schiefwinklige Durchdringung einer Pyramide mit einer Quadersäule

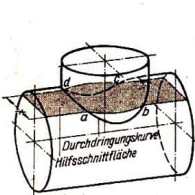


Mittellinie in der Vorderansicht. Er erzeugt in der Seitenansicht, von der Pyramide herrührend, eine Dreiecksfläche, deren Seiten mit den Umrißlinien der Seitenansicht zusammenfallen, und außerdem, von der Quadersäule stammend, eine Vierecksfläche. Die rechte Dreiecksseite schneidet zwei Vierecksseiten und gibt die Punkte l und m an.

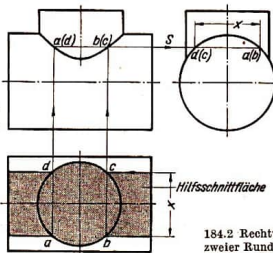
Rechtwinklige Durchdringung zweier Rundsäulen. Der Hilfsschnitt S führt durch beide Rundsäulen (184.2). An der stehenden erzeugt er eine kreisförmige und an der anderen eine

rechteckige Schnittfläche. Die Breite der rechteckigen Schnittfläche wird als Maß x aus der Seitenansicht in die Draufsicht übertragen. Wo die Umrißlinien beider Schnittflächen zusammenstoßen, liegen die Punkte a bis d ; sie werden in die Vorderansicht hochgelotet. Weitere Kurvenpunkte entstehen durch weitere, höher- oder tieferliegende Hilfsschnitte.

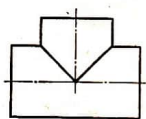
Die Durchdringungskurve ist eine Hyperbel, deren Scheitelpunkt annähernd genau mit dem Zirkel geschlagen werden kann. Als Halbmesser dient die Entfernung vom Scheitelpunkt bis zur Mittelachse der liegenden Rundsäule. Sind die Durchmesser beider Rundsäulen gleich groß, entstehen gerade Durchdringungslinien in der Zeichnung (184.3).



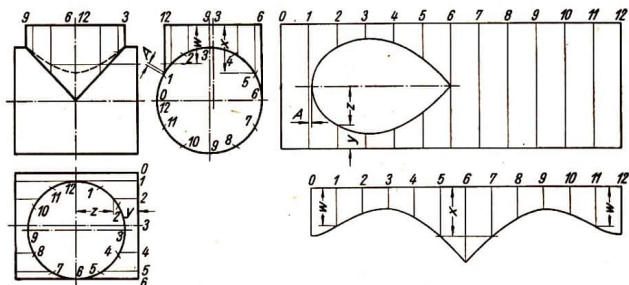
Schaubild



184.2 Rechtwinklige Durchdringung zweier Rundsäulen



184.3 Durchdringung zweier Rundsäulen gleichen Durchmessers

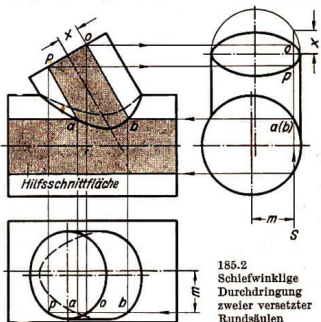


185.1 Rechtwinklige Durchdringung zweier versetzter Rundsäulen und Mantelabwicklungen

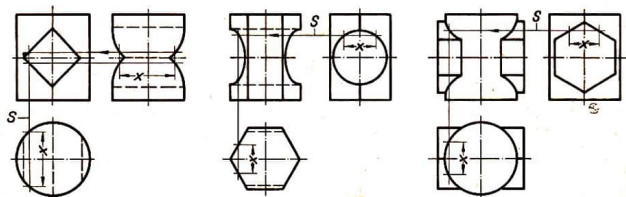
Die Durchdringungskurven können aber auch mit Hilfe von Mantellinien konstruiert werden (185.1). Dieses Verfahren ist am Platze, wenn auch die Mantelabwicklungen dargestellt werden sollen.

Für die aufgesetzte Rundsäule, deren Mittelachse in dem Beispiel in einer anderen Ebene liegt als die des Hauptkörpers, werden zwölf Mantellinien vorgesehen. Die Längen der einzelnen Mantellinien werden aus der Seitenansicht in die Vorderansicht übertragen und liefern dort die Kurvenpunkte. Außerdem geben sie die einzelnen Punkte der geschwungenen Begrenzungslinie der Mantelabwicklung an (Beispiel: Maße w und x). Der Umfang der großen Rundsäule wird in der Seitenansicht aufgeteilt. Nun werden die Mantellinien in die Draufsicht übertragen, wo die Längen zum Aufzeichnen der Öffnungen in der Mantelabwicklung entstehen (Beispiele: Maße y und z). Maß A in der Abwicklung liefert die Seitenansicht.

Schiefwinklige Durchdringung zweier Rundsäulen. Die Achsen der beiden Körper liegen in verschiedenen Ebenen (185.2). In der Seitenansicht wird in beliebigem Abstände m von der Mittelachse des Hauptkörpers ein Hilfsschnitt S durch beide Rundsäulen gelegt. Um in der Vorderansicht die Breite der Hilfsschnittfläche des Abzweigs zu ermitteln, wird in der Seitenansicht über der waagrechten Mittelachse der Deckfläche ein halber Hilfskreis geschlagen. Er stellt die in die Zeichenebene eingedrehte, halbe Deckfläche dar. Das Maß x ist somit als halbe Breite der Hilfsschnittfläche des Abzweigs in der Vorderansicht abzutragen. Dadurch entstehen die Punkte o und p , die zugleich Punkte der in der Seitenansicht als Ellipse auftretenden Deckfläche des Abzweigs sind. In den Schnittpunkten der Umrislinien beider Hilfsschnittflächen liegen die Punkte a und b . Die Übertragung in die Draufsicht geschieht in der üblichen Weise aus den beiden anderen Ansichten.



185.2 Schiefwinklige Durchdringung zweier versetzter Rundsäulen



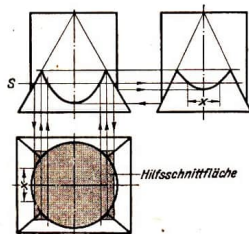
Rundsäule mit quadratischem Loch

Sechssäule mit rundem Loch

Rundsäule mit Sechssäule

186.1 Rechtwinklige Durchdringungen

Rechtwinklige Durchdringung einer Rundsäule mit einem Prisma. Jede Kurve in den Darstellungen ist ein Teil einer Ellipse (186.1). Die Hilfsschnitte S gehen, wie immer, durch beide Körper und liefern die einzelnen Kurvenpunkte.



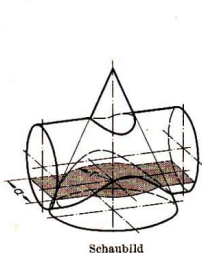
186.2 Durchdringung einer Pyramide mit einer Rundsäule

Durchdringung einer Pyramide mit einer Rundsäule.

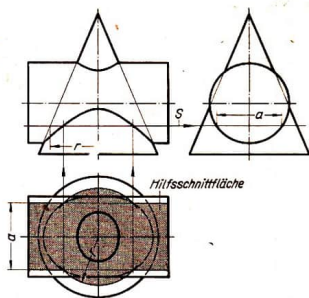
Die Durchstoßpunkte der Pyramidenseitenkanten am Mantel der Rundsäule werden aus der Draufsicht in die Vorderansicht übernommen und von hier in die Seitenansicht übertragen (186.2). Der Hilfsschnitt S liegt unter den Durchstoßpunkten und parallel zur Pyramidengrundfläche. Aus der Draufsicht werden die Kurvenpunkte in die Vorderansicht hochgelotet und in die Seitenansicht übertragen (Beispiel: Maß x). Die Kurven sind Ellipsen.

Rechtwinklige Durchdringung eines Kegels mit einer Rundsäule.

Der Hilfsschnitt S liegt parallel zur Kegelgrundfläche (186.3) und zur Achse der Rundsäule. Der Halbmesser r für die Hilfsschnittfläche wird in der Vorderansicht und die Breite a in der Seitenansicht

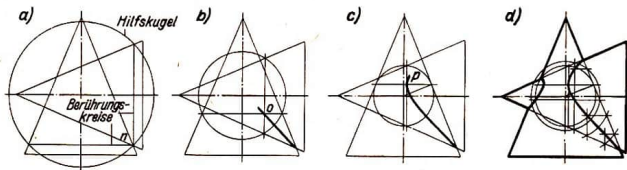


186.3 Rechtwinklige Durchdringung eines Kegels mit einer Rundsäule



abgegriffen. Die Kurven sind Hyperbeln. Gerade, sich kreuzende Durchdringungslinien entstehen, wenn die Seitenlinien des Kegels in der Seitenansicht Tangenten am Umfang der Rundsäule sind.

Rechtwinklige Durchdringung zweier Kegel. Die Kurven lassen sich durch Hilfschnitte konstruieren, die parallel zur Mittelachse des liegenden und parallel zur Grundfläche des stehenden Kegels liegen. Als Hilfschnittfläche treten demnach am stehenden Kegel eine Kreis- und am liegenden Kegel eine Hyperbelfläche auf. In den Schnittpunkten ihrer Umrißlinien liegen dann Punkte der Durchdringungskurve. Das Aufsuchen der Punkte mit Hilfe von Hyperbelflächen ist jedoch zeitraubend und ungenau, weil die Hyperbeln auch erst punktweise gefunden werden müßten.



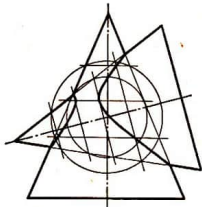
187.1 Rechtwinklige Durchdringung zweier Kegel; Kurvenkonstruktion durch Hilfskugelnverfahren

Eine bessere Konstruktion ist durch das Hilfskugelnverfahren möglich (187.1). Ist nämlich ein Kegel in eine Kugel gesteckt, dann berühren sich die Oberflächen beider Körper auf einer Kreislinie. Nun wird davon ausgegangen, daß die sich durchdringenden Kegel in eine Hilfskugel eingedrückt sind, und zunächst der Punkt n betrachtet (187.1 a). Er ist ein Berührungspunkt der beiden Kegelmantelflächen und liegt auf der Hilfskugeloberfläche im Schnittpunkt zweier Kreise, die als Durchdringungslinien der beiden Kegel mit der Hilfskugel entstehen und in der Darstellung als gerade Linien parallel der Kegelgrundlinien auftreten. Zum Aufsuchen eines weiteren Kurvenpunktes o wird eine kleinere Hilfskugel benutzt (187.1 b). Die beiden Kegel liegen auch an dieser mit Kreisen an, die wieder als gerade Linien parallel der Kegelgrundflächen zu sehen sind. Im Schnittpunkt beider Geraden liegt der Punkt o . Punkt p ist der Scheitel der Kurve (187.1 c). Dafür ist eine Hilfskugel notwendig, deren Umfang die Seitenlinie des einen Kegels schneidet und die des anderen berührt. Bild 187.1 d zeigt die vollständigen Kurven. Sie sind Hyperbeln.

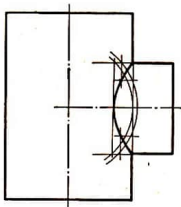
Sind die Seitenlinien beider Kegel zugleich Tangenten an einem Hilfskugelnkreis, dann entstehen gerade, sich kreuzende Durchdringungslinien.

Die Anwendung des Hilfskugelnverfahrens ist an all jenen Drehkörpern möglich, deren Achsen in derselben Ebene liegen. Es hat den Vorteil, daß die Kurven ohne Benutzung einer weiteren Ansicht entstehen (188.1 und 2). Der Mittelpunkt der Hilfskugeln liegt stets im Schnittpunkt der Körperachsen.

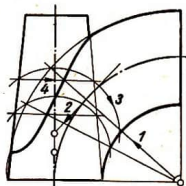
Bei der Konstruktion der Kurven, die bei einem auf einen Rohrkrümmer aufgesetzten kegligen Abzweig entstehen (188.3), ist die Lage der Kugelmitten verschieden. Die Ziffern 1 bis 4 geben die Arbeitsfolge beim Aufsuchen eines Kurvenpunktes an.



188.1 Schiefwinklige Durchdringung zweier Kegel



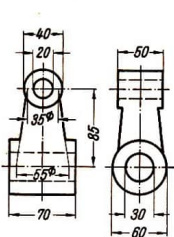
188.2 Rechtwinklige Durchdringung zweier Rundsäulen



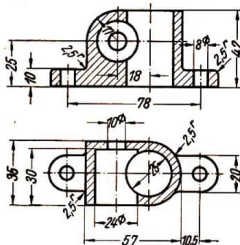
188.3 Durchdringung eines Rohrkrümmers mit einem Kegelstumpf

Übungen:

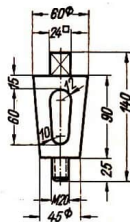
1. Konstruiere die Durchdringungslinien am Hebel (188.4).
2. Zeichne Vorderansicht und Draufsicht sowie Seitenansicht im Schnitt durch die Bohrung 24° (188.5).
3. Zeichne das Hahnkücken (188.6) in Vorderansicht und Seitenansicht und konstruiere die Durchdringungskurve. Das ovale Loch ist durchgehend.
4. Das keglige Rohr mit Abzweig (188.7) ist in drei Ansichten darzustellen. Außerdem sind die Mantelabwicklungen zu zeichnen.
5. Zeichne den Krümmer mit Abzweig (188.8) in drei Ansichten und konstruiere die Kurven.
6. Die beiden Drehkörper (188.9 und 10) sind einschließlich der Durchdringungslinien in drei Ansichten darzustellen.



188.4 Hebel



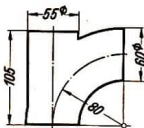
188.5 Gehäuse



188.6 Hahnkücken



188.7 Kegliges Rohr mit zylindrischem Abzweig



188.8 Krümmer mit zylindrischem Abzweig

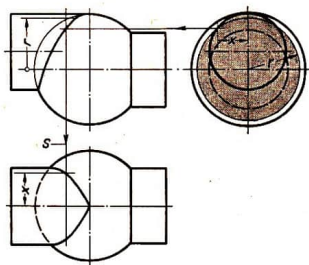


188.9 Drehkörper mit zylindrischem Abzweig

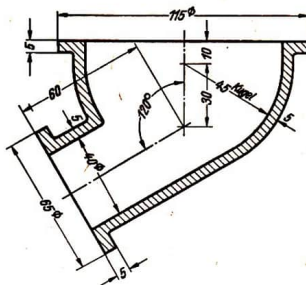


188.10 Drehkörper mit kegligem Abzweig

Durchdringung einer Kugel mit zwei Rundsäulen. Führt die Achse der durchdringenden Rundsäule durch die Kugelmitte, so entsteht als Durchdringungslinie ein Kreis (189.1). Er ist in der Vorderansicht und in der Draufsicht als senkrechte Gerade dargestellt. Führt aber die Achse der Rundsäule an der Kugelmitte vorbei, dann tritt eine Durchdringungskurve auf.



189.1 Durchdringung einer Kugel mit zwei Rundsäulen



189.2 Pfanne

Der Hilfschnitt *S* schneidet Kugel und Rundsäule. Beide Hilfschnittflächen sind Kreise, deren Umfänge sich in Kurvenpunkten schneiden. Die Punkte werden aus der Seitenansicht in die beiden anderen Ansichten übertragen.

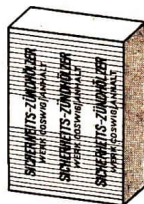
Übungen:

1. Welche anderen Hilfschnitte können zum Konstruieren der Kurven in 189.1 verwendet werden?
2. Zeichne die Vorderansicht der Pfanne (189.2) und konstruiere die Durchdringungskurve im Hohlraum des Werkstücks.
3. Ein Kegelstumpf und eine Kugel durchdringen sich. Die Achse des Kegelstumpfes führt an der Kugelmitte vorbei. Zeichne die beiden Teile in selbstgewählter Größe und Lage in drei Ansichten und konstruiere die Kurven.

10 Parallelperspektiven

Eine Streichholzschachtel wird so vor die Augen gehalten, daß die Schriftfläche als stehendes Rechteck zu sehen ist. Dann wird die Schachtel gedreht und außerdem nach vorn gekippt, damit auch eine Streichfläche und die Deckfläche sichtbar werden (190.1). Das Bild, das drei Begrenzungsflächen zeigt, ist ein perspektives Bild.

Perspektive Darstellungen sind sehr anschaulich. Sie bieten dem im technischen Zeichnen Ungeübten ein sofort verständliches Bild des Gegenstandes und sind auch für den Konstrukteur von Nutzen. Denn häufig entwirft er das Werkstück freihändig in Perspektive, wägt ab, ändert bis zur endgültigen Gestalt und zeichnet erst dann in den üblichen Ansichten auf.



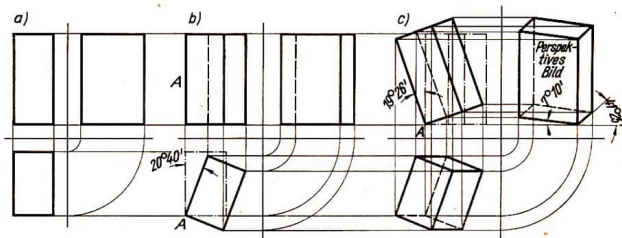
190.1 Gedrehte und gekippte Streichholzschachtel

10.1 Dimetrische Darstellungen (DIN 5 vom Okt. 1948)

Werden beim Aufzeichnen des perspektiven Bildes zwei verschiedene Maßstäbe benutzt (191.1), dann handelt es sich um eine dimetrische Darstellung.

10.11 Rechtwinklige Parallelprojektion auf eine schiefe Bildebene

Entstehung. Bild 190.2a zeigt eine Rechtecksäule in der gewöhnlichen Lage. In 190.2b ist der Körper um $20^{\circ} 40'$ um die Längskante A gedreht, wie aus der Draufsicht zu entnehmen ist. Hieraus werden Vorderansicht und Seitenansicht entwickelt. Die Vorderansicht in 190.2c zeigt den um die untere Ecke der Längskante A um $19^{\circ} 26'$ noch gekippten Körper. Dieses Bild stimmt bis auf die Kippstellung

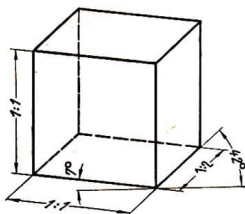


190.2 Entstehung einer dimetrischen Darstellung

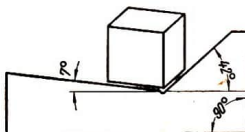
a) gewöhnliche Lage, b) gedrehter Körper, c) gedrehter und gekippter Körper

mit der Vorderansicht in 190.2b überein. In 190.2c wird nun in Anlehnung an die Draufsicht von 190.2b die Draufsicht und danach die Seitenansicht konstruiert, die das perspektive Bild ergibt.

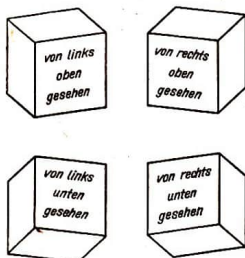
Das gleiche Bild des Körpers entsteht auch wie folgt: Nicht die Rechtecksäule wird in ihrer Lage verändert, sondern der Beschauer verlegt seinen Standort, von dem aus er nur die Vorderfläche des Körpers sah, um $20^{\circ} 40'$ nach rechts und um $19^{\circ} 26'$ nach oben. Auf eine ebene Fläche hinter dem Körper, deren Ecken vom Auge des Beschauers gleichen Abstand haben und die damit schief zur Vorderfläche liegt,



191.1 Würfel in dimetrischer Darstellung



191.2 Gebrauch des Perspektivwinkels



191.3 Verschiedene Blickrichtungen

wird nun mit parallelen Projektionsstrahlen, die vom Beschauer kommen und rechtwinklig auf die Projektionsebene auftreffen, das Bild des Körpers projiziert. Es ist also durch rechtwinklige Parallelprojektion auf eine schiefe Bildebene entstanden.

Eigentümlichkeiten. In dieser Perspektive bleiben alle parallelen Kanten des Körpers parallel. Senkrechte Körperkanten erscheinen in dem Bilde senkrecht. Die in die Tiefe laufenden Kanten bilden mit der Waagrechten Winkel von $41^{\circ} 25'$ und die Kanten in der Breite solche von $7^{\circ} 10'$.

Alle Kanten des Körpers erscheinen aber in diesem Bilde verkürzt. So sind die senkrechten und die unter $7^{\circ} 10'$ laufenden Kanten eines Würfels von $s = 100$ mm Seitenlänge nur ≈ 94 mm und die in der dritten Richtung nur ≈ 47 mm lang.

Beim Auszeichnen der perspektiven Bilder werden aber die Kanten in Richtung der Höhe und der Breite in ganzer Größe und die in die Tiefe laufenden Kanten in halber Größe der Körperabmessungen abgetragen und außerdem die Winkel auf 42° und 7° auf- bzw. abgerundet (191.1).

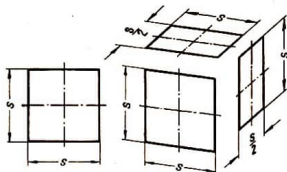
Das so gezeichnete Bild ist mithin in allen Ausdehnungen größer als die durch Projektion entwickelte Darstellung (190.2). Die Abweichung ist aber unbedeutend gegenüber dem Vorteil der einfacheren Zeichenarbeit in den Maßstäben 1:1 und 1:2.

Durch die Wahl der Winkel $20^{\circ} 40'$ und $19^{\circ} 26'$ entsteht also ein gutes Bild, das auch bequem gezeichnet werden kann.

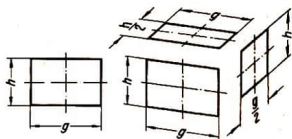
Mit *Perspektivwinkeln* werden nicht nur Linien unter 42° und 7° , sondern auch Senkrechte gezogen (191.2).

Jedes Werkstück kann von links oben, rechts oben, links unten und rechts unten betrachtet werden (191.3). Es wird nun das Bild gewählt, in dem die meisten Körperkanten in der vorderen Fläche auftreten und das die Gestalt des Körpers am vollkommensten wiedergibt.

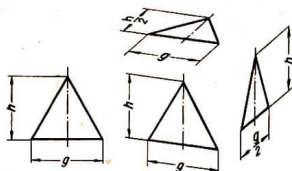
Darstellung geradlinig begrenzter Flächen. Es werden Mittellinien in den erforderlichen Richtungen gezogen und die Abmessungen nach beiden Seiten abgetragen. Die folgenden Bilder zeigen *Quadrat* (192.1), *Rechteck* (192.2), *Dreieck* (192.3) und *Trapez* (192.4) in je drei verschiedenen Stellungen.



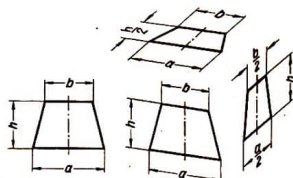
192.1 Quadrat



192.2 Rechteck



192.3 Dreieck

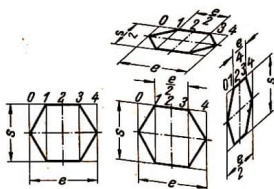


192.4 Trapez

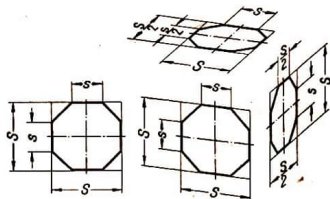
Das *Sechseck* wird in ein Rechteck eingezeichnet (192.5).

Die Seiten des Rechtecks sind Eckenmaß e und Seitenabstand s . Eine Größe ist von der anderen abhängig (s. S. 41). Durch Viertelung (0 bis 4) der langen Rechteckseiten werden die fehlenden Ecken des Sechsecks gefunden.

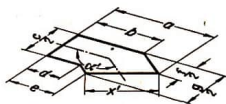
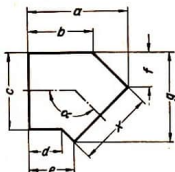
Das *Achteck* wird von einem Quadrat eingeschlossen. Es dient zum Aufzeichnen der perspektiven Bilder (192.6).



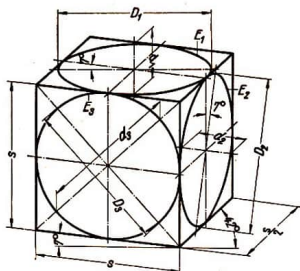
192.5 Sechseck



192.6 Achteck



193.1 Blechwinkel



193.2 Kreise in verschiedenen Ebenen

Winkel erfordern eine Hilfszeichnung (193.1). Darin werden im Winkel liegende Linien durch rechtwinklige Größen konstruiert (z. B. a , f und g , e für x) und sinngemäß in das perspektive Bild übertragen. Der Winkel α in der Perspektive ergibt sich beim Aufzeichnen von selbst.

Darstellung von Kreisen und Ellipsen. Kreise erscheinen in der Perspektive als Ellipsen (193.2). Die große Achse D_1 der in die obere Fläche eingezeichneten Ellipse E_1 liegt waagrecht und ist etwa 1,06 mal so lang wie die Würfelkante s bzw. der wirkliche Kreisdurchmesser. Die kleine Ellipsenachse d_1 steht senkrecht zur großen und

ist $\frac{1}{3}$ so lang wie diese. Für die Abmessungen der in der Seitenfläche liegenden Ellipse E_2 gilt das gleiche, sie ist jedoch um etwa 7° nach hinten geneigt.

Die Scheitel der Ellipsen E_1 (194.1a) und E_2 (194.1b) lassen sich nur annähernd genau mit dem Zirkel schlagen, während die dazwischenliegenden Teile mit dem Kurvenlineal gezogen werden. Für diese angenäherte Ellipsenform, die einen Kreis von $d = 100$ mm darstellen soll, betragen:

die halbe große Achse		$a \approx 53,0$ mm,
„ „ kleine „		$b \approx 17,7$ mm,
der große Halbmesser		$R \approx 159,0$ mm,
„ kleine „		$r \approx 5,9$ mm.

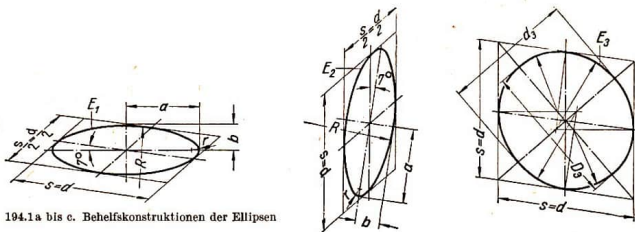
Beispiel:

Für einen Kreis von $d = 60$ mm sind

$$a \approx \frac{60 \cdot 53,0}{100} \approx 31,8 \text{ mm}, \quad b \approx \frac{60 \cdot 17,7}{100} \approx 10,6 \text{ mm},$$

$$R \approx \frac{60 \cdot 159,0}{100} \approx 95,4 \text{ mm}, \quad r \approx \frac{60 \cdot 5,9}{100} \approx 3,5 \text{ mm}.$$

Die Achsen der in der Vorderfläche liegenden Ellipse E_3 (193.2) fallen mit den Diagonalen des einschließenden Vierecks zusammen. Die große Achse D_3 ist ebenfalls etwa 1,06 mal so lang wie die Würfelkante s bzw. der wirkliche Kreisdurchmesser d , während die Länge der kleinen Ellipsenachse $d_3 \approx \frac{2}{10}$ der großen beträgt.

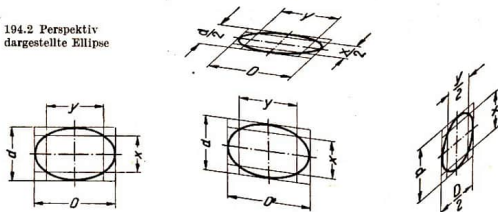


194.1a bis c. Behelfskonstruktionen der Ellipsen

Eine solche Ellipse besteht annähernd genau aus vier Kreisbogen (194.1c). Die Zirkelinsatzpunkte liegen in den Schnittpunkten der Diagonalen mit Geraden, die entweder von den Mitten der senkrechten Viereckseiten waagrecht oder von den Mitten der anderen Viereckseiten unter 7° zur senkrechten Mittellinie gezogen werden. Anstelle der Ellipse kann der Einfachheit halber auch ein Kreis gezeichnet werden.

Zum Aufzeichnen von perspektiv darzustellenden *Ellipsen* werden Hilfslinien benutzt (194.2). Sie liefern die Abmessungen zur punktweisen Konstruktion der Kurve.

194.2 Perspektiv dargestellte Ellipse



Darstellung der Körper. Perspektive Abbildungen der Körper entstehen durch Zusammenfügen ihrer Oberflächen.

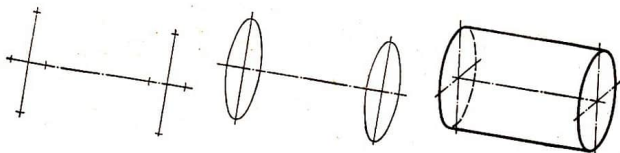
Prismen und Pyramiden. Zuerst werden die Achsen festgelegt, dann Grund- und Deckfläche aufgezeichnet und schließlich die gleichliegenden Ecken verbunden (194.3 und 4).



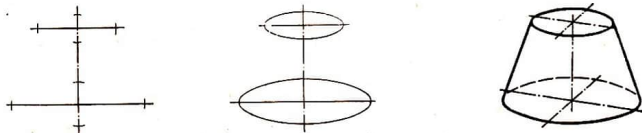
194.3 Aufzeichnen einer Rechtecksäule



194.4 Aufzeichnen eines Pyramidenstumpfes

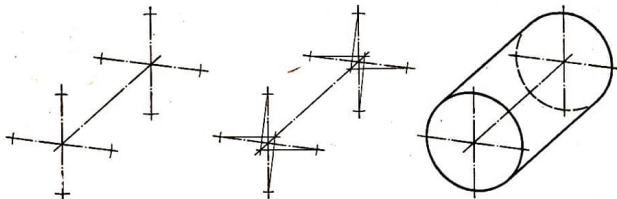


195.1 Aufzeichnen einer Rundsäule

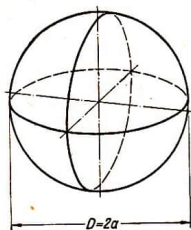


195.2 Aufzeichnen eines Kegelstumpfes

Rundsäule und Kegel. Sind Kreisflächen als flache Ellipsen darzustellen, dann werden die Ellipsenachsen aufgezeichnet, die Abmessungen a , b , R und r berechnet (s. S. 193), a und b auf den Achsen abgetragen, mit R und r Kreisbogen geschlagen und mit dem Kurvenlineal zu Ellipsen vervollständigt (195.1 u. 2). Zum Schluß werden die Seitenlinien des Körpers gezogen.



195.3 Aufzeichnen einer Rundsäule



Erscheinen dagegen Kreise als großflächige Ellipsen (195.3), dann werden nach dem Aufzeichnen der Körperachsen die wirklichen Durchmesser der Kreise auf den senkrechten und auf den unter 7° zur Waagrechten geneigten Achsen abgetragen und die Zirkelinsatzpunkte ermittelt. Dann werden die Kreisbogen und die Umrißlinien des Mantels gezogen.

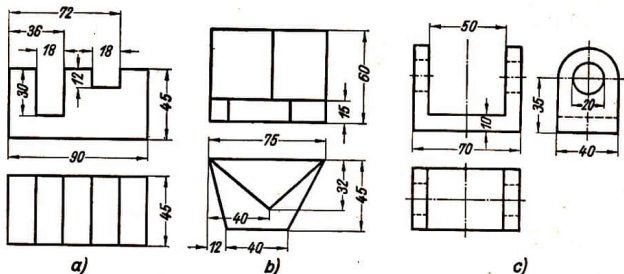
Kugel. Die Umrißlinie einer perspektiv dargestellten Kugel ist ein Kreis (195.4). Sein Durchmesser D ist

195.4 Darstellung der Kugel

etwa 1,06 mal so groß wie der wirkliche Kugeldurchmesser. Er kann als $2a$ ebenso wie die Abmessungen der in den Mittelebenen der Kugel liegenden Ellipsen berechnet werden (s. S. 193).

Übungen:

1. Zeichne in Perspektive die Werkstücke nach Bild 196.1a bis c.
2. Skizziere in Perspektive ein 48 mm langes Stück Sechskantstahl mit SW 60.



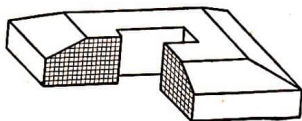
196.1 Übungsaufgaben. a) Platte, b) Formstück, c) Bügel

Schnittdarstellung. Die Anschaulichkeit hohler Werkstücke wird beträchtlich erhöht, wenn ein Teil herausgeschnitten und dadurch der Blick in das Innere frei wird. Gewöhnlich wird das vordere Viertel herausgeschnitten (196.2), also dasjenige, das dem Auge des Beschauers am nächsten liegt. Würde der Schnitt wie in technischen Zeichnungen durch die Mitte des Werkstücks gelegt, dann wäre der bildhafte Gesamteindruck der Darstellung nicht vollkommen.

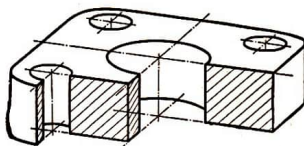
Es ist auch für die Herstellung perspektiver Darstellungen von Nutzen, alle Körperkanten anfänglich als feine Volllinien zu ziehen. Dann werden die Schnittflächen kräftiger umrissen, danach alle sichtbaren Kanten nachgezogen und alles andere abradiert. Die Begrenzungslinien der Schnittflächen liegen grundsätzlich senkrecht bzw. unter 7° und 42° .

Es kann aber auch mehr als ein Viertel des Werkstücks herausgeschnitten werden (196.3).

Über die Kennzeichnung der Schnittflächen besteht keine Einheitlichkeit. Sie können nach Belieben schraffiert, punktiert oder geschwärzt werden.



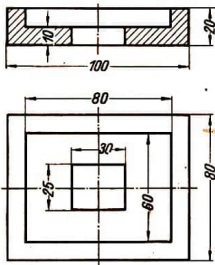
196.2 Schnittdarstellung



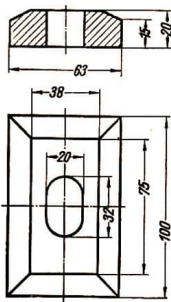
196.3 Gebrochener Schnitt

Übung:

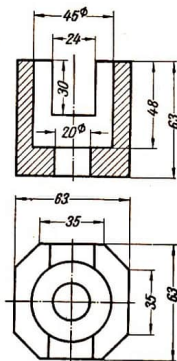
Zeichne die in Bild 197.1 bis 3 dargestellten Werkstücke in Perspektive als Schnittdarstellung.



197.1 Platte



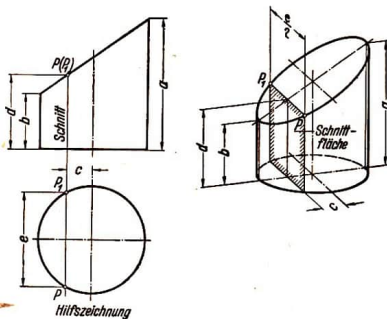
197.2 Ankerplatte



197.3 Hülse

Schnitt- und Durchdringungskurven werden punktweise konstruiert (197.4). Hierzu ist jeweils eine Hilfszeichnung erforderlich.

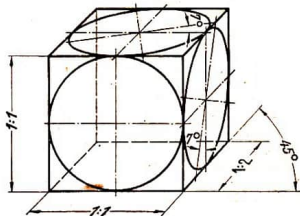
Zum Festlegen von Punkten der Ellipse werden in der Hilfszeichnung Schnitte parallel zur senkrechten Mittelachse gelegt. Die Kurvenpunkte P und P_1 werden in die perspektive Darstellung unter Benutzung der Maße c , d und $e/2$ übertragen.



197.4 Konstruktion einer Schnittkurve

10.12 Schiefe Parallelprojektion auf eine lotrechte Bildebene

Das perspektive Bild des Körpers entsteht auf einer ebenen Fläche, die senkrecht und in parallelem Abstände hinter dem Körper steht und auf die die parallelen Projektionsstrahlen schief von der Seite und aus der Höhe auftreffen. Es kann mit einem durch Sonnenstrahlen hervorgerufenen Körperschatten auf der Erdoberfläche verglichen werden. Je nach der Größe der Winkel, unter denen die Projektionsstrahlen liegen, ist eine überaus große Vielfalt von perspektiven Bildern möglich. Es wird aber dem Bilde der Vorzug gegeben, bei dem die in die Tiefe laufen-



198.1 Würfel in dimetrischer Darstellung

den Kanten unter 45° zur Waagrechten in halber Größe erscheinen und die Höhe senkrecht sowie die Breiten waagrecht in voller Größe wiedergegeben werden (198.1).

Alle parallel zur Bildebene liegenden Flächen des Körpers behalten in dieser Perspektive ihre natürliche Gestalt. So treten die vordere und die hintere Fläche eines Würfels auch in dem perspektiven Bilde als Quadrate und die Kreise als Kreise auf. Dagegen erscheinen die in den anderen Würfelflächen liegenden Kreise als unter 7° liegende Ellipsen.

Diese Perspektive ist zwar nicht mehr genormt, gibt aber die naturgetreue Größe des Körpers wieder und wird vorzugsweise angewandt, wenn Wesentliches in der Vorderfläche gezeigt werden soll und wenn Kreisflächen am Werkstück nur in der Bildebene oder überhaupt nicht auftreten (198.2).

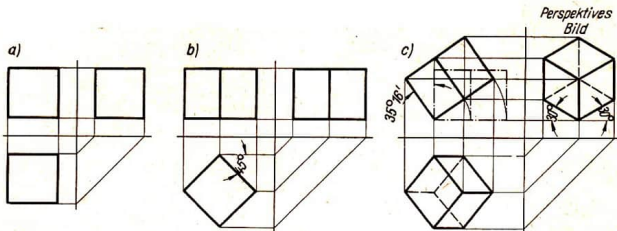


198.2 Darstellungsbeispiele

10.2 Isometrische Darstellung (DIN 5 vom Okt. 1948)

Eine Perspektive ist isometrisch, wenn alle Abmessungen im gleichen Zeichnungsmaßstab dargestellt sind.

Entstehung und Besonderheiten. Wird ein Würfel um 45° gedreht und um $35^\circ 16'$ gekippt, dann entsteht ein Bild, bei dem alle senkrechten Körperkanten als Senkrechte auftreten und die beiden anderen Ausdehnungen in Winkeln von 30° zur Waagrechten liegen (199.1).



199.1 Entstehung der isometrischen Darstellung

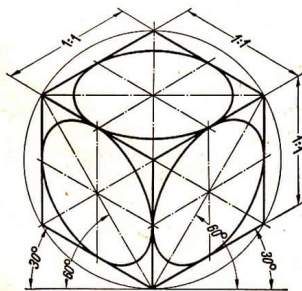
a) Grundstellung, b) gedreht, c) und gekippt

Diese Perspektive entsteht also auch durch rechtwinklige Parallelprojektion auf eine schiefe Bildebene (s. S. 190).

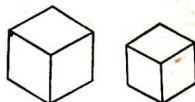
Die Quadratflächen des Würfels sind in dieser Perspektive deckungsgleiche Rhomben. Außerdem sind die Ellipsen für alle in den drei Ebenen liegenden Kreise deckungsgleich (199.2). Die Würfelkanten sind in dem perspektiven Bilde (199.1) kürzer als am Körper. Aus z. B. 100 mm wahrer Länge werden in dieser Darstellung 81,65 mm. In der praktischen Anwendung sind jedoch alle Kanten unverkürzt zu zeichnen.

Die in den Rhomben liegenden Ellipsen haben ein Achsenverhältnis von $1:\sqrt{3}$ ($\sqrt{3} \approx 1,732$). Die obere Ellipse liegt waagrecht. Die großen Achsen der beiden anderen liegen unter 60° zur Waagrechten.

Gleichheit der Ellipsen, ihre bequeme Lage und der einheitliche Zeichnungsmaßstab für alle Kanten geben dieser Perspektive einen Vorzug, dem allerdings der Nachteil des zu groß dargestellten Körpers gegenübersteht (199.3).



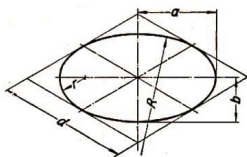
199.2 Kreise in isometrischer Darstellung



1:1 gezeichnet

konstruiert
nach 199.1

199.3 Größenvergleich
Kantenlängen 100:81,65
Rauminhalte 1,814:1



200.1 Abmessungen einer Ellipse

Beispiel:

Für einen Kreis von $d = 40$ mm sind:

$$a \approx \frac{61,2 \cdot 40}{100} \approx 24,5 \text{ mm}, \quad b \approx \frac{35,4 \cdot 40}{100} \approx 14,2 \text{ mm},$$

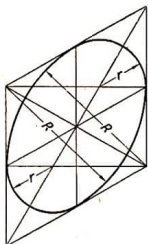
$$R \approx \frac{105,8 \cdot 40}{100} \approx 42,3 \text{ mm}, \quad r \approx \frac{20,5 \cdot 40}{100} \approx 8,2 \text{ mm}.$$

Zur Erleichterung der Zeichenarbeit wird eine *Ellipsenschablone* verwendet. Sie hat die Form eines gleichseitigen Dreiecks und trägt elliptische Löcher in den häufiger auftretenden Größen. Der Bleistift wird an den Innenkanten der Löcher entlanggeführt.

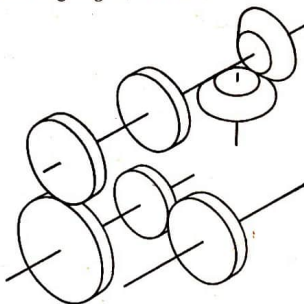
Häufig genügt eine der Ellipse *angenäherte Form*, bestehend aus 4 Kreisbogen, die jeweils von Mitte zu Mitte Rhombusseite reichen (200.2). Die Einsatzpunkte für den Zirkel liegen in den stumpfwinkligen Rhombusecken und in den Schnittpunkten der großen Diagonale mit den Verbindungslinien von diesen Ecken zu den Mitten der gegenüberliegenden Seiten.

Für die angenäherte Form einer Ellipse, die einen Kreis von $d = 100$ mm wiedergibt, betragen die halben Achsen 57,7 und 36,6 mm und die Halbmesser 86,6 und 28,9 mm. Vergleiche hierzu die oben angegebenen Abmessungen für a , b , R und r .

Die isometrische Perspektive wird gern zur Darstellung von Getriebeschemen in der Feinmechanik und im Zählerwerksbau (200.3) und in anderen Fällen benutzt, in denen Wesentliches in allen drei Flächen gezeigt werden soll.



200.2 Konstruktion der angenäherten Ellipse



200.3 Teil eines Getriebeschemas

11 Zeichnungsarten

11.01 Übersicht (DIN 199 vom Okt. 1923)

Zeichnungen sind nach Art der Herstellung, nach Inhalt und Zweck der Darstellung sehr verschieden.

Eine kurz angedeutete, meist freihändig in Blei gezeichnete Darstellung heißt *Skizze* und dient gewöhnlich als Vorlage zur Anfertigung von *Blei-* und von *Tuschezeichnungen*. Diese werden unter Benutzung von Schiene und Zeichendreiecken oder einer Zeichenmaschine sauber ausgeführt und sind *Stammzeichnungen* oder Originale, sofern sie grundlegenden Wert haben und sich vervielfältigen lassen. Die im Lichtpausverfahren hergestellte Vervielfältigung wird *Lichtpause* genannt. Durch Fotokopieren entsteht die *Fotokopie*. Ein *Lichtbild* hingegen ist ein fotografisch angefertigter Abzug und ein *Druck* eine im Druckverfahren vervielfältigte Zeichnung. Entsteht eine Zeichnung im Wege des Durchpausens von Hand in Blei oder in Tusche auf durchscheinendem Papier, dann heißt sie *Pause*.

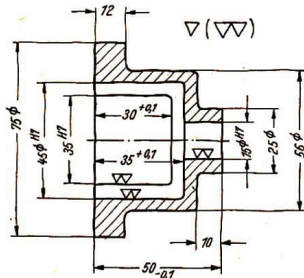
Teilzeichnungen sind Zeichnungen, auf denen einzelne oder auch mehrere Werkstücke einzeln dargestellt sind. *Übersichtszeichnungen* zeigen Gesamtdarstellungen von Geräten oder Maschinen und geben an, wie die Teile zu einem Ganzen zu vereinigen sind. *Bearbeitungspläne* dienen zur Erläuterung der Arbeitsgänge bei der Herstellung der Werkstücke. Gas- und Flüssigkeitsleitungen werden in *Rohrplänen* dargestellt. *Gleispläne* sind Übersichten über Gleisanlagen. *Schaltpläne* zeigen elektrische Schaltungen und *Wickelpläne* den Verlauf von Wicklungen in elektrischen Maschinen und Geräten. *Anschlußpläne* sind Darstellungen von Leitungsanschlüssen und Anschlußmöglichkeiten in elektrischen Anlagen. Das Verlegen elektrischer Leitungen erfolgt nach *Leitungsplänen*. *Lagepläne* dienen zur Feststellung der gegenseitigen Lage von Gebäuden und Maschinen und *Organisationspläne* zur Veranschaulichung der Zusammenarbeit in Betrieben und Behörden. In *statischen Zeichnungen* werden Kräfte, Biegemomente und andere Werte zeichnerisch ermittelt. *Graphische Darstellungen* zeigen durch Linien, Flächen oder räumliche Gebilde statistische Größen, Betriebs- und Versuchswerte u. a. auf. Grundmauerwerke werden in *Fundamentzeichnungen* dargestellt, während *Einmauerungszeichnungen* die Einmauerung von Kesseln und Apparaten usw. und *Richtzeichnungen* die Ausführung von Montagen angeben.

Entwurfs- und Projektzeichnungen enthalten meist noch unverbindliche Vorschläge für die Errichtung eines Bauwerks, einer Fabrikanlage oder dgl. *Patentzeichnungen*, die den Anmeldungen für *Gebrauchsmuster* und *Patente* beizufügen sind, unterliegen in Ausführung und Darstellung amtlichen Vorschriften. Eine *Werkzeichnung* ist eine Zeichnung, nach der im Betrieb oder auf dem Bau gearbeitet wird. *Perspektive Darstellungen* von Werkstücken, Maschinen, Apparaten und Bauwerken heißen *Schaubilder*. Dient eine Zeichnung zur Herstellung eines Druckstockes, so wird sie *Druckstockzeichnung* genannt. *Angebotszeichnungen* haben den Zweck, Angebote oder Ausschreibungen zu erläutern. Eine Darstellung als verbindliche Grundlage einer Bestellung ist eine *Bestellzeichnung*. Außerdem gibt es *Lieferzeichnungen*, *Beschreibungszeichnungen*, *Revisionszeichnungen* u. a. *Genehmigungs-* oder *Konzessionszeichnungen* stellen ein Bauwerk dar und werden zur Prüfung und Erteilung der Bauerlaubnis amtlichen Stellen vorgelegt. Eine Zeichnung dient häufig mehreren Zwecken. So kann z. B. eine Lichtpause zugleich Entwurfs-, Angebots-, Bestell- und Konzessionszeichnung sein.

11.02 Skizzen

Ist ein zu Bruch gegangenes Teil einer Maschine zu ersetzen und eine Zeichnung davon nicht vorhanden, so wird zunächst eine Skizze angefertigt.

Es wird festgelegt, wieviel und welche Ansichten und Schnitte erforderlich sind, damit die Gestalt des Werkstücks auch vollkommen erfaßt ist. Für die Kappe (202.1) z. B. ist nur die Vorderansicht im Schnitt nötig.



202.1 Skizze einer Kappe

Die Abmessungen werden geschätzt, und ohne Verwendung des Zirkels, der Zeichen-dreiecke und anderer Geräte wird das Werkstück freihändig mit weichem Bleistift meist auf Millimeterpapier gezeichnet; denn die Feldteilungen erleichtern das Auftragen.

Skizzen sollen maßstäblich, wenn auch in beliebigem Maßstab, gezeichnet werden, damit sie die Proportionen des Werkstücks richtig zeigen.

Ist z. B. eine Körperkante halb so lang wie eine andere, eine andere dagegen dreimal so groß, dann sollen diese Unterschiede auch in der Skizze zu erkennen sein.

Wie immer, sind zuerst die Mittellinien zu ziehen. Bei hohlen Werkstücken ist die Gestalt von innen nach außen in feinen Linien zu entwickeln. Dann wird nachgezogen und bemäßt. Jetzt erst wird gemessen. Mit Schiebellehre, Stabmaß, Schraublehre, Tiefenmaß u. a. werden die Abmessungen am Werkstück abgenommen und durch Maßzahlen in der Skizze festgehalten. Schließlich werden Toleranzen und Oberflächenzeichen angegeben und dann Schraffuren gezogen.

Macht das freihändige Zeichnen der Kreise anfänglich Schwierigkeiten, dann wird der Halbmesser auf einem Papierstreifen festgelegt und vom Kreismittelpunkt aus nach mehreren Seiten abgetragen (202.2). Durch die Markierungspunkte werden dann kurze Bogen gezogen und zu dem gewünschten Kreise vereinigt.



202.2 Entstehung von skizzierten Kreisen

11.03 Reinzeichnungen

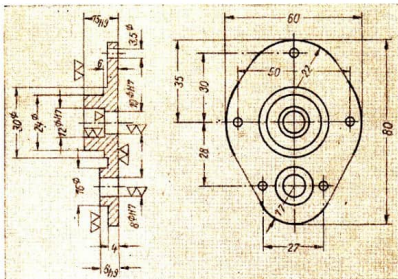
Die Skizze wird auf den Bogen nach einem der genormten Zeichnungsmaßstäbe übertragen.

Hierbei stellt sich von selbst heraus, ob alle Maße in der Skizze enthalten sind; denn die Zeichenarbeit stockt, wenn ein Maß fehlt.

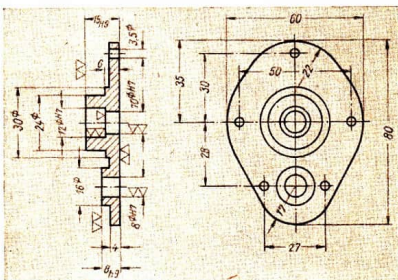
Tuschezeichnungen

Ist auf Transparentpapier vorgezeichnet worden, wie es meist geschieht, dann kann die Reinzeichnung auf demselben Bogen ausgezogen werden. Bei Benutzung von Ölpauspapier oder Pausleinen wird ein solcher Bogen über die Entwurfszeichnung gespannt und darauf ausgezogen.

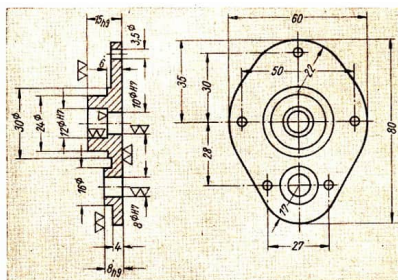
Zuerst werden die Mittellinien und danach alle Kreise und Bogen einer Strichdicke nachgezogen (203.1a). Übergangsstellen von Bogen in andere Bogen oder in gerade Linien werden zweckmäßig mit einem weichen Bleistift markiert. Ist der einwandfreie Übergang mehrerer aneinandergereihter Kreisbogen nicht ohne weiteres möglich, dann sind die Zirkelschläge kurz vor den Übergangspunkten zu unterbrechen und die Lücken durch gerade Linien auszufüllen (204.1). Dann sind alle waagrechten Linien mit Hilfe der Reißschiene, oben links auf dem Zeichenblatt beginnend, zu ziehen. Nun folgen die senkrechten Linien, die nur an dem



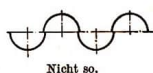
203.1a Mittellinien, Kreise und Bogen in Tusche ausgezogen



203.1b Körperkanten in Tusche vervollständigt



203.1c Fertige Tuschezeichnung



Nicht so,

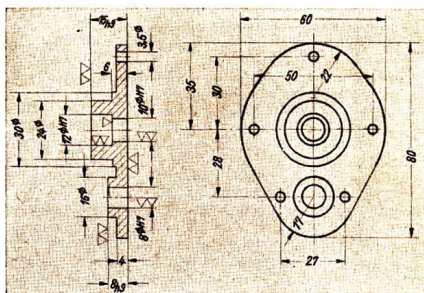


Lücken lassen



Ausfüllen der Lücken
sondern so!

204.1 Ausziehen
von Kreisbogenübergängen



204.2 Bleireinzeichnung

auf der Reißschiene aufgesetzten Zeichendreieck nachgezogen werden. Die Reißschiene ist wo nur immer möglich zu verwenden. Dann werden die schrägen Linien ausgezogen (203.1b). Nach den sichtbaren und verdeckten Körperkanten folgen nacheinander Maßhilfs- und Maßlinien, Maßpfeile, Maßzahlen, Oberflächenzeichen und sonstige Angaben. Zum Schluß erst wird schraffiert und das Schriftfeld ausgefüllt.

Bleizeichnungen. Um Zeit zu sparen, werden Reinzeichnungen auf Transparentpapier häufig nur in Blei nachgezogen (204.2). Kreise, Bogen, Maßpfeile, Maßzahlen und sonstige Beschriftung sind jedoch stets in Tusche auszuführen.

Die Bleistiftstriche müssen scharf umrissen, tiefschwarz, unverwischbar sein und, von der Seite gesehen, glänzen. Sonst ist die Zeichnung nicht lichtpausfähig.

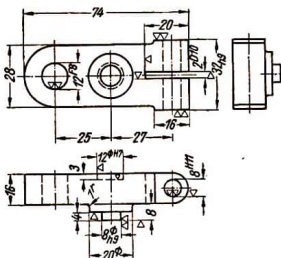
Die Strichdicken sind im allgemeinen geringer als in Tuschezeichnungen und betragen für sichtbare Körperkanten höchstens 0,6 mm. Schraffiert wird zweckmäßig auf der Rückseite des Bogens, damit die feinen Striche auf den Lichtpausen recht deutlich erscheinen.

11.04 Teil- und Rohteilzeichnungen

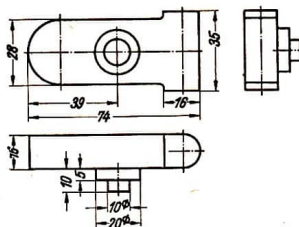
Teilzeichnungen sind Darstellungen von bearbeiteten Werkstücken und geben Aufschluß über die Gestalt der einbaufähigen Einzelteile, über ihre Abmessungen einschließlich der einzuhaltenden Toleranzen, über die Beschaffenheit der Oberflächen und über den Werkstoff, aus dem sie herzustellen sind, und dienen als Arbeitsunterlage zur spangebenden Bearbeitung (205.1).

Rohteilzeichnungen geben an, in welcher Gestalt, in welchen Abmessungen und aus welchen Werkstoffen die unbearbeiteten Guß-, Preß- oder Schmiedestücke herzustellen sind (205.2).

Rohteilzeichnungen werden dem Modelltischler zur Anfertigung der einzuformenden Modelle, dem Stahlformenbauer zur Herstellung der Formen oder dem Schmied zur Anfertigung der Schmiedestücke in die Hand gegeben.



205.1 Teilzeichnung — Hebel aus MS 58



205.2 Rohteilzeichnung

Die Rohteilzeichnung trägt gewöhnlich die gleiche Nummer und Benennung wie die Teilzeichnung, außerdem hinter der Werkstückbezeichnung in Klammern einen entsprechenden Vermerk, z. B. „Rohteil“, „Preßteil“ usw.

Anstelle einer Rohteilzeichnung kann die Zugabe des zur Bearbeitung erforderlichen Werkstoffs in einfach gelagerten Fällen durch strichpunktierte Linien in der Fertigteilzeichnung angegeben werden (75.4).

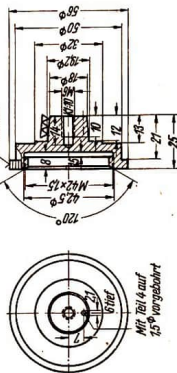
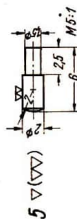
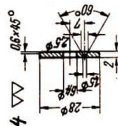
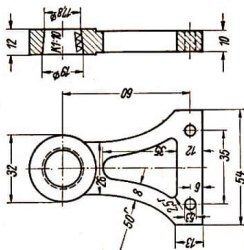
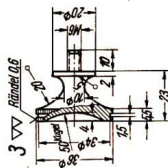
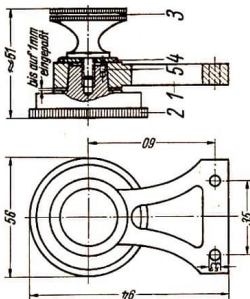
11.05 Übersichtszeichnungen

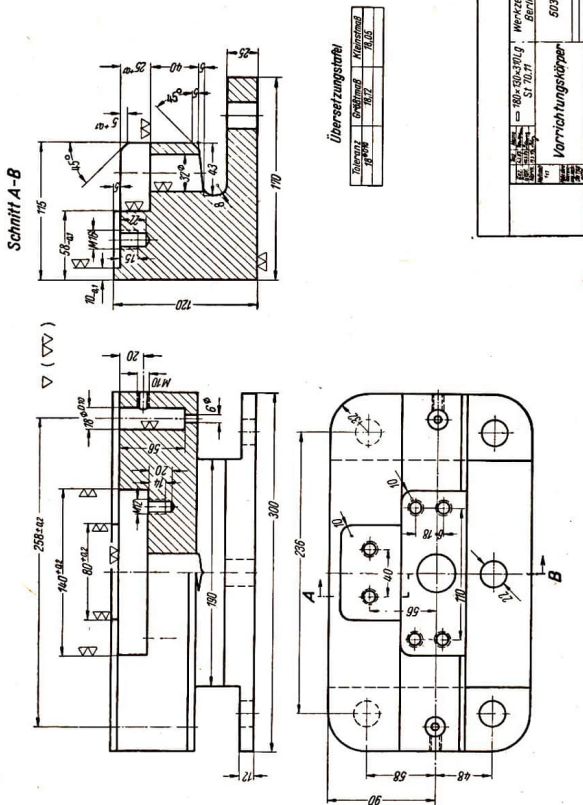
Der Zusammenbau der Werkstücke zu einem Gerät oder zu einer Maschine wird in Übersichtszeichnungen, auch Zusammenstellungszeichnungen genannt, zum Ausdruck gebracht. Es kommt darin besonders auf die Anordnung der Teile, auf ihre Abhängigkeit voneinander und auf das gegenseitige Zusammenwirken an und nicht unbedingt auf die Wiedergabe aller Einzelheiten der Werkstücke; denn diese sind aus den Teilzeichnungen zu entnehmen.

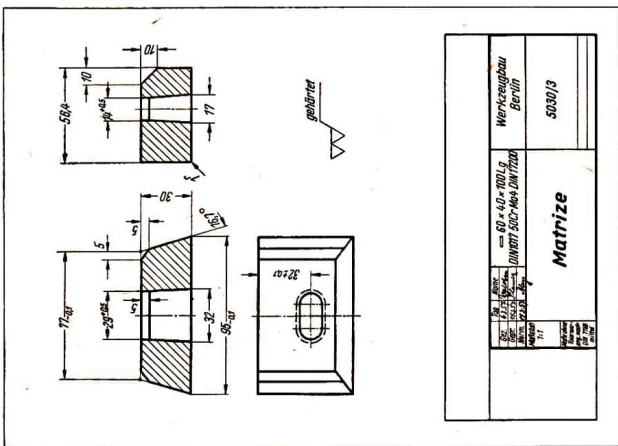
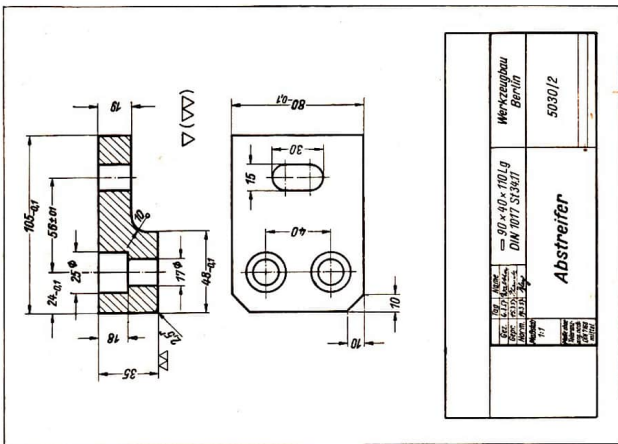
Die *Zeichnung des Lagerbocks* (206.1) enthält eine solche Übersichtszeichnung, außerdem aber auch die Darstellung der Teile. Gesamtdarstellungen und Einzelteile können aber auch auf je einem anderen Bogen gezeichnet werden. In der Übersichtszeichnung erhält jedes Werkstück eine nicht umrandete, laufende *Teilnummer* in doppelter Größe der Maßzahlen, mindestens aber von 5 mm Höhe. Die Teilnummern, deren Reihenfolge möglichst dem Zusammenbau entsprechen soll, stehen übersichtlich in oder besser neben der Darstellung und außerdem in der Spalte „Lfd. Nr.“ der Stückliste. Die *Bezugslinien* nach den Teilnummern sind so dick wie Maßlinien, geradlinig und möglichst nur senkrecht oder waagrecht zu ziehen. Das in der Darstellung liegende Ende des Bezugsstriches kann einen Punkt in Tusche erhalten, wenn dadurch Mißverständnisse ausgeschlossen werden. Übersichtszeichnungen enthalten gewöhnlich einige *Hauptmaße* und, wenn nötig, auch Angaben für den Zusammenbau und die Wirkungsweise der Teile.

Das Verfahren, die Gesamtdarstellung und die Teilzeichnungen auf einem oder getrennt auf zwei Bogen unterzubringen, kommt nur bei kleinerer Anzahl von Teilen in Betracht.

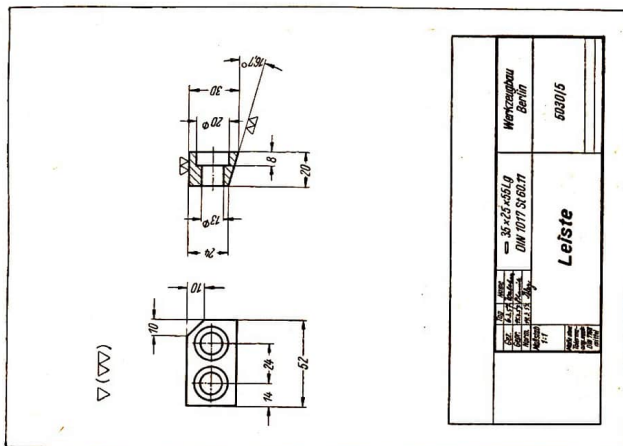
Gehören viele Werkstücke zu einem Ganzen (207.1), dann wird für jedes Werkstück eine besondere Zeichnung angefertigt (208.1 bis 212.2). Es ist dann auch eine besondere Stückliste aufzustellen.

[illegible]





210.1 Teilzeichnung der Druckleiste

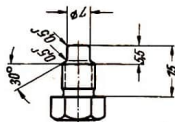


210.1 Teilzeichnung der Druckleiste

Zahl der federnden Windungen $4\frac{1}{2}$
Gesamtzahl der Windungen $6\frac{1}{2}$
gestreckte Drahtlänge $\approx 286\text{ mm}$

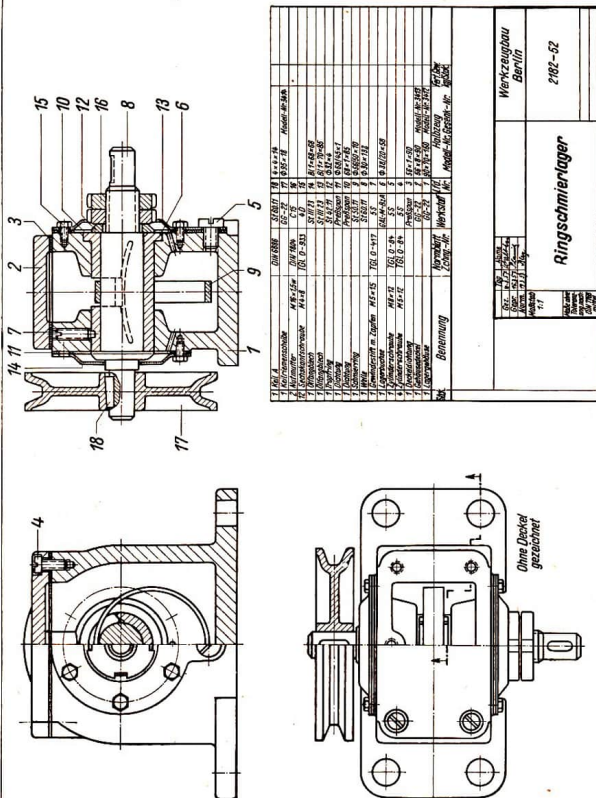
[illegible]

212.2 Teilzeichnung der Druckfeder



Sechskantschraube mit Zapfen M 10 x 15		Werkzeugbau Berlin	
aus M 10 x 20 TGL 0-SR-5S hergestellt		5030/9	
Gr.	Länge	Menge	
Nr. 6017	15 mm	1 Stk.	
Nr. 6018	20 mm	1 Stk.	
Best.-Nr.	6017		
Menge	1 Stk.		
Preis	1,20 DM		

212.1 Teilzeichnung der Sechskantschraube



213.1 Übersichtszzeichnung eines Ringschmierlagers

Für genormte Teile, wie Schrauben, Muttern, Scheiben, Splinte, sind Teilzeichnungen meist nicht erforderlich, da sich die Teile am Lager befinden oder von auswärts bezogen werden; die Aufnahme der genormten Bezeichnungen in die Stückliste genügt. Der Zusammenhang aller Zeichnungen untereinander bleibt durch Eintragen der auf den Teilzeichnungen eingeschriebenen Teilzeichnungsnummern in die Stückliste der Übersichtszeichnung gewahrt. In einer Mappe oder einem Hefter werden die Lichtpausen aller Zeichnungen des Geräts wohlgeordnet vereinigt und dann ausgegeben. *Reicht eine Gesamtdarstellung nicht aus*, weil sehr viele Teile unterzubringen sind, dann werden die Werkstücke zunächst in sogenannten *Gruppenzeichnungen*, erforderlichenfalls auch in Untergruppenzeichnungen, zusammengefaßt, während die Gesamtdarstellung nur die Anordnung und Wirksamkeit der einzelnen Gruppen untereinander zu zeigen hat.

Die Aufteilung einer Übersichtszeichnung in Gruppenzeichnungen hat die Reihenfolge der Arbeiten beim Zusammenbau zu berücksichtigen. So kann eine Gruppenzeichnung schon notwendig sein, wenn zwei Teile miteinander vernietet sind.

Die Gruppe erhält eine eigene Nummer, die mit der Benennung und der Zeichnungsnummer in die Stückliste der Gesamtdarstellung aufzunehmen ist.

Soll sich in einer Zusammenstellungszeichnung ein Werkstück hervorheben, so wird es mit kräftigeren Strichen gezeichnet. Teile, die nicht zu der Darstellung unmittelbar gehören, wie der C-Stahl in der Stanzvorrichtung (207.1), werden strichpunktiert gezeichnet, wobei die Striche kürzer als die in den Mittellinien sind.

Übung:

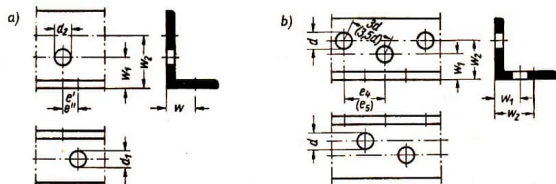
Fertige von den Einzelteilen des Ringschmierlagers (213.1) normgerechte Werkzeichnungen an.

11.06 Stahlbauzeichnungen

Neben den üblichen Walzwerkerzeugnissen stehen für Sonderzwecke im Stahlbau zahlreiche andere Profile bereit. Dazu gehören Hespensstahl, Belagstahl, Kran-schienen, Riffelbleche, Warzenbleche, gelochte Bleche, Wellblechs, Profile für Stahlfenster u. a. Sie sind zum Teil genormt und in den Walzlisten der Werke verzeichnet.

Kurzzeichen für Stabstahl, Formstahl, Bleche u. a. sind auf DIN 1350, Seite 3, genormt.

Nietabstände. Für Niete sind bestimmte Mindestabstände einzuhalten, die für ungleichschenklige Winkelstähle in DIN 998 und für gleichschenklige Winkelstähle in



214.1 Nietmindestabstände

a) ungleichschenkliger Winkelstahl, b) gleichschenkliger Winkelstahl

DIN 999 festgelegt sind. Die Maßbuchstaben in den Beispielzeichnungen 214.1a und b bedeuten:

w, w_1, w_2 = Wurzelmaße,

d, d_1, d_2 = Nietlochdurchmesser,

e' (e'') = kleinster Nietabstand, der ein Schlagen des Niets im kleinen (großen) Schenkel ermöglicht, wenn der Niet im großen (kleinen) Schenkel bereits sitzt,

e_1 (e_3) = kleinster Nietabstand, der den Abstand $3d$ ($3,5d$) gewährleistet.

Wurzel(AnreiB)maße für Stab- und Formstähle sind auf DIN 997 genormt.

Niete und Schrauben werden in Stahlkonstruktionszeichnungen durch die für die einzelnen Durchmesser vorgeschriebenen Sinnbilder dargestellt.

Sinnbilder für Niete (Auszug aus DIN 407, Bl. 1 vom Juli 1959)

Rohnietdurchmesser [mm]		8	10	12	14	16	18	20	22	24	27	30	33	36
Lochdurchmesser [mm]		8,4	11	13	15	17	19	21	23	25	28	31	34	37
Sinnbilder für	beiderseits Halbrundköpfe	8,4			15		19				28	31	34	37
	Sankköpfe	8,4			15		19				28	31	34	37
		8,4			15		19				28	31	34	37
	beiderseits versenkt	8,4			15		19				28	31	34	37
	auf Baustelle zu schlagende Niete	8,4			15		19				28	31	34	37
	auf Baustelle zu bohrende Nietlöcher	8,4			15		19				28	31	34	37

Bis zum Maßstab 1 : 5 liegen den Sinnbildern der Niete die Lochdurchmesser zugrunde, bei kleineren Zeichnungsmaßstäben die Kopfdurchmesser. So hat das Sinnbild eines geschlagenen Niets von 21 Lochdurchmesser und 32 Kopfdurchmesser im Maßstab 1 : 5 mithin $21 : 5 = 4,2 \text{ mm}^{\text{e}}$ und im Maßstab 1 : 10 mithin $32 : 10 = 3,2 \text{ mm}^{\text{e}}$. Die fettgedruckten Größen werden bevorzugt. Die Stellung der Sinnbilder muß auf die Stabachse bzw. Rißlinie bezogen werden. Bei schrägliegenden Stäben richten sich „oben“ und „unten“ nach der Maßeintragung (220.1). Auf jeder Zeichnung sind die eingetragenen Sinnbilder an geeigneter Stelle zu erläutern (219.2). Soweit die Deutlichkeit nicht leidet, werden Sinnbilder nicht für alle Niete und Schrauben, sondern nur für die äußersten einer gleichartigen Reihe eingetragen (219.2). Kommen nur Niete eines Durchmessers mit beiderseitigen Halbrundköpfen vor, dann brauchen nur die Achsenkreuze gezeichnet zu werden. Für das Aufzeichnen von Sinnbildern auf Werkstücke ist gelber Anstrich oder gelbe Kreide zu verwenden.

Sechskantschrauben und -mutter werden in Kleindarstellungen im Schnitt durch 90°-Winkel angegeben. Der Abstand der Scheitel zusammengehörender Winkel entspricht der Klemmlänge (217.1). Sechskantschraubenverbindungen im Stahlbau sind auf DIN 1050 genormt.

Sinnbilder für Schrauben (Auszug aus DIN 407, Bl. 1 vom Juli 1959)

Gewindedurchmesser		M 8	M 10	M 12	M 14	M 16	M 18	M 20	M 22	M 24	M 27	M 30	M 33	M 36			
Schaftdurchmesser [mm]		8	10	12	14	16	18	20	22	24	27	30	33	36			
Kernquerschnitt [mm²]		31,9	50,9	74,3	102	141	171	220	276	317	419	509	636	745			
Lochdurchmesser [mm]		8,4	11	13	15	17	19	21	23	25	28	31	34	37			
Sinnbilder für	Schrauben mit normalem Durchgangsloch	8,4			15		19					28		31		37	
	Schrauben mit anderen Durchgangslöchern	Kreis mit Angaben für Lochdurchmesser und Schraube, z. B.:															
	Gewindelöcher	Doppelkreis mit Maßangabe, z. B.: M 24															
	Schrauben mit versenktem Kopf	z. B.: M 20 oben versenkt M 20 unten versenkt															
	auf Baustelle einzuziehende Schrauben	8,4				15		19					28		31		34
auf Baustelle zu bohrende Schraubenlöcher	8,4				15		19					28		31		34	

Sinnbilder für Lochdurchmesser auf Naturgrößen¹⁾, Skizzen²⁾ und Werkstücken (DIN 407, Bl. 1 vom Juli 1959)

Den Sinnbildern für die Lochdurchmesser von 13...26 mm liegen folgende drei Zeichen zugrunde:

	für 13 mm Lochdurchmesser
	„ 17 mm „
	„ 21 mm „

Die Sinnbilder für die übrigen Durchmesser des Bereiches 13...26 mm werden aus diesen Grundzeichen und den nachstehenden Ergänzungszeichen gebildet:

	= + 1 mm (14, 18, 22)		= + 4 mm (25)
	= + 2 mm (15, 19, 23)		= + 5 mm (26)
	= + 3 mm (16, 20, 24)		

Für Lochdurchmesser unter 13 mm und über 26 mm wird als Sinnbild ein Kreis mit Angabe des Lochdurchmessers gewählt.

¹⁾ Im Stahlbau bezeichnet man Zeichnungen im Maßstab 1:1 als Naturgrößen. Sie dienen dazu, Einzelmaße zu bestimmen und auf das Werkstück zu übertragen.

²⁾ Skizzen bedeuten hier maßstäbliche oder freihändige Darstellungen mit Maßen und sonstigen Angaben, die für die Fertigung von Einzelteilen benötigt werden.

Lochdurchmesser [mm]	8,4	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Sinnbild für Lochdurchmesser	8,4	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Lochdurchmesser [mm]	21	22	23	24	25	26	27	28	31	34	37
Sinnbild für Lochdurchmesser											

Die Sinnbilder für das Versenktzeichen sind:

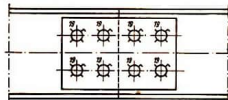
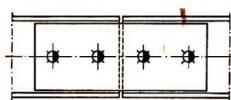


für oben versenkt,



für unten versenkt.

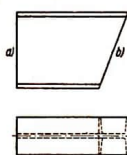
Beispiele für die Eintragung von Sinnbildern für Schrauben.



217.1 I-Stahl-Längsverbindung durch Schrauben M 16

217.2 I-Stahl-Längsverbindung durch Schrauben M 18

Darstellung von Einzelheiten (DIN 1034, Bl. 1 u. 2 vom März 1924). *Schnitte, Ab- und Ausflansungen und Ausklinkungen* an Trägern zeigen die Bilder 217.3 bis 218.2.



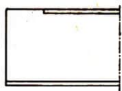
217.3 a) Glattechnitt
b) Schrägschnitt



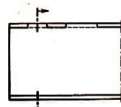
217.4 Gehrungsschnitt
(Flanschenschrägschnitt)



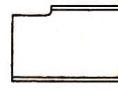
217.5 Einseitige Abflansung



217.6 Beidseitige Abflansung

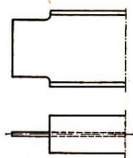


217.7 Ausflansung

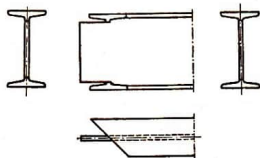


217.8 Einseitige Ausklinkung





218.1
Doppelte Ausklinkung



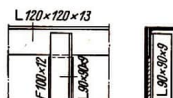
218.2
Doppelte Schrägklunkung

Eingepaßte Profile (218.3) sind im Gegensatz zu nicht eingepaßten (218.4) bis an das betreffende Bauteil herangeführt. Vorgezogene Futter (218.4) stehen seitlich über, außerdem wird vor das Kurzzeichen des Profils ein „F“ gesetzt. Der Querschnitt eines Futters wird schraffiert, auch dann, wenn es ungeschnitten dargestellt ist. Das nicht vorgezogene Futter ist in der Seitenansicht völlig

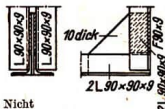
verdeckt (218.5). Es wird, wenn es der Klarheit wegen zweckmäßig ist, auch dort schraffiert, und zwar gestrichelt. An der Stelle eines Sinnbildes oder anderer Eintragungen in die Futterfläche wird die Schraffur unterbrochen. Die Kröpfung ist in der Vorderansicht durch dünnere Volllinien dargestellt (218.6). Keilfutter sind je nach dem Querschnitt durch ein herausgezogenes Dreieck oder Trapez und durch Angabe der Dicke, der Länge, durch „KF“ und dahinterstehende Breite zu kennzeichnen (218.7). Der Querschnitt wird stets schraffiert. Die verdeckte Ansicht



218.3 Eingepaßtes Profil
und vorgezogenes Futter



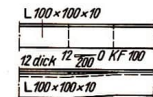
218.4 Nicht eingepaßtes Profil
und vorgezogenes Futter



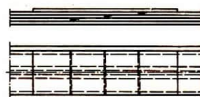
218.5 Nicht
vorgezogenes Futter



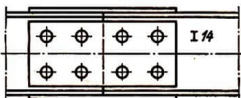
218.6 Kröpfung



218.7 Keilfutter

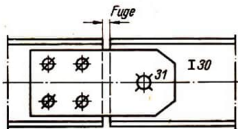


218.8 Plattenstoß



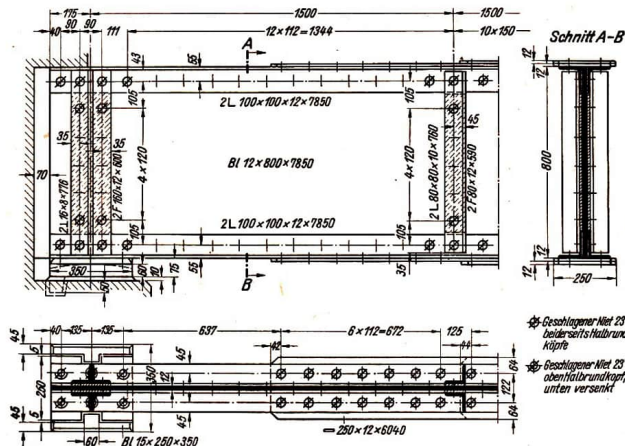
218.9 Paßstoß
(Biegeester
Trägerstoß)

218.10 Fugenstoß
(Fester Gelenkstoß)



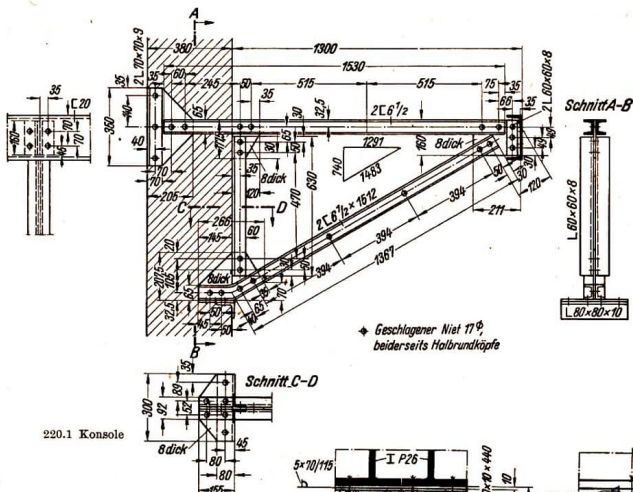
erhält gestrichelte Schraffur, wenn die Darstellung dadurch an Deutlichkeit gewinnt. Plattenstöße werden durch kleine, vollgeschwärzte Dreiecke und in der anderen Ansicht als Paßstoß durch eine Strichlinie und als Fugenstoß durch zwei Strichlinien gekennzeichnet (218.8). Paßstöße sind solche, bei denen sich die zusammenstoßenden Querschnitte berühren (218.9). Beim normalen Stoß wird eine Berührung der Stirnflächen nicht verlangt. Der Fugenstoß (218.10) hat einen bestimmten Zwischenraum, der aber zu bemaßen ist.

Zeichnungsbeispiele



219.2 Teil eines Blechträgers

Der Träger (219.2) ist 800 hoch, 7850 lang und aus Blechen, Stab- und Formstählen zusammengesetzt. Wegen verhältnismäßig großer Belastung ist ein 12 dickes Stegblech gewählt worden, das zur Vermeidung des Ausknickens durch Winkelstähle $80 \times 80 \times 10$ und breitflügelige L-Stähle 16×8 unter Verwendung von Futterblechen ausgesteift ist. Der Feldabstand beträgt 1500. Die Gurtwinkel bestehen aus L $100 \times 100 \times 12$ und die verschiedenen langen Platten für Ober- und Untergurt aus Blech 12×250 . An beiden Trägerenden sind Auflagebleche $15 \times 250 \times 350$ angenietet. Blechträger finden als Brückenteile Verwendung und können auch durch Schweißen zusammengesetzt werden.



Konsolen der Ausführung wie in Bild 220.1 dienen zum Tragen von Mauervorsprüngen, z. B. Erkern. Die dargestellte Konstruktion besteht aus je 2 $\angle 61/8$, die durch Winkelstähle $60 \times 60 \times 8$ und Knotenbleche zusammengesetzt und durch an Bleche genietete Winkel $70 \times 70 \times 9$ und $80 \times 80 \times 10$ im Mauerwerk verankert ist. Ein mehrere Konsolen verbindender $\angle$ -Stahl 220 nimmt das vorkragende Mauerwerk auf. Stützen (220.2) tragen Bauteile aller Art, wie Dächer, Decken usw. Die abgebildete Stütze wird als Geschoßstütze im Stahlskeletthochbau verwendet, ist 2,18 m hoch und aus 3 Breitflansch-I-Trägern 12×12 , Fußplatte, Fuß- und Versteifungsblechen, Kopfplatte, Kopf-, Trag- und Bindeblechen zusammengesetzt.

11.07 Rohrpläne

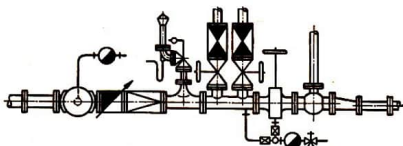
Rohrpläne veranschaulichen den Verlauf von Gas- und Flüssigkeitsleitungen und die Anordnung der Absperrorgane und anderer Geräte, nicht aber Konstruktionseinzelheiten und untergeordnete Teile.

Die Pläne werden unter Benutzung von Sinnbildern entweder *maßstäblich* (221.1), gegebenenfalls in mehreren Ansichten und mit Maßen, oder *schematisch* (221.2) in einem einzigen Bilde gezeichnet. Schematische Rohrpläne geben zwar die Anordnung der Anlage

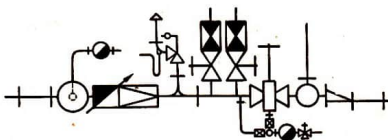
im Raume nicht wieder, sind aber sehr übersichtlich und werden gern als Vorlage für maßstäbliche Zeichnungen benutzt.

Die Sinnbilder für Ventile, Schieber, Hähne, Klappen, Meßinstrumente, weiteres Zubehör und für Geräte der Heizungs- und Gesundheitsindustrie sind auf DIN 2429, Sinnbilder für Formstücke, wie Rohrkrümmer, Rohrabzweige, Kniestücke, auf DIN 2430 und Sinnbilder für Armaturen auf DIN 3400 genormt.

Sinnbilder für Rohrleitungen (Auszug aus DIN 2429, Bl. 1, 2 u. 4 vom April 1925 und DIN 2430, Bl. 2 u. 3 vom Dez. 1929)

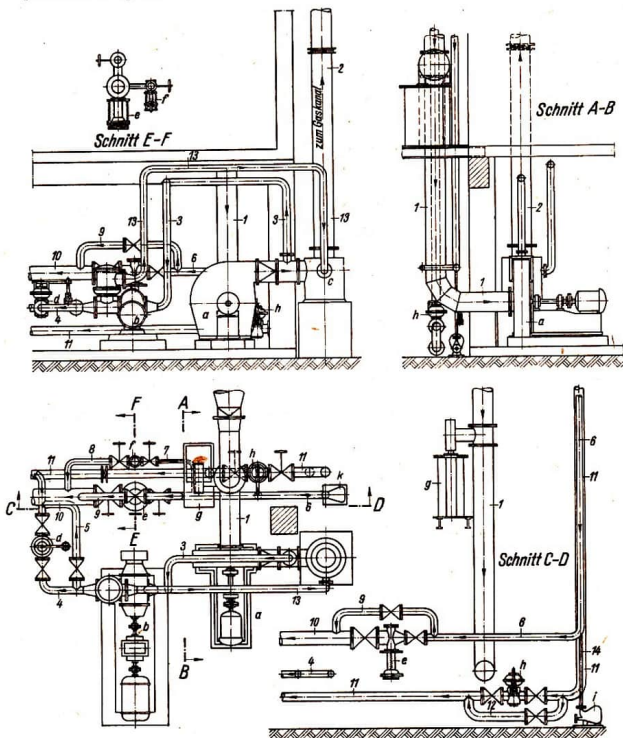


221.1 Maßstäbliche Darstellung (DIN 2429, Bl. 4 vom April 1925)



221.2 Schematische Darstellung (DIN 2429, Bl. 4 vom April 1925)

Glattes Rohr	Flansch	Wasserabscheider	Kondensator	Registrierender Dampf- bzw. Wassermesser mit Flanschen	Druckminderventil mit Flanschen
Geschweißtes T-Stück	Eck-Sicherheitsventil mit Gewichtsbelastung und Flanschen	Warzenkrümmer	Syphon	Regenhaube	Durchgangsabsperrentil mit Flanschen
Rohrbruchventil ohne Absperrvorrichtung von Hand	Durchgangs-Rückschlagventil mit Flanschen	Kugel-T-Stück	Wechselventil mit Flanschen	Schieber mit Flanschen	Flanschübergangsstück (exzentrisch)



222.1 Generatorgebläse mit Rohrleitungen

Geräte:

- a = Rohgasgebläse
b = Hilfsgasgebläse
c = Rückschlagsicherung
d = Druckregler für Hilfsgas
e = Druckregler für Dampf
f = Druckregler für Dampf
g = Drosselklappenregler
h = Druckregler für Sauerstoff
i = Kondensopf NW 25

Rohrleitungen:

- | | | |
|-----|---------------------|--------|
| 1 = | Generatorgasleitung | NW 300 |
| 2 = | Generatorgasleitung | NW 300 |
| 3 = | Hilfsgasleitung | NW 100 |
| 4 = | Hilfsgasleitung | NW 100 |
| 5 = | Umgangsleitung | NW 100 |
| 6 = | Frischdampfleitung | NW 100 |
| 7 = | Frischdampfleitung | NW 32 |

- | | |
|---------------------------|--------|
| 8 = Frischdampfleitung | NW 65 |
| 9 = Umgangsleitung | NW 100 |
| 10 = Frischdampfleitung | NW 200 |
| 11 = Sauerstoffleitung | NW 125 |
| 12 = Umgangsleitung | NW 125 |
| 13 = Hilfsgasrückleitung | NW 100 |
| 14 = Kondenswasserleitung | NW 25 |

Zur besseren Unterscheidung können Rohrstränge verschiedener Zwecke farbig ausgezogen oder mit Wasserfarben angelegt werden. Es gelten nach DIN 2403 für

Dampf: rot	Wasser: grün	brennbare und nicht brennbare Flüssigkeiten: braun
Luft: blau	Lauge: violett	brennbare und nicht brennbare Gase: gelb
Säure: orange	Vakuum: grau	

Dem Verwendungszweck gemäß sind Unterscheidungen durch hellere oder dunklere Tönung der Farben vorzunehmen und durch eine Farbkarte auf den Zeichnungen zu erläutern. Bei der Erweiterung einer Rohrleitung kann der neue Teil der Anlage in dickeren Strichen dargestellt werden. Durchflußrichtungen sind durch Pfeile anzugeben.

Für Heizungsrohrleitungen sind Kennfarben in DIN 2404 genormt.

11.08 Elektrofachzeichnungen

Schaltzeichen für Starkstrom- und Fernmeldetechnik. Schaltzeichen sind einpolige oder mehrpolige Sinnbilder über Art, Schaltung und Arbeitsweise einzelner Maschinen, Geräte und Leitungen aus dem Bereiche der Elektrotechnik. Sie werden meist in beliebiger Lage gezeichnet und zu Leitungsplänen, Schaltplänen, Anschlußplänen u. a. vereinigt.

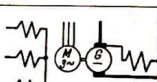
Schaltzeichen im engeren Sinne sind Darstellungen mit vereinfachter Innenschaltung, und Schaltkurzzeichen sind Kurzdarstellungen ohne Innenschaltung.

Schalt- und Schaltkurzzeichen hatten VDE-Nummern¹⁾ und sind heute ebenso wie die Pläne genormt, und zwar in

DIN 40704, Bl. 1	Schaltzeichen für Starkstrom- und Fernmeldetechnik; Industrielle Anwendung der Elektrowärme, Elektrochemie, Elektrostatik
DIN 40706	Schaltzeichen für Starkstromanlagen; Stromrichter
DIN 40708	Schaltzeichen für Starkstrom- und Fernmeldetechnik; Meldegeräte
DIN 40710	—; Spannung, Strom, Schaltarten, Wechselspannungssysteme
DIN 40711	—; Leitungen, Leitungsverbindungen
DIN 40712	—; Allgemeine Schaltungsglieder
DIN 40713	—; Schaltgeräte
DIN 40713, Bbl. 1	—; —; Beispiele aus der Starkstromtechnik
DIN 40713, Bbl. 2	—; —; Beispiele für elektrische Bahnen, Nahverkehrs- und Kraftfahrzeuge
DIN 40713, Bbl. 3	—; —; Beispiele der Schutztechnik
DIN 40714, Bl. 1	—; Transformatoren und Drosselspulen
DIN 40714, Bl. 2	—; Meßwandler
DIN 40714, Bl. 3	—; Transduktoren
DIN 40715, Bl. 1	Schaltzeichen für Starkstromanlagen; Maschinen
DIN 40716, Bl. 1	—; Meßgeräte, Relais und Auslöser
DIN 40717	Schaltzeichen für Starkstrom- und Fernmeldetechnik; Installationspläne
DIN 40718	Anschlußpläne für Starkstromanlagen
DIN 40719	Schaltpläne für Starkstrom- und Fernmeldetechnik; Begriffsbestimmungen, Ausführungsrichtlinien
DIN 40719, Bbl. 1	—; Schaltpläne für Starkstromgeräte und -anlagen
DIN 40719, Bbl. 2	—; Schaltpläne für Fernmeldegeräte und -anlagen

¹⁾ VDE = Vorschriftenwerk Deutscher Elektrotechniker

Beispiele von Schalt- und Schaltkurzzeichen (Auszug aus DIN 40714, Bl. 1 vom April 1959 und DIN 40715, Bl. 1 vom Febr. 1940)

Frühere VDE- Nr.	Schaltkurzzeichen		Schaltzeichen	Benennung
	ein- oder mehrpolig nach Bedarf			
416	 60 kV 6300 kVA 50 Hz Yd5 15 kV		 60 kV 6300 kVA 50 Hz Yd5 15 kV	Drehstrom-Transformator Schaltung Yd 5 60/15 kV, mit Sternpunkt- klemme 6300 kVA, 50 Hz
424	 $6000 \pm 10 \times 100 \text{ V}$ 1000 kVA (Ndr) 50 Hz 6000 V		 $6000 \pm 10 \times 100 \text{ V}$ 1000 kVA (Ndr) 50 Hz 6000 V	Drehstrom-Spartrans- formator in Y-Schal- tung, stufbar verstellbar, $6000 \pm 10 \times 100/6000 \text{ V}$ 1000 kVA Durchgangs- leistung, 50 Hz
516	einpolig	mehrpoleig		Reihenschluß-Gleich- strommotor
				
520				Nebenschluß-Gleich- strom-Generator, selbsterregt, Wende- pole einseitig zum An- ker geschaltet
528				Einphasen-Asynchron- Motor mit Käfigläufer und Hilfsphase
537				Drehstrom-Asynchron- Motor mit Schleifring- läufer, dreiphasig
548				Synchron-Generator, dreiphasig, in Dreieck- schaltung
552				Umformer: Drehstrommotor Gleichstromgenerator

Leitungen verschiedener Art können durch verschiedene Linienarten, Leitungen verschiedener Spannung oder Polarität durch verschiedene Strichdicke und Geräte verschiedener Wichtigkeit durch verschiedene Größen der Sinnbilder gekennzeichnet werden.

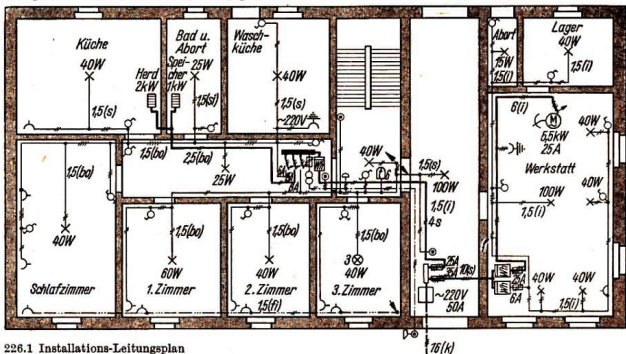
Klemmen sind bei Geräten durch arabische Ziffern und bei Maschinen, Umspannern und Meßwandlern nach DIN VDE 0570 zu bezeichnen.

Die Darstellung der Geräte bezieht sich auf ihre Grund- bzw. Ausgangsstellung. Ein Pfeil neben dem Schaltzeichen kennzeichnet die Wirkungsrichtung des Geräts. In den Schaltkurzzeichen und einpoligen Schaltzeichen der Schaltgeräte geben die kurzen, zum Leitungsanschluß schrägen Querstriche die Zahl der Gerätepole an.

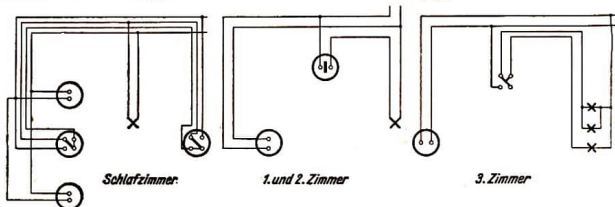
Leitungspläne für Starkstromanlagen (DIN 40717 vom Okt. 1957). Verlegung und Verteilung eines Netzes, einer Anlage oder eines Geräts werden in Leitungsplänen dargestellt. Es gibt: den in eine Geräte- oder Schaltanlagezeichnung eingetragenen

Bedeutung einzelner Schaltzeichen (DIN 40711 vom Febr. 1952 und DIN 40717 vom Okt. 1957)

 225.1 Leitung mit Kennzeichnung der Leiterzahl, z. B. 3 Leiter	 225.2 Leitung mit Kennzeichnung der Anzahl von Kreisen, z. B. 2 Kreise	 225.3 Ruf- und Klingeleitung	 225.4 Rundfunkleitung
 225.5 Kreuzung von Leitungen ohne Verbindung, z. B. mit je 3 Leitern; einpolig und mehrpolig	 225.6 Leitende Verbindung von Leitungen	225.7 Leitungsverlegung (i) in Isolierrohren (f) in Falzrohren (e) in Stahlrohren (st) in Stahlpanzerrohren (p) unter Putz (Zusatzbuchstabe) (bo) in Rohrdrähten (k) in Kabeln	 225.8 Beispiel: Leitung aus 3 Leitern zu 6 mm ² in Falzrohr unter Putz verlegt
 225.9 Leitung mit Energieführung nach oben und von oben	 225.10 Leitung mit Energieführung nach unten und von unten	 225.11 Hausanschluß	
 225.12 Verteilungstafel	 225.13 Gekapselte Verteilung	 225.14 Sicherung	 225.15 a) Ausschalter (einpoleig) b) Umschalter (Gruppenschalter) c) Umschalter (Serienschalter)
 225.16 d) Umschalter (Wechselschalter) e) Umschalter (Kreuzschalter)	 225.17 Tastschalter (früher Klingelknopf)	 225.18 Elektrischer Türöffner	 225.19 Lastschalter, allgemein z. B. Hebelschalter
 225.20 Überstrom-Schutzschalter, z. B. Leitungs- bzw. Motorschutzschalter			
 225.21 a) Steckdose b) Steckdose mit Schutzkontakt c) Anlasser	 225.22 a) Leuchte, allg. b) Leuchte mit Schalter c) Mehrfachleuchte, allgemein, mit Lampenzahl	 225.23 Hörmelder a) Summer, b) Wecker	 220/6 V 225.24 Kleinumspanner von 220 auf 6 Volt
 225.25 Motor (1 kW)	 225.26 Elektrowärme-gerät (1 kW)	 225.27 Wattstundenzähler	 225.28 Zeitschalter



226.1 Installations-Leitungsplan



Wechselschaltung mit 2 Steckdosen Einfache Schaltung mit Steckdose Gruppenschaltung mit Steckdose

226.2 Ausführliche Lichtschaltungen zum Installations-Leitungsplan

Geräte-Leitungsplan, den in einen Gebäudegrundriß eingezeichneten Installations-Leitungsplan und den in eine Landkarte eingetragenen Netzleitungsplan.

Leitungspläne geben Aufschluß über die Verbindung zwischen den einzelnen, der Wirklichkeit entsprechend angeordneten Teilen und Gliedern und enthalten alle zur Leitungsverlegung erforderlichen Angaben.

Sinnbilder für Teile von Starkstrom- und Fernmeldeanlagen in Hochbauzeichnungen s. DIN 1356.

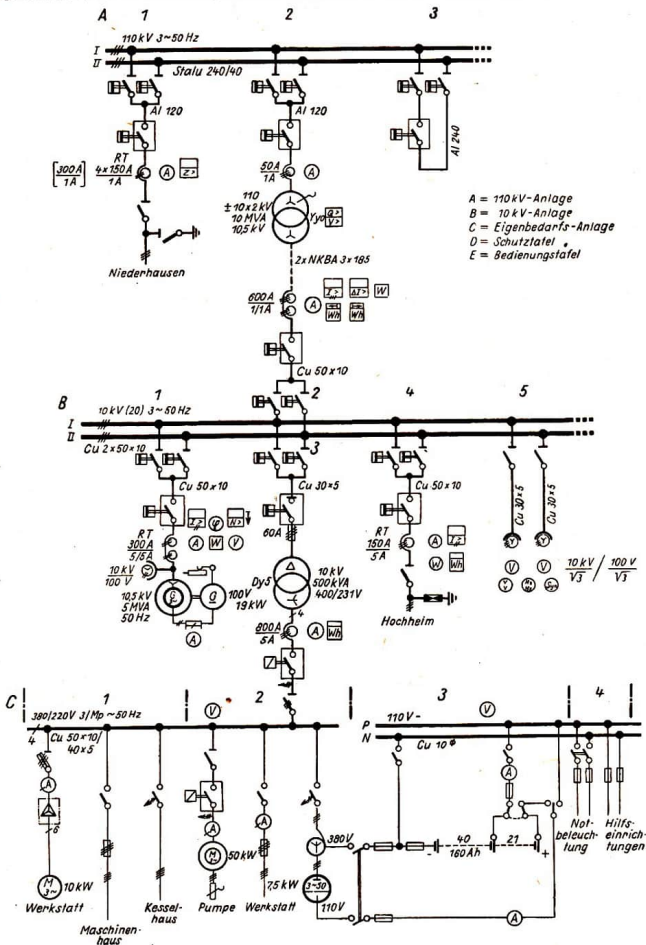
Schaltpläne für Starkstromanlagen (DIN 40719 vom Mai 1956). Die Schaltung einer Anlage, eines Anlageteils oder eines Geräts wird durch Schaltzeichen als Übersichtsschaltplan, Wirkschaltplan oder Stromlaufschaltplan dargestellt.

Schalt- und Schaltkurzzeichen werden nach DIN 40704 bis 40716 gewählt und nach DIN 40719 gekennzeichnet.

Übersichtsschaltpläne sind in großen Zügen gehaltene, übersichtliche, meist einpolige Darstellungen der Schaltungen ohne Hilfsleitungen und lassen den Stromverlauf und die Schaltungsmöglichkeiten klar erkennen.

Beispiel eines Übersichtsschaltplans für ein Kraft- und Umspannwerk (Ausschnitt) (DIN 40719, Bbl. 1 vom Sept. 1957)

Wegen Platzmangel sind bei den Abzweigen zum Teil die Kennzeichen und Bezeichnungen weggelassen.



Wirk Schaltpläne sind vollständige, mehrpolige Darstellungen mit Hilfsleitungen und Klemmen und geben klare Bilder über die Anordnungen, die Stromwege und die Wirkungsweise.

Die Geräte werden zweckmäßig zu einzelnen Anlagegruppen in Zellen oder in Felder aufgeteilt, nicht aber innerhalb derselben räumlich angeordnet.

Dem nebenstehenden Wirk Schaltplan (DIN 40719, Bbl. 1) liegt der Abzweig B 2 des Übersichts Schaltplans (s. S. 227) zugrunde.

Stromlauf Schaltpläne sind die nach Stromwegen aufgelösten Darstellungen der Schaltungen mit Hilfsleitungen und bei Plänen für ausgeführte Anlagen auch mit ihren Klemmen und Lötstellen und dienen zum Entwerfen und Erklären verwickelter Schaltungen, zum Verfolgen der einzelnen Stromwege und zum Erkennen der Schaltfolge. Die Stromwege werden ohne Rücksicht auf die räumliche Lage und den mechanischen Zusammenhang der Teile möglichst geradlinig und ohne Kreuzung dargestellt. Beispiel eines Stromlaufplans siehe DIN 40719.

Anschlußpläne für Starkstromanlagen (DIN 40718) sind Darstellungen von Leitungsanschlüssen und Anschlußmöglichkeiten entsprechend der räumlichen Anordnung und gewöhnlich als Arbeitsunterlage für Anlagen mit vielen, unübersichtlichen Leitungen üblich. Sie müssen zum Anschluß der Leitungen mit den ausgeführten Anlagen übereinstimmen und ebenso wie die betreffenden Anlageteile mit Zielzeichen für Hilfsleitungsstränge und Hilfsleitungen und mit Kennzeichen für besondere Leitungen versehen sein. Beispiel eines Anschlußplans siehe DIN 40718.

Fernmeldeanlagen. Schaltzeichen und Pläne für Fernmeldeanlagen sowie Schaltkurzzeichen sind in DIN 40700 und DIN 40701 genormt.

Sie betreffen Fernsprechanlagen, Gefahr- und Zeitmelder, Telegrafwesen, Funksende- und Empfangsanlagen, Fernsehwesen, Fernmeß- und Fernsteueranlagen, Hochfrequenz-Übertragungseinrichtungen und sind überaus vielfältig.

Für Fernmeldeanlagen gibt es Leitungspläne, Übersichtsschaltpläne, Stromlaufpläne und Bauschaltpläne.

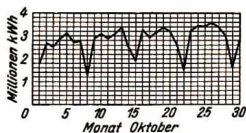
11.09 Graphische Darstellungen

Graphische Darstellungen sind Schaubilder zum schnelleren Erkennen und Beurteilen von Zahlenergebnissen aus wissenschaftlichen Untersuchungen, technisch-wirtschaftlichen Vorgängen und von anderen erfahrungsgemäß gefundenen Größen. Die bekanntesten Schaubilder sind Linien- und Flächendiagramme.

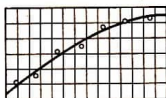
Das Liniendiagramm tritt als Punktkoordinaten- oder als Polkoordinatensystem auf und drückt die Veränderung einer Größe in Abhängigkeit von einer zweiten aus.

Punktkoordinaten-Diagramm. Im Punktkoordinatensystem treffen sich die mit maßstäblichen Einteilungen versehenen Koordinatenachsen im Punkt 0 (230.1). Die Waagrechte heißt Abszissenachse und die Senkrechte Ordinatenachse. Entsprechend den festgelegten Maßstäben, von denen Übersichtlichkeit und Genauigkeit der Darstellung abhängig sind, werden die Zahlenwerte punktweise eingetragen und dann miteinander verbunden. Dadurch entsteht die Schaulinie (230.2).

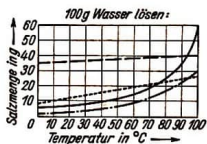
Sind mehrere Schaulinien in einem Bilde unterzubringen, dann müssen sie sich durch verschiedene Stricharten (230.3), verschiedene Strichfarben oder auch Wortangaben voneinander unterscheiden.



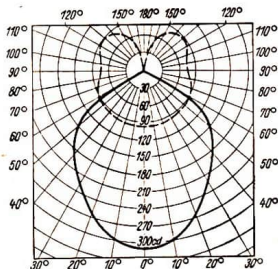
230.1 Stromverbrauch



230.2 Entstehung einer Schaulinie



230.3 Löslichkeit von Salzen in Wasser
 — HgCl_2 = Quecksilberchlorid (Sublimat)
 — NaCl = Natriumchlorid (Kochsalz)
 — H_3BO_3 = Borsäure
 - - - K_2SO_4 = Kaliumsulfat



230.4 Lichtverteilung
 - - - für nackte Glühlampe
 — für nackte Glühlampe in einer tiefstrahlenden Leuchte

Polkoordinaten-Diagramm. Im Polkoordinatensystem wird die Lage der Zahlenwerte durch Polkoordinaten bestimmt (230.4). Sie bestehen aus konzentrischen Kreisen und Polstrahlen. Polkoordinatensysteme dienen zur Veranschaulichung von Ausstrahlungsleistungen des Lichtes, des Rundfunks u. a.

Flächendiagramme in mannigfaltigen Ausführungen sind weitere Mittel zur Veranschaulichung.

Im **Säulendiagramm** werden die darzustellenden Größen als senkrechte oder waagrechte Balken gleicher Breite aufgetragen (230.5). Schraffierte oder gefärbte Balken erhöhen die Anschaulichkeit.

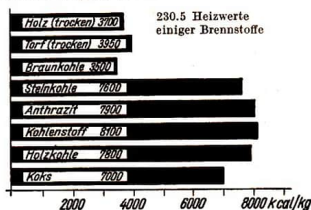
Kreisflächendiagramme (231.1) werden zur Verbilligung von Prozentwerten benutzt.

Die Aufteilung der Kreisfläche in Sektoren geschieht auf dem Umfange, dessen Länge dem Gesamtprozentwert 100 entspricht. Die Prozentwerte können auch als Zentriwinkel abgetragen werden, wobei 100% dem Winkel von 360° entsprechen. 32% erfordern demnach einen Winkel von

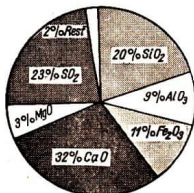
$$\frac{360^\circ \cdot 32}{100} = 115,2^\circ$$

Sankey-Diagramme (231.2) dienen zur Darstellung des Wärmeflusses in Dampfkesseln, Dampfmaschinen, Verbrennungskraftmaschinen u. a.

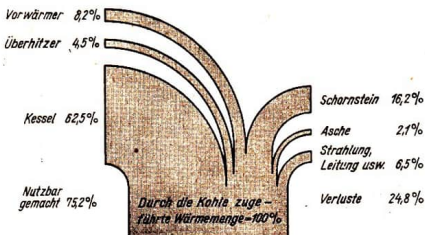
Das Beispiel zeigt die prozentuale Aufteilung der einem Zweiflammenrohrkessel zugeführten Wärmemenge als Ergebnis eines mehrstündigen Verdampfungsversuchs.



230.5 Heizwerte einiger Brennstoffe



231.1 Bestandteile der Braunkohlenasche



231.2 Wärmeuß in einem Zweiflammrohrkessel

11.10 Zeichnungen für Druckzwecke (DIN 474 vom Jan. 1953)

Abbildungen für Bücher, Zeitschriften, Kataloge und andere Druckerzeugnisse werden zunächst in vergrößertem Maßstab angefertigt (232.1), dann zur Erzielung besserer Bildschärfe auf das Druckformat fotografisch verkleinert und schließlich durch Ätzen auf die metallene Druckplatte oder den Druckstock gebracht (232.2).

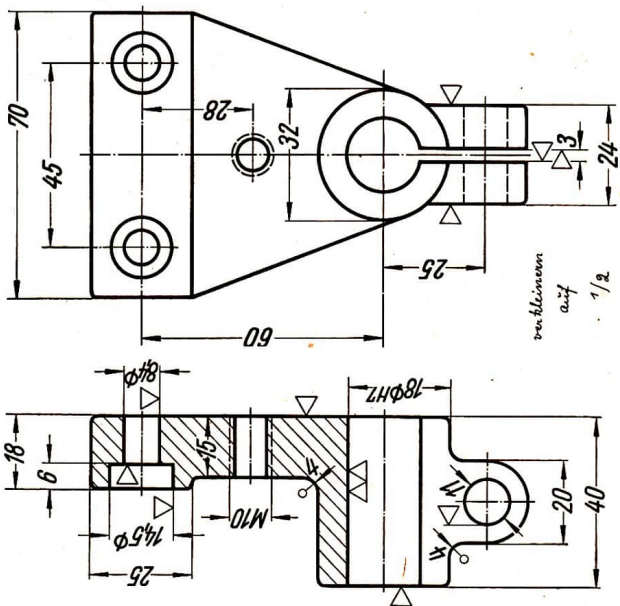
Die Zeichnungen sind in tiefschwarzer Tusche auf weißem Zeichenpapier, Zeichenkarton oder lichtdurchlässigem Papier auszuführen. Soll die Zeichnung jedoch direkt, also ohne fotografische Verkleinerung, auf die Druckplatte übertragen werden, dann ist sie in der Größe des Druckbildes auf durchscheinendem Papier herzustellen. Bei Verwendung lichtundurchlässigen Zeichenpapiers wären sonst umständliche Vervielfältigungen erforderlich, die unscharfe Bilder zur Folge hätten. Mit besonderer Tusche kann eine Abbildung aber auch unmittelbar auf die Druckplatte gezeichnet werden (Zinkflachdruck).

Für die fotografische Verkleinerung der Stammbilder auf Druckbildgröße sind die linearen Maßstäbe 3:4, 2:3, 1:2, 1:3, 1:4 und 1:5 einzuhalten. Demgemäß werden die Zeichnungen gegenüber dem Druckbilde in den Maßstäben 4:3, 3:2, 2:1, 3:1, 4:1 und 5:1 angefertigt. Der Maßstab für die fotografische Verkleinerung wird außerhalb des Zeichnungsbildes angegeben, z. B. „Verkleinern auf $\frac{1}{2}$ “. Soll aber eine Zeichnung nach einem anderen als einem der vorgesehenen Maßstäbe, also beliebig verkleinert werden, dann ist das Einstellmaß, z. B.

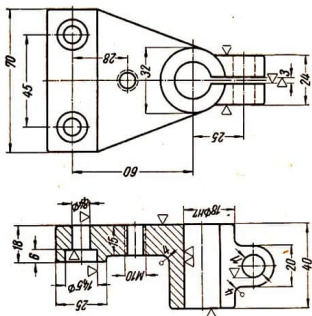
→ Einstellmaß 37 mm →

auf der Zeichnung anzugeben.

Die gedruckten Bilder sollen möglichst einem der genormten Zeichnungsmaßstäbe entsprechen. Sind mehrere Bilder in derselben Vergrößerung auf einem Zeichenbogen untergebracht, so muß nach der Verkleinerung zwischen den Bildern ein Abstand von mindestens 5 mm zum Trennen der Druckstöcke vorhanden sein.



232.1 Zeichnung für ein Druckbild



232.2 Gedrucktes Bild

Strichdicken und Beschriftung der Zeichnungen für Druckstöcke

Hervor- zuhebende Teile	Hauptteil (Sichtweite 0,50 m)		Nebenteile, z. B. Netze, Schraffuren, Bezugsstriche (Sichtweite 0,25 m)	
	Strichdicke mm	Strichdicke mm	Strichdicke mm	Schriftgröße mm
	0,3...0,6	0,2...0,3	2	0,1...0,15

Bei Verklei-
nerung auf ergeben sich für die Zeichnung folgende Werte in mm

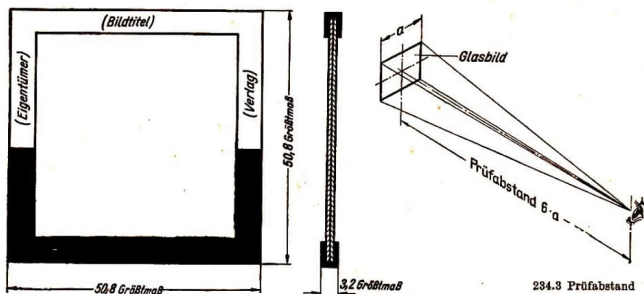
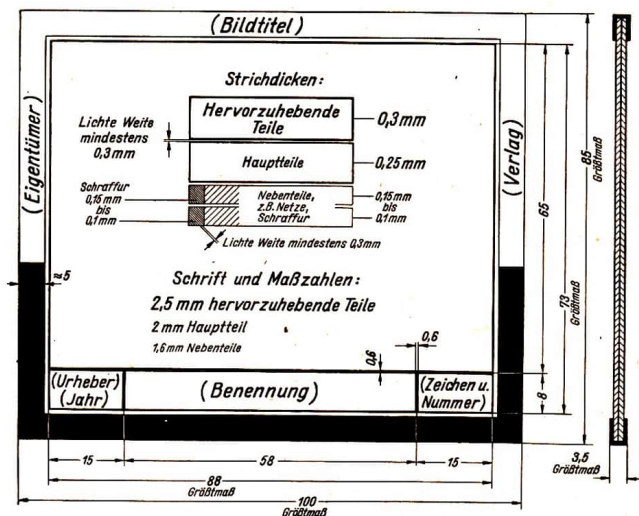
3/4 *2/3	0,5...0,9	0,3...0,5	3	0,15...0,20	2
1/2	0,6...1,2	0,4...0,6	4	0,2...0,3	2,5
1/3	0,9...1,8	0,6...0,9	6	0,3...0,5	4
1/4	1,2...2,4	0,8...1,2	8	0,4...0,6	5
1/5	1,5...3	1 ...1,5	10	0,5...0,8	6

Nach Möglichkeit sind Normschriften (DIN 1451) zu verwenden. Die angegebenen Schriftgrößen gelten für leichte Lesbarkeit der senkrechten Normschrift (s. S. 22) bei mittleren Lichtverhältnissen. Für andere Schriften (Schrägschrift, Eng- und Breitschrift, griechische Schrift u. a.), für Hervorzuhebendes, Wandtafeln, farbigen Druck usw. müssen den Sichtweiten (DIN 1451) entsprechend größere Schriften gewählt werden. Ebenso kommen für gedruckte Bilder über 50 cm² Größe und bei Verwendung rauhen Zeichenpapiers größere Strichdicken in Betracht. Der kleinste Abstand von Strich zu Strich, die lichte Weite, in den gedruckten Bildern ist etwa so groß wie die betreffende Strichdicke, jedoch nicht kleiner als 0,5 mm. Strichdicken in technischen Zeichnungen sind der Tafel auf Seite 60 zu entnehmen. Dabei ist zu beachten, daß für Zeichnungen, die z. B. in zweifachem Maßstab des gedruckten Bildes angefertigt werden, die doppelten Strichdicken, doppelt so große Maßzahlen, Maßpfeile, Schrift usw. erhalten müssen, wie auch aus der obenstehenden Tafel ersichtlich ist. Bezugszahlen und -buchstaben beginnen an beliebiger Stelle außerhalb des Bildes und werden möglichst fortlaufend wie auf dem Zifferblatt der Uhr um das Bild herum gesetzt. Bezugsstriche sind geradlinig und möglichst nur senkrecht oder waagrecht zu ziehen.

11.11 Zeichnungen für Glasbilder und Bildbänder (DIN 108, Bl. 1 und 2 vom Juli 1959)

Glasbilder werden in den Größen 8,5 cm × 10 cm, 8,5 cm × 8,5 cm, 7 cm × 7 cm und 5 cm × 5 cm angefertigt. Für das große Bild, das nur in der Breitlage zu verwenden ist, sind Strichdicken, Schriftgrößen und Strichabstände festgelegt (234.1), für die übrigen Größen ergeben sie sich durch verhältnismäßige Umrechnungen. Engschriften und senkrechte Schriftzeilen sind zu vermeiden. Glasbilder 5 cm × 5 cm mit einer Nutzfläche von 30 mm × 36 mm können ein Schriftfeld von 4 mm Höhe tragen. Glasbilder 7 cm × 7 cm mit einer Nutzfläche von 54 mm × 54 mm erhalten ein solches von 6 mm Höhe. Die Schriftgröße auf diesen kleineren Glasbildern darf nicht unter 1,6 mm liegen. Exponenten, Indices und Zahlen gewöhnlicher Brüche sollen höchstens $\frac{2}{3}$ der Schriftgröße hoch sein.

Technische Zeichnungen für Glasbilder sollen tiefschwarze, scharfe Linien aufweisen; deshalb sind Lichtpausen ungeeignet. Wird eine Zeichnung größer als das



234.2 Glasbild 5 cm × 5 cm (Nutzfläche 24 mm × 36 mm, für Schulzwecke auch 30 mm × 36 mm)

Glasbild ausgeführt, was der Bildschärfe wegen zu empfehlen ist, dann sind die Strichdicken, Schriftgrößen und Strichabstände im Verhältnis dieses Maßstabes größer zu wählen. Soll die Zeichnung später im Ordner aufbewahrt werden, ist Format DIN A 4 zu empfehlen, wofür Strichdicken, Schriftgrößen und Strichabstände DIN 108, Bl. 2, S. 3, zu entnehmen sind. Jedes Glasbild muß den Bildinhalt in sechsfachem Abstände „a“ mit dem bloßen Auge noch deutlich erkennen lassen (234.3).

Zum Beispiel beträgt dieser Prüfabstand für die Größen $8,5 \text{ cm} \times 10 \text{ cm}$ und $8,5 \text{ cm} \times 8,5 \text{ cm} \approx 0,50 \text{ m}$, für eine hierzu in doppeltem Maßstab angefertigte Zeichnung zur Sicherheit jedoch $7 \cdot a$, also $\approx 1,20 \text{ m}$. Die größte Entfernung des Beschauers ist ähnlich wie beim Prüfabstand gleich der sechsfachen Breite des projizierten Bildes.

Die in den Bildern 234.1 und 2 angegebenen Größtaußenmaße gelten einschließlich der Dicke der Klebestreifen. Auf der Vorderseite eines Glasbildes werden oben weiße oder einfarbige Streifen und dem Bedarf entsprechend lange Streifen an den Seiten aufgeklebt. Sie dienen zur Beschriftung, falls das Bild sinngemäße Angaben nicht enthält, und müssen beim Einstecken in den Bildhalter ein aufrechtstehendes U darstellen und beim Bildwurf der Lichtquelle zugewendet sein. Die Unterschriftsleiste und die Beschriftung innerhalb der Nutzfläche können bei Bildern mit künstlerischem Einschlag fortfallen und wenn sie aus besonderen Gründen unerwünscht sind.

Bildbänder bestehen aus einem biegsamen, durchsichtigen Stoff ähnlich den Filmen, sind so breit wie diese und an beiden Längsseiten perforiert. Die Größe der einzelnen, auf den Bändern in Reihe angeordneten Bilder beträgt $24 \text{ mm} \times 36 \text{ mm}$, $24 \text{ mm} \times 24 \text{ mm}$ oder $18 \text{ mm} \times 24 \text{ mm}$. Das Bild $24 \text{ mm} \times 36 \text{ mm}$ ist vorzuziehen.

11.12 Tischlerzeichnungen (DIN 919, Bl. 1 vom Okt. 1958)

Es gibt drei Arten: die *Entwurfszeichnung* für Angebot, Form und Gestaltung, die *lichtpausfähige Fertigungszeichnung* (Werkzeichnung), vorwiegend für industrielle Massenfertigung bestimmt, und die *nicht lichtpausfähige Fertigungszeichnung* (Werkzeichnung), für handwerkliche Einzelfertigung geeignet.

Gemeinsame Richtlinien. Die Ausführungen auf DIN 823 (Blattgrößen, Maßstäbe), DIN 15 (Linien), DIN 6 (Ansichten, Schnitte, besondere Darstellungen), DIN 6782 (Schriftfeld), DIN 6783 (Stückliste), DIN 16 (Schräge Normschrift), DIN 406 (Maßeintragung) und DIN 824 (Faltung auf A 4 für Ordner) gelten sinngemäß auch für Tischlerzeichnungen.

In Anlehnung an die Übersicht über die Anwendung der Linien (s. S. 59) werden für Werkzeichnungen gewählt:

dicke Volllinien für sichtbare Körperkanten und Fugen in Schnitten,

halbdicke Strichlinien für verdeckte Körperkanten,

Strichpunktlinien für Mittellinien,

dünne Volllinien für Fugen in Ansichten, für Maßlinien, Maßhilfslinien,

dünne unregelmäßige Freihandlinien zur Schraffierung der Schnittflächen, für Bruchlinien,

dicke Strichpunktlinien zur Kennzeichnung des Schnittverlaufs.

Die Linien sind so dick zu ziehen, wie es die Darstellung erfordert. Kleinere Werkstücke werden im Maßstab 1:1, größere in den Maßstäben 1:2,5, 1:5, 1:10 oder 1:20 und, sofern sie symmetrisch sind, gegebenenfalls nur als Hälfte bis zur Mittellinie gezeichnet, wobei vorzugsweise die rechte Hälfte weggelassen wird.

Die Maßzahlen beziehen sich auf das fertige Stück und sind in mm ohne Angabe der Maßeinheit einzutragen. Große Abmessungen erlauben zwar Ausnahmen, doch wird dann die Maßbezeichnung hinzugefügt.

Die Maßlinien werden durch Pfeile oder Schrägstriche unter 45° begrenzt, jedoch ist innerhalb einer Zeichnung nur eine Art der Begrenzung anzuwenden.

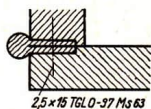
Kennzeichnung von Prüfmaßen s. S. 86. In Dickenmaße für Furnierplatten sind die Deck- bzw. Edelfurniere nicht mit einzubeziehen (s. DIN 4078).

Für Tischlerzeichnungen gelten folgende Schraffuren und Kennzeichen:

Schraffuren:	Kennzeichen:
 Hirnholz: Schraffur unter 45°	 Mittellage Hirnholz: liegendes Kreuz
 Längsholz: Schraffur parallel zur Längsrichtung	 Mittellage Längsholz: Pfeil parallel zur Längsrichtung
 Furnierplatten, Tischlerplatten, holzhaltige Werkstoffplatten: Schraffur rechtwinklig zur Längsrichtung; evtl. durch Wortangaben ergänzen	 Deckfurnier: kurze Begleitlinie innerhalb des Umrisses. Die Furnierart kann durch Wortangaben mit Bezugs- haken gekennzeichnet werden.
 Glas, Marmor, Zementplatten, Linoleum usw.: Punktierung (zur Kennzeichnung der Schnittfläche, nicht des Werkstoffes!) oder Schraffuren nach DIN 201	 a) Kantenholz nach dem Furnieren angeleimt, Deckfurnier Hirnholz, b) Kantenholz überfurniert, Deckfurnier Längsholz
 Zusammenstoßende Schnittflächen: Wechsel der Richtung bzw. des Abstandes der Schraffur	 Belagstoffe: schmale Schnittflächen schwärzen
	 Musterrichtung oder Faserverlauf der Oberflächen: 3 dünne Volllinien, von denen die mittlere etwas länger ist



Verleimung:
freihändig gezeichnete Linien
rechtwinklig über die Leimfuge



237.1 Darstellung
von Senkholzschrauben



237.2 Werkstoff-
kennzeichnung

wendigen Maße. Glas, Marmor, Zementplatten, Linoleum, Leder, Kunststoffe u. a. werden durch Werkstoffangabe gekennzeichnet (237.2) und in Schnittdarstellungen mit einer Punktschraffur versehen.

Die nicht lichtpausfähige Werkzeichnung ist die im Tischlerhandwerk von jeher gebräuchliche Ansichtszeichnung in natürlicher Größe. Ansichten und Schnitte sind nicht einzeln dargestellt, sondern liegen in einem Bilde ineinander, wobei die Linien an den Kreuzungsstellen ohne Rücksicht aufeinander durch- und übereinander gezeichnet werden (237.3). Von den Schraffuren hingegen wird nur *eine* gezeichnet.

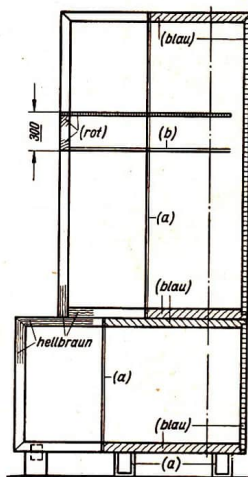
Das Bild zeigt die linke Hälfte des Werkstücks in Ansicht und eingezeichnet den von rechts gesehenen Höhenschnitt und den waagrechten Schnitt durch das Oberteil, außerdem zwei Ecken im Schnitt. Alle Striche für Körperkanten sind schwarz. Sichtbare Körperkanten müssen auf eine Entfernung von 2,50 m noch deutlich erkennbar sein. Die für den Faserverlauf vorgeschriebenen Schraffurlinien hingegen werden farbig gezogen. Ein waagrecht durch das Werkstück geführter Schnitt (Querschnitt) entspricht der Draufsicht und erhält *rote* Schraffur. Der senkrechte, rechtwinklig zur Vorderansicht gelegte Schnitt (Höhenschnitt) entspricht der Seitenansicht und wird *blau* und der senkrechte, parallel zur Vorderansicht geführte Schnitt (Frontalschnitt) *hellbraun* schraffiert. Außerdem erhält jede notwendige Vollinie, die eine hinter einer Schnittfläche liegende Körperkante darstellt, auch die Kanten nicht geschnitten dargestellter Beschläge, eine Begleitlinie in der Farbe der betreffenden Schraffur. Bei mehreren

Holzschrauben und Metallnägeln werden durch Mittellinien bzw. Mittellinienkreuze gemäß DIN 30 (s. S. 127) unter Hinzufügen der genormten Bezeichnungen, z. B. „2,5 x 15 TGL 0-37 Ms 63“, vereinfacht dargestellt (237.1).

Beschläge müssen, ebenso wie alle wesentlichen Verbindungen, mindestens einmal in der Zeichnung auftreten, näher kennzeichnende Vermerke und im Schnitt eine auffällig dichte Schraffur unter 45° haben. Die Zeichnung enthält auch schriftliche Angaben über die Art der Verleimung, der Werkstoffplatten, die Ausführung der Furnier- und Tischlerplatten und die Behandlung der Oberflächen durch Beizen, Polieren u. a.

Die lichtpausfähige Werkzeichnung hat schwarze Linien,

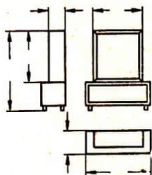
schwarz gezogene Schraffuren und alle zur Fertigung not-



237.3 Nicht lichtpausfähige Werkzeichnung
einer Vitrine
a = blaue Begleitlinie, b = rote Begleitlinie

parallelen Volllinien dieser Art werden nur die beiden äußeren mit einer farbigen Begleitlinie versehen. Ist eine Ausdehnung verkürzt dargestellt, z. B. die Tiefe des Oberteils, so wird die Schraffur unterbrochen und ein Maß mit unterstrichener Maßzahl gesetzt.

Als schriftliche Ergänzung der Zeichnung sind erforderlich: die Bezeichnung des Gegenstandes, die Angabe des Zeichnungsmaßstabes, das Datum, die Unterschrift des Bearbeiters und gegebenenfalls auch die Holzliste. Ferner können die zur Herstellung des Werkstücks notwendigen Arbeitsgänge vermerkt werden.



238.1 Übersichtszeichnung

Die Übersichtszeichnung wird in 3 Ansichten in schwarzen Linien vorzugsweise im Maßstab 1:10 aufgezeichnet und erhält nur wenige Hauptmaße (238.1). Sie zeigt alle sichtbaren Ornamente und Beschläge, nötigenfalls auch Zusammensetzung und Faserrichtung des Furniers, nicht aber unsichtbare Kanten und Schraffuren. Werkstoffe und Beschläge werden gewöhnlich nicht gekennzeichnet. Eine Übersichtszeichnung gehört zu jeder, nicht lichtpausfähigen Werkzeichnung, bisweilen auch zu einer pausfähigen. In der

zu der nicht lichtpausfähigen Werkzeichnung gehörenden Übersichtszeichnung wird anstelle der üblichen Seitenansicht die Ansicht von rechts links neben die Vorderansicht gesetzt.

11.13 Sonstige Zeichnungen

Bauzeichnungen im Hochbau haben in DIN 1356¹⁾ eine wertvolle Grundlage. Das Blatt enthält: Angaben über Formate und deren Aufteilung; Über- und Unterschriften; Maßzahlen und sonstige Einschriften; Zeichen für Träger, Mauerwerk, Beton, Baustoffe u. a.; Darstellung von Um- und Erweiterungsbauten, Bögen, Kappen, Gewölbe, Balken u. a.; Darstellung, Bezeichnung und Bemaßung der Schornsteinrohre, Gasabzugsrohre, Luftkanäle, Fenster- und Türöffnungen sowie Treppen; Sinnbilder für Briefkästen, Müllschlucker, Aufzüge, Öfen und Herde; Sinnbilder für Teile der Heizungs-, Wasser-, Gas- und Elektroanlagen und für Hausrat. DIN 107 behandelt Links- und Rechtsbezeichnungen für Fenster, Treppen und Herde.

Sinnbilder werden in technischen Zeichnungen immer häufiger verwendet, da sie sich einfach darstellen lassen und dennoch das Wesentliche und Typische der Gegenstände treffend wiedergeben. Auf bewährte Sinnbilder wurde in den einschlägigen Abschnitten bereits hingewiesen, einige weitere werden nachstehend genannt, und andere sind im Entstehen begriffen.

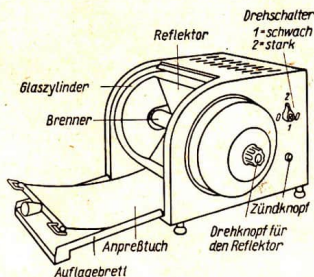
Sinnbilder für Transmissionsteile	DIN 991
„ „ Bagger und Absetzer	DIN 22266
„ „ Flanschverbindungen	DIN 2815
„ „ Durchgangs- und Gewindelöcher, vorzugsweise für Maschinen- und Lokomotivbau	DIN 407, Bl. 2
„ „ das Markscheidewesen	DIN 21900

11.14 Vervielfältigte Zeichnungen

Stammzeichnungen werden fast ausschließlich im Lichtpausverfahren und, wenn eine Lichtpauereinrichtung nicht zur Verfügung steht, durch Fotokopieren vervielfältigt.

¹⁾ DIN 1356 ist als Vornorm im August 1950 neu erschienen und hat vorläufig drei Jahre Gültigkeit.

Lichtpausen. Die in Tusche oder in Blei auf lichtdurchlässigem Papier hergestellte Stammzeichnung wird mit der Rückseite auf die lichtempfindliche Schicht des Lichtpaspapiers gelegt. Beide Teile kommen dann in einen Lichtpausrahmen, in ein Belichtungsgerät (239.1) oder in eine Belichtungsmaschine (240.1 u. 2, 241.1). Darin werden sie fest gegen eine Glasscheibe gepreßt, durch die von der anderen Seite Licht einfällt. Belichtet wird durch elektrisches Bogenlicht, neuerdings auch durch eine Quarzröhre. Die Dauer ist abhängig von der Lichtstärke, der Lichtdurchlässigkeit der Stammzeichnung und der Sorte des Lichtpaspapiers. Der Lichtpausrahmen wird meist dem Sonnenlicht ausgesetzt. An den Stellen, an denen die lichtempfindliche Schicht nicht von den Strichen der Zeichnung abgedeckt ist, wird sie zersetzt. Das Bild ist bereits unmittelbar nach der Belichtung schwach erkennbar.



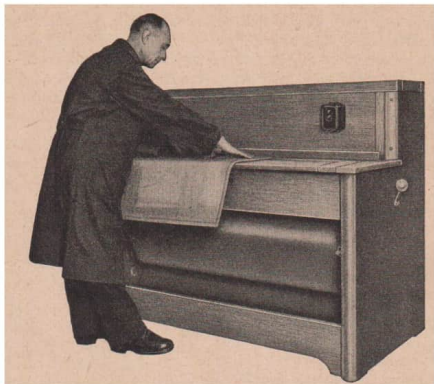
239.1 Belichtungsgerät

Nun wird die Lichtpause entwickelt. Dabei tritt die Zeichnung kräftiger hervor, und es entsteht je nach der gewählten Papiersorte eine positive oder eine negative Lichtpause. Positive Lichtpausen haben einen hellen Papiergrund und dunkle Striche, bei negativen Lichtpausen ist es umgekehrt. Die Papiersorte bestimmt auch die Art der Entwicklung. Entweder wird naß, feucht oder trocken entwickelt. Heute verwendet man fast ausschließlich das Trockenentwicklungsverfahren.

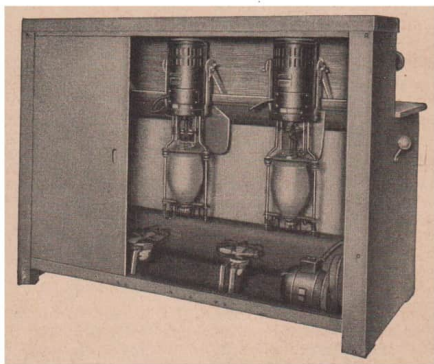
Bei der *nassen Entwicklung* — das Sepiaverfahren ausgenommen — wird die belichtete Pause eine Zeitlang in sauberem Wasser gespült. Zum Trocknen wird die Pause dann der Luft ausgesetzt oder durch eine Trockenmaschine gezogen. Die *feuchte Entwicklung* erfolgt durch gleichmäßige Benetzung der belichteten Schichtseite mit einer besonderen Salzlösung. Das Salz hierfür wird mit dem Lichtpaspapier geliefert. Zum Anfeuchten wird das Papier durch zwei sich drehende, waagrechte Gummiwalzen gezogen, von denen die untere in der ganzen Länge ein wenig in die Lösung taucht. Ein besonderes Trocknen ist nicht erforderlich.

Bei der *trockenen Entwicklung* wird das belichtete Papier in einen Holzkasten (241.3) oder in ein elektrisch heizbares Entwicklungsgerät (241.2) getan oder durch eine Trockenentwicklungsmaschine (241.4) gezogen, in denen sich weite Schalen mit möglichst auf 20°C angewärmter, 25%iger Ammoniaklösung befinden. Die aufsteigenden Dämpfe umspülen die belichtete Schicht und entwickeln die Pause. Der Vorgang kann beschleunigt werden, indem die Lösungstemperatur

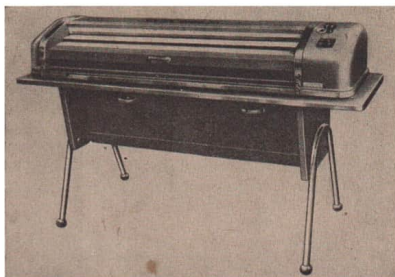
durch eine geeignete Heizvorrichtung gesteigert wird. Es gibt aber auch kombinierte, halb-automatische Belichtungs- und Trockenentwicklungsmaschinen. Hierin wird die Pause nach dem Belichten von dem Original, das zu diesem Zeitpunkt die Maschine wieder verläßt, getrennt und in den Entwicklerteil transportiert.



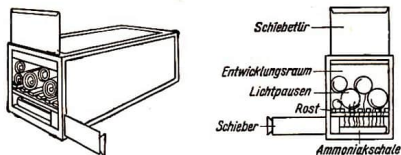
240.1 Belichtungsmaschine (Werbering Feinmechanik, Jena)



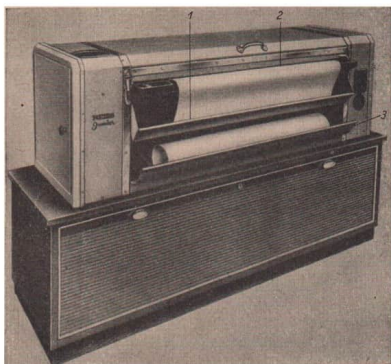
240.2 Rückseite der mit drei Bogenlampen ausgestatteten Belichtungs-
maschine (Werbering Feinmechanik, Jena)



241.1 Kleine Belichtungsmaschine für geringen Pausenbedarf (VEB Meß- und Zeichengerätebau Bad Liebenwerda)



241.3 Trocken-Entwicklungskasten



241.2 Elektrisch heizbares Trocken-Entwicklungsgerät (VEB Meß- und Zeichengerätebau Bad Liebenwerda)

Sepiapausen werden in einem Sonderverfahren hergestellt. Die belichtete Pause wird in reinem Wasser entwickelt und dann in einer verdünnten Fixiersalzlösung gebadet, dann nochmals gewässert und schließlich getrocknet.

Die *Benennung der Lichtpausungsverfahren*, des Lichtpaspapiers und der Lichtpausen ist in DIN 840 genormt. Eine 90 cm breite und 20 m lange Rolle Weißpaspapier F (F = Feuchtverfahren), deren Quadratmetergewicht 80 p beträgt und die nach der Entwicklung rote Striche hat, wird bezeichnet:

**Weißpaspapier F 80 p
90 × 20 DIN 840 rot**

Für eine Lichtpause von 110 p/m^2 Gewicht im Format A3 auf Weißpaspapier T (T = Trockenverfahren) lautet die Bezeichnung:

T — Weißpause 110 A3

Namen wie Rotpause, Braunpause u. a. sind irreführend und nicht anzuwenden.

241.4 Trocken-Entwicklungsmaschine.
1 = Vorratswanne,
2 = Schlitz zum Einführen
der belichteten Pausen,
3 = Auslaufwanne
(VEB Meß- und Zeichengerätebau
Bad Liebenwerda)

Sepia- und Weißpausen mit einem Papiergewicht bis zu 55 p/m² können wieder lichtgepaust werden. Bei größerem Bedarf an Lichtpausen werden die Abzüge zur Schonung der Stammzeichnungen von einem sogenannten Zweitoriginal (Mutterpause) angefertigt.

Von Blaupausen lassen sich wegen der Lichtunbeständigkeit des blauen Papiergrundes Zweitpausen nicht herstellen. Farbige Darstellungen werden in Lichtpausen nicht wiedergegeben.

Zeichnungsänderungen. Bei der Anfertigung technischer Zeichnungen kann bisweilen von vorhandenen Zeichnungen ausgegangen werden. Nachdem eine solche Unterlage bis auf den abzuändernden Teil von Hand durchgepaust ist, wird die erforderliche Änderung in der neuen Zeichnung nachgetragen. Dieses Verfahren ist aber beim Durchpausen umfangreicher Darstellungen recht kostspielig. Es ist billiger, die Pausarbeit von Hand durch Lichtpausen zu ersetzen.

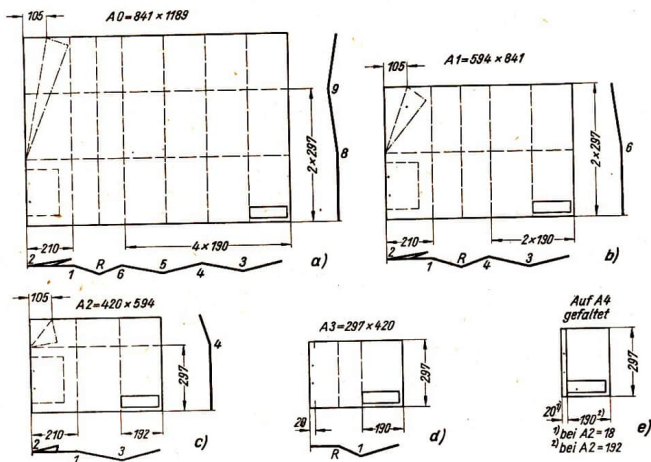
Von der alten Stammzeichnung wird hierzu eine Sepiapause angefertigt und der abzuändernde Teil auf diesem Negativ mit dunkler Tusche überdeckt. Nun wird von der Sepiapause, die natürlich lichtpausfähig sein muß, ein Positiv hergestellt und die Änderung eingezeichnet. Oder die alte Stammzeichnung wird im Weißverfahren lichtgepaust, aber zunächst noch nicht entwickelt. Auf die nicht abzuändernden Stellen des belichteten Papiers wird nun ein Zeichenkarton gelegt und der nicht abgedeckte Teil abermals belichtet. Er erscheint nach der Entwicklung als weiße Fläche und kann dann die Änderung aufnehmen. Diese beiden grundsätzlichen Verfahren können abgewandelt, erweitert und auch beim Fotokopieren angewendet werden. Änderungen auf Lichtpausen lassen sich auch mit den im Fachhandel erhältlichen Tinkturen vornehmen. Sie entfernen die Striche oder auch den farbigen Grund und gestatten das Nachziehen der Linien und Nachfärben der Pause.

Falten der Zeichnungen (DIN 824 vom Jan. 1956) (243.1). Größere Zeichnungen werden auf das Format A 4 zusammengelegt, damit sie in einem Hefter aufbewahrt oder in einem Brief befördert werden können. Das Falten der Stammzeichnungen unterbleibt jedoch, da die Kniffe leicht einreißen oder auf den Lichtpausen unerwünschte Striche hinterlassen würden. Nach dem Falten liegt das Schriftfeld oben und der Heftrand frei (243.1e). Durch Aufkleben von Verstärkerringen oder eines Kartons im Format A 5 auf der Rückseite sind die Heftlöcher vor dem Einreißen geschützt.

Bei den Formaten A 2 und größer entstehen Längs- und Querfalten (243.1a bis 1c). Die 1. Falte wird im Abstand 210 mm von der linken Blattkante nach vorn umgelegt. Die linke obere Ecke des Bogens, die sonst beim Lochen und Einheften stören würde, wird durch die 2. Falte im Abstände von 105 mm nach hinten umgebogen. Nun werden die anderen Längsfalten in Abständen von je 190 mm von der rechten Blattkante (bei Format A 2 192 mm) gebildet. Bei den Formaten A 1 und größer entsteht eine Restfalte R in der Mitte des verbleibenden Teils. Die Gesamtzahl aller Längsfalten ist durch 2 teilbar. Nun wird zur Querfaltung übergegangen. Die 1. Querfalte wird im Abstand 297 mm von der Unterkante nach hinten umgelegt, die nächste wieder nach vorn und so fort, bis der Bogen schließlich auf das Format A 4 gebracht worden ist. Nach dem gleichen Schema lassen sich auch Zeichnungen in der Hochlage und sogar beliebige Blattgrößen falten.

Das Format A 3 hat nur 2 Längsfalten, deren erste in 190 mm Abstand von der rechten Blattkante durch Umlegen nach vorn gefaltet wird. An der linken Blattkante müssen 20 mm Heftrand verbleiben, der Rest von 210 mm wird in der Mitte nach hinten umgelegt (243.1d).

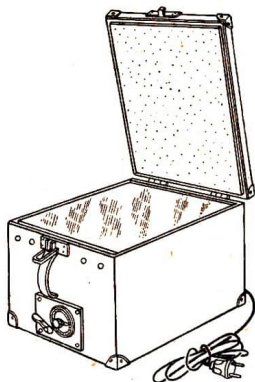
Fotokopien. Zeichnungen können auch durch Fotokopieren vervielfältigt werden. Die hierzu verwendeten Papiere sind lichtempfindlicher, aber auch teurer als Lichtpauspapiere. Das einfachste Fotokopiergerät ist ein mit einer Glasscheibe abgedeckter Holzkasten (243.2), an dessen Boden sich Leuchtkörper befinden. Eine eingebaute Schaltuhr regelt die Belichtungsdauer.



243.1 Falten der Zeichnungen auf DIN A 4

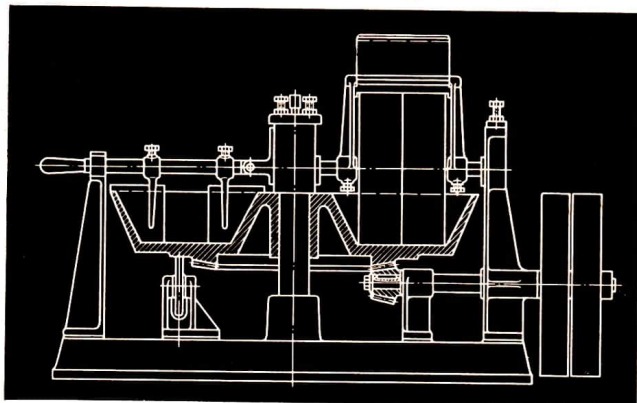
Die Stammzeichnung wird mit der Vorderseite auf die Glasplatte und darüber das Fotokopierpapier mit der Schichtseite nach unten gelegt. Durch einen gepolsterten Andruckdeckel wird das Gerät geschlossen. Nach der Belichtung muß die Fotokopie in einem besonderen Bade entwickelt, im Wasser gespült, dann in einem zweiten Bade fixiert, wieder im Wasserbade gespült und schließlich getrocknet werden. Es entsteht ein Negativ (244.1), von dem in der gleichen Weise ein Positiv (244.2) hergestellt werden kann. Dieses Verfahren heißt *Kontaktverfahren*. Es ähnelt dem Lichtpausverfahren und wird bei Zeichnungsoriginalen auf lichtdurchlässigem Papier angewendet.

Ist das Zeichenpapier aber nicht durchscheinend oder ist es doppelseitig benutzt worden, dann wird das *Reflexverfahren* gewählt. Hierbei wird die Rückseite des Fotokopierpapiers auf die Glasplatte und die Vorderseite der Zeichnung auf die lichtempfindliche Schicht gelegt. Das

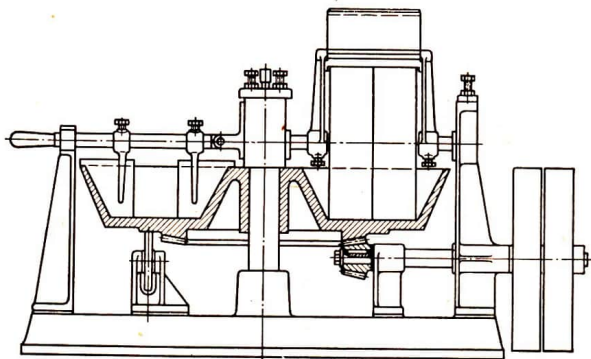


243.2 Belichtungsgerät

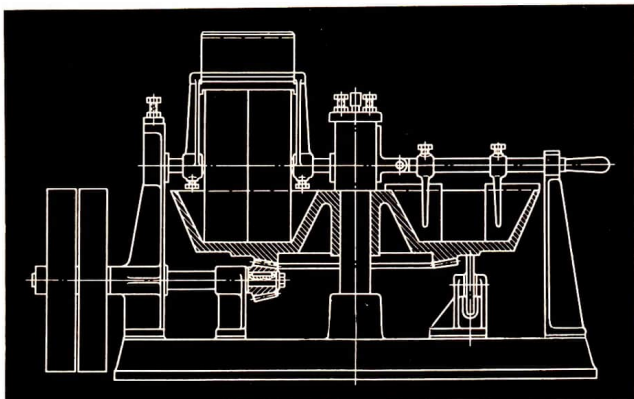
nach dem Schließen des Deckels eingeschaltete Licht durchstrahlt das Fotokopierpapier, wird aber dann von den strichfreien Stellen der Zeichnung auf die lichtempfindliche Schicht zurückgeworfen (reflektiert).



244.1 Negative Fotokopie



244.2 Positive Fotokopie



245.1 Seitenverkehrtes Negativ (Zwischenbild)

Nach dem Entwickeln, Wässern, Fixieren, abermaligem Wässern und darauffolgendem Trocknen ist ein seitenverkehrtes Negativ entstanden (245.1). Es wird nun mit der Rückseite auf die Glasplatte und darüber das Fotokopierpapier mit der Schichtseite auf die Zeichnung gelegt, so daß in diesem zweiten Gang auch ein Positiv (244.2) entsteht.

Es gibt Fotokopiergeräte und -papiere für Benutzung in der Dunkelkammer oder bei gedämpftem Tageslicht, außerdem auch Geräte, die die Zeichnung zugleich verkleinern oder vergrößern. Fotokopien auf dünnem Papier und auf filmähnlichen Stoffen sind lichtpausfähig und dienen auch als Zwischenoriginale in der Lichtpauserei.

Übersicht über die wichtigsten im Buche verwendeten oder auszugsweise abgedruckten Normen bzw. Standards

+ = DIN-Blätter, die durch Verbindlicherklärung zum DDR-Standard erhoben worden sind,

++ = DIN-Blätter, deren vorhergehende Ausgabe zum DDR-Standard erhoben worden ist.

DIN-Nr.	Ausg.-Datum	Seite	DIN-Nr.	Ausg.-Datum	Seite
3	(Februar 1955)	81	823++	(März 1956)	19. 23
5+	(Oktober 1948)	190. 198	824	(Januar 1956)	242
6	(Oktober 1956)	26. 52. 57. 70	919, Bl. 1	(Oktober 1958)	235
15, Bl. 1+	(Juni 1955)	59	1034, Bl. 1+	(März 1924)	217. 218
16+	(August 1940)	20 ff.	Bl. 2+	(März 1924)	217. 218
17+	(August 1940)	22	1356++	(Vornorm	
27+	(September 1955)	117		August 1959)	238
30+	(August 1940)	127. 130	1911	(Oktober 1959)	140. 141
75, Bl. 1+	(Februar 1954)	124. 125	1912, Bl. 1	(Mai 1956)	137. 138. 139
Bl. 2+	(Februar 1956)	124. 125	2061	(Juli 1946)	110
76, Bl. 1+	(November 1953)	114. 117	2095	(Juli 1956)	142 ff.
78+	(August 1953)	116	2097	(Juli 1956)	144. 145
108, Bl. 1	(Juli 1959)	233 ff.	2429, Bl. 1	(April 1925)	221
Bl. 2	(Juli 1959)	233 ff.	Bl. 2	(April 1925)	221
123, Bl. 1+	(Juni 1956)	129	Bl. 4	(April 1925)	221
124, Bl. 1+	(Juni 1956)	129	2430, Bl. 2+	(Dezember 1929)	221
140, Bl. 1	(Oktober 1931)	67	Bl. 3+	(Dezember 1929)	221
Bl. 2	(Oktober 1931)	67	6781	(März 1955)	63. 64
Bl. 3	(Oktober 1931)	69	6782	(März 1955)	60 ff.
Bl. 4	(Oktober 1931)	68. 69	6783	(März 1955)	62. 63
199+	(Oktober 1923)	201	6885, Bl. 1++	(Februar 1956)	132. 133
201	(Februar 1953)	66	7150, Bl. 1	(Juli 1938)	104 ff.
202+	(Juli 1938)	115	7151+	(Oktober 1936)	105
250+	(Dezember 1939)	37	7157, Bl. 1++	(Februar 1956)	107 ff.
267+	(Januar 1954)	118. 119	7182, Bl. 1++	(Januar 1957)	96. 102
332, Bl. 1	(Februar 1943)	75. 76	40711+	(Februar 1952)	225
Bl. 2	(Februar 1943)	76	40714, Bl. 1+	(April 1959)	224
406+	(September 1955)	27. 31. 32. 60.	40715, Bl. 1	(Februar 1940)	224
		86. 91. 97	40717	(Oktober 1957)	225. 226
407, Bl. 1++	(Juli 1959)	215 ff.	40719+	(Mai 1956)	226 ff.
474+	(Januar 1953)	231 ff.	40719, Bbl. 1+	(September 1957)	227. 228

SACHWEISER

- Abmaße 96
- Absatzmaße 99
- Abwicklungen 75. 171. 181
- Amerikanische Zeichnung 80
- Amt für Standardisierung 2
- Anschlußpläne 229
- Ansichten, Anordnung der 26. 70
- Arbeitsfolge beim Zeichnen 47. 53
- Armquerschnitte 74
- Bearbeitungszugaben 75
- Bemaßung 27. 81. 97. 111
- Beschriftung 20
- Bezugsebene 35. 99. 100
- Bezugshaken 69
- Bezugslinie 35. 99. 100
- Biegekanten 75
- Bildbänder 233
- Blattgrößen 19
- Blechkicken 85
- Blechdurchzüge 126
- Bleistifte 6
- Bogenabwicklung 155
- Bolzen 134
- Bruchdarstellungen 57
- Darstellung, Besonderheiten der 70
- Deutscher Normen-Ausschuß 2
- Diagramme 229
- Dimetrie 190
- DIN, Bedeutung 2
- DIN-Passungen 110
- Doppellaschennietung 128
- Drehfedern 145
- Dreiecksäule 24. 42
- Druckfedern 142
- Druckstockzeichnungen 232
- Durchdringungen 181
- Durchmesserzeichen 34
- Eckenmaße 41
- Einheitsbohrung 103
- Einheitswelle 103
- Einsatzzirkel 11
- Einzelheiten, herausgezeichnete und vergrößerte 23. 85
- Elektrofachzeichnungen 223
- Ellipse 158. 177
- Endstellungen für Hebel usw. 75
- Evolvente 163
- Evolventenverzahnung 148
- Falten der Zeichnungen 242
- Farbstifte 16
- Federn 130. 142
- Federringsicherung 126
- Federscheibe 126
- Fernmeldeanlagen 229
- Fertigungslage 71
- Flachpassungen 102
- Fotokopieren 242
- Freimaße 102
- Freistiche 77
- Gebrauchslage 71
- Geometrische Übungen 152
- Gewinde 112
- Gewindeauslauf 117
- Gewindebezeichnungen 114
- Gewindedarstellung 113
- Gewinderille 117
- Gewindetoleranzen 116
- Glasbilder 233
- Goldener Schnitt 154
- Graphische Darstellungen 229
- Grenzmaße 96
- Größtmaß 96
- Grundtoleranzen 105
- Halbmesserlinien 82
- Halbmessermaße 36
- Halbmesserzeichen 37
- Halbschnitt 74
- Heftzwecken 13
- Hemmfeder 126
- Hilfskugelfverfahren 187
- Hyperbel 161. 178
- Innenfugen 53
- ISA-Passungen 102
- ISO-Gewinde 113
- Isometrie 198
- Istmaß 96
- Kantenschutz 64
- Kegel 25. 44. 176
- Kegelpassungen 102
- Kegelräder 150
- Kegelstifte 135
- Kegelstumpf 25. 45. 176
- Kegelverhältnis 86
- Kegelminkel 87
- Keile 130
- Keilwellen 134
- Kerbstifte 136
- Kerbverzahnung 134
- Kesselbauniete 129
- Kettenräder 151
- Kleinarstellungen 126. 130
- Kleinstmaß 96
- Kopfschraubenverbindung 123
- Kordel 122
- Körperschnitte 171
- Kreisbogenanschlüsse 156
- Kugel 26. 46. 181
- Kugelausschnitt 26. 46. 181
- Kurvenlineale 14
- Laschennietung 128
- Leitungspläne 225
- Lichtkanten (s. Innenfugen)
- Lichtpauserei 239
- Linien 59
- Lochteilungen 84
- Maschinenschraubenverbindung 123
- Maßbezugsebene 35. 99. 100
- Maßbezugslinie 35. 99. 100
- Maßbuchstaben 84
- Maße, unmaßstäbliche 94
- Maßeintragung 27. 81. 97. 111
- Maße ohne Toleranzangabe 102
- Maßhilfslinien 28
- Maßkette 35. 99
- Maßlinien 28
- Maßpfeile 29
- Maßtoleranz 96

- Maßzahlen** 29
Millimeterpapier 19
Mittellinien 32
Mittenentfernung 99
Mittigkeiten 101
Muttern 122

Neigung 89. 91. 92
Neigungswinkel 88
Nennmaß 96
Niete 128
Nonius 93
Normmaße 81
Normschriften 20
Nullenzirkel 12
Nulllinie 97. 104. 105

Oberflächenkennzeichnung 67
Ölpauspapier 18

Paarungsmaß 97
Pabel 160. 179
Parallelperspektiven 190
Parallelprojektion 167
Paßfedern 132
Paßmaß 97
Passungsauswahl 106 bis 109
Pausleinen 19
Plattenfedern 14
Preßpassungen 104. 106
Prismen 24. 171
Prüfmaße 86
Pyramide 25. 43
Pyramidenstumpf 25. 43. 175

Quadratsäule 31
Quadratzeichen 32
Qualität der Toleranz 104

Radiermittel 15
Rändel 122
Raumecke 167
Rechtecksäule 26
Regelmäßige Vielecke 155
Reinzeichnungen 203
Reißbrett 3
Reißschiene 3
Reißzeug 7
Rohrpläne 221
Rohrverschraubung 124
Rohteilzeichnungen 204
Rundpassungen 102
Rundsäule 34
Rundungen 36
Russische Zeichnungen 80

Schablonenschrift 14
Schaltpläne 226 bis 229
Schaltzeichen 223 bis 225
Schlitzschrauben 121
Schnecke 150
Schneckenrad 150
Schnittdarstellung 54
Schnittverlauf 55
Schraffuren 52. 66. 236
Schrauben 116 bis 122
Schraubenfedern 142
Schraubenlinie 165
Schraubenräder 151
Schraubensicherungen 124
Schriftfeld 60 bis 62
Schriftschablonen 14
Schweißverbindungen 137
Sechsecksäule 41
Seitenmaß *s* 41
Senkrechte errichten 152
Senkungen 124
Sicherungsblech
mit Lappen 125
mit Nase 125
Sinnbilder
Federn 144. 145
Lochdurchmesser 217
Niete 215
Rohrleitungen 221
Schrauben 216
Schweißen 138 bis 141
Zahnräder 149 bis 151
Sonstige 238
Sinuskurve 165
Skizzen 202
Sperräder 151
spiegelbildgleiche Teile 74
Spiel 102
Spielpassungen 104. 106
Spirale 162
Spitzenwinkel
an der Pyramide 91
Splinte 125. 135
Stabmaße 13
Stahlbauniete 129
Stahlbauzeichnungen 214
Stangenzirkel 12
Stechzirkel 7
Stifte 135
Stiftschrauben 120
Stirnräder 148
Strecke teilen 152
Strichlinien 30. 53. 71

Stückliste 62
Symmetriachse 83
symmetrische Teile 74. 83. 85

Tangenten ziehen 154
Teildarstellungen 73
Teilzeichnungen 201. 204
Teilizirkel 8
TGL, Bedeutung 2
Tischlerzeichnungen 235
Toleranzbereich, bemaßter 111
Toleranzeinheit 104
Toleranzen 96
Transparentpapier 18
Trapezsäule 39
Tusche 13
Tuschefüllhalter 10

Übergangspassungen 104. 106
Überlappungsnetzung 128
Übermaß 103
Übersichtszeichnungen 205
Ungefährmaße 84
unmaßstäbliche Maße 94
Urheberschutzvermerk 64
Verjüngung 91

Wahre Länge 39. 169
Wasserfarben 15
Werkstoffangaben 65. 118. 119
Winkel 92
Winkelkonstruktionen 153
Winkelmaße 82
Winkelmesser 93
Winkeltoleranz 100

Zahnräder 145
Zahnradpaar 147
Zeichendreiecke 3
Zeichenfedern 14
Zeichenfilm 19
Zeichengeräte 3
Zeichenkopf 5. 6
Zeichenmaschinen 4
Zeichenpapiere 18
Zeichentische 4
Zeichnungsänderungen 94. 242
Zeichnungsarten 201
Zeichnungsmaßstäbe 23
Zeichnungsvordrucke 63
Zentrierbohrungen 75
Ziehfedern 8
Zugfedern 144
Zykloiden 163
Zylinder 25. 173
Zylinderstifte 136