

Das Maschinenzeichnen des Konstrukteurs

Von

Dipl.-Ing. C. Volk

Direktor der Beuth-Schule, Berlin
Privatdozent an der Technischen Hochschule

Zweite, verbesserte Auflage

Mit 240 Abbildungen



Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH

ISBN 978-3-662-01938-2 ISBN 978-3-662-02233-7 (eBook)
DOI 10.1007/978-3-662-02233-7

Alle Rechte, insbesondere das der Übersetzung
in fremde Sprachen, vorbehalten.

Copyright by Springer-Verlag Berlin Heidelberg 1926
Ursprünglich erschienen bei Julius Springer in Berlin 1926

Vorwort zur zweiten Auflage.

Vor einem Vierteljahrhundert ist Riedlers klassische Schrift über Maschinenzeichnen erstmals erschienen. Viele seiner Lehren sind seitdem Gemeingut der technischen Welt geworden und Hunderte seiner Schüler haben sie an Tausende von Lernenden weitergegeben. — So wurde der Boden bereitet für die Vereinheitlichung des Maschinenzeichnens, welche sich der im Normenausschuß der deutschen Industrie gebildete Arbeitsausschuß für Zeichnungen, dem auch der Verfasser angehört, zur Aufgabe gestellt hat.

Bei den Zeichnungsnormen handelt es sich um Regeln für die äußere Form der Zeichnung. Aber die äußere Form muß in Zusammenhang stehen mit Zweck und Inhalt der Zeichnung. Der Zusammenhang zwischen Zeichnen und Gestalten, Entwerfen und Herstellen wird in der vorliegenden Arbeit stark betont, und gerade nach dieser Richtung hin weist die zweite Auflage manche Änderung auf, die hoffentlich als Verbesserung gewertet wird. Das Buch ist nicht für den Zeichner bestimmt, sondern für den Anfänger im Konstruieren. Dabei ist leicht Erlernbares oder aus Büchern nicht Erlernbares absichtlich kurz behandelt, während andere Abschnitte breiter und ausführlicher sind und manches, das allzu leicht übersehen und vergessen werden kann, auch mehrmals gesagt wird.

Oft tritt das Bild an Stelle des Wortes. Aber diese Bilder sollen nicht nur betrachtet, sondern gelesen und dem Gedächtnis eingeprägt werden und der junge Konstrukteur soll in seinem Entwurf die Einzelheiten aufsuchen, die mit den falschen und richtigen Bildern übereinstimmen.

Die Tätigkeit des Konstrukteurs befindet sich gerade jetzt in einer gefährlichen Übergangszeit. Gelingt es dem neu heranwachsenden Geschlecht und seinen Lehrern nicht, einen Stand von Konstrukteuren zu schaffen, dessen Mitglieder das erforderliche Maß von Wissen und Können, von Kenntnissen und Erfahrungen in einer Person vereinigen, so wird bald eine unerwünschte Arbeitsteilung eintreten, die letzten Endes für das freudige und zweckbewußte Schaffen des einzelnen ebenso nachteilig ist wie für die Industrie. Dem Konstruktionsunterricht fällt die schwere und verantwortungsvolle Aufgabe zu, den jungen Konstrukteur immer wieder darauf hinzuweisen, daß er auf Grund seiner Rechnung nicht eine Zeichnung anzufertigen hat, sondern ein Werkstück, daß er — um ein auf meinen Lehrer Rädinger geprägtes Wort zu gebrauchen — ein Eisenbildhauer ist, dessen Werke Form und Gestalt annehmen, durch Werkstätten wandern und mit Maschinen kreisen und den „erfahrenen Bilder“ loben sollen.

Berlin, Weihnachten 1925.

Der Verfasser.

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
1. Zeichnen und Konstruieren	1
2. Zeichnungsarten	2
3. Blattgrößen. Maßstäbe. Linien. Schrift	3
4. Anordnung der Ansichten und Schnitte	6
5. Das Eintragen der Maße	13
A. Hauptregeln	13
B. Abkürzungen und Vereinfachungen	19
C. Toleranzmaße für Wellen und Bohrungen	21
D. Längenmaße mit Toleranzen	26
E. Maße genormter Teile	28
6. Bearbeitungsangaben	30
7. Stückliste, Teilnummern, Änderungen, verschiedene Bauarten	33
8. Vereinfachte Darstellung	41
9. Skizzieren und Entwerfen	46
10. Sonstige Zeichnungen	50
11. Rücksicht auf Herstellung und Verwendung	53
A. Allgemeines	53
B. Rücksicht auf Modell, Einformen, Guß	54
C. Rücksicht auf Schmieden	58
D. Rücksicht auf Bearbeitung und Zusammenbau	60
E. Rücksicht auf den Werkstoff	71
F. Für und Wider	72
Anhang: Werkstoffverzeichnis	76

1. Zeichnen und Konstruieren.

Zeichnen und Konstruieren sind innerlich voneinander verschieden.

Zeichnen ist eine Fertigkeit, Konstruieren ein Können, eine Kunst.

Das gute und richtige Zeichnen hat eine gewisse Ähnlichkeit mit der guten Handschrift und ihrer fehlerlosen Verwendung im Sinne der Rechtschreibung, das Konstruieren (Entwerfen, Gestalten, Bauen) aber setzt Wollen und Schaffen voraus und verhält sich zum Zeichnen wie die schriftstellerische Tätigkeit zum Schreiben. Hervorragende Konstrukteure sind genau so selten wie hervorragende Künstler.

Die Tätigkeit des Konstruierens umfaßt:

a) Die Berechnung unter Berücksichtigung der Beanspruchung, der Festigkeitseigenschaften und Betriebsbedingungen.

b) Die Auswahl der Werkstoffe unter Berücksichtigung der Eigenschaften, Preise, Gewichte, der Bearbeitbarkeit und Lebensdauer, der Liefervorschriften usw.

c) Die Gestaltung der ganzen Maschine und der Einzelteile unter Berücksichtigung der Berechnung, der Herstellung, des Zusammenbaues, der Betriebsanforderungen und der Besonderheiten des Auftrages. (Dabei sind die Normen und sonstige Vorschriften zu beachten, vorhandene Modelle, Vorrichtungen, Lehren usf. nach Möglichkeit zu verwenden.)

d) Die Konstruktion der Vorrichtungen und Sonderwerkzeuge, der Schablonen, Schnitte, Gesenke usf.

e) Die Vorkalkulation der Herstellungskosten.

In kleineren Betrieben müssen unter Umständen alle diese Aufgaben von einer Person erfüllt werden.

In Großbetrieben werden die einzelnen Arbeiten verschiedenen Personen, ja verschiedenen Abteilungen zugewiesen. Es bestehen dann getrennte Abteilungen für Berechnen, Entwerfen, Teilkonstruktion, Vorrichtungsbau, Arbeitszerlegung, Zeitbestimmung, Veranschlagen usf. In einem besonderen Normenbureau wird festgestellt, ob die für das betreffende Werk geltenden Normen eingehalten, vorhandene Modelle, Lehren, Schnitte usf. richtig verwendet sind.

Wird die Arbeitsteilung zu weit getrieben, so beeinträchtigt sie den Zusammenhang zwischen dem Konstrukteur und der Werkstätte. Es sind dann folgende Maßregeln zu treffen, um diesen Zusammenhang wieder herzustellen: Die Bleizeichnung geht zur Kontrolle in das Normenbureau, das auf Einhaltung und Verwendung der eingeführten Normen kontrolliert, dann in das Fabrikationsbureau, das nachsieht, ob die vorhandenen Modelle und Bearbeitungseinrichtungen berücksichtigt sind. Handelt es sich um Neukonstruktionen von größerer

Bedeutung, so werden die Einzelteile (in Blei) noch einer besonderen Betriebskonferenz vorgelegt, an welcher der Konstrukteur (oder sein Abteilungsleiter), die Vertreter des Normen- und Fabrikationsbureaus und die Vertreter des Betriebes teilnehmen. Dann erst wird die Zeichnung ausgezogen und vervielfältigt. Bei der ersten Ausführung oder bei der Montage auftretende Anstände, die auf fehlerhafte Konstruktion zurückzuführen sind, müssen in genau festgelegter Weise gemeldet und behoben werden. (Anlage eines „Mängelbuches“ oder einer Mängelkartei.) Übersichtliche Karteien für vorhandene Modelle, Sonderwerkzeuge usf. sind anzulegen, Tafeln und Schaulinien, aus denen die Abmessungen und Arbeitsgeschwindigkeiten der wichtigsten Werkzeugmaschinen zu entnehmen sind, sind auszuarbeiten usf.

Wird dieser „Erfahrungsaustausch“ im eigenen Werk vernachlässigt, wird er durch klare Vorschriften nicht geradezu erzwungen, so sind ernstliche Nachteile unvermeidlich. Nicht an der Schule allein, sondern oft auch an den Firmen selbst liegt die Schuld für die Tatsache, daß viele Konstrukteure die Anforderungen der Werkstätte und des Betriebes zu wenig beachten.

2. Zeichnungsarten.

Nach dem Inhalt unterscheidet man:

1. Zusammenstellungszeichnungen, Übersicht- oder Gesamtzeichnungen, die eine Maschine oder einen Maschinenteil im zusammengebauten Zustand zeigen.
2. Gruppenzeichnungen, auf denen eine Gruppe zusammengehöriger Teile dargestellt ist.
3. Teilzeichnungen, die nur ein Werkstück oder einige einzeln gezeichnete Werkstücke enthalten.

Nach der Verwendung kann man die Zeichnungen einteilen in:

1. Entwurfszeichnungen, die Entwürfe zu den im folgenden genannten Zeichnungen darstellen.
2. Angebotszeichnungen.
3. Werkzeichnungen, nach denen die Werkstätte den Auftrag ausführt.
4. Montage-Zeichnungen (Richtzeichnungen) für den Zusammenbau und die Aufstellung.
5. Fundamentzeichnungen und Einmauerungszeichnungen.
6. Rohrpläne für das Verlegen von Rohrleitungen.
7. Schaltpläne und Leitungspläne für elektrische Leitungen, Wickelpläne.
8. Bearbeitungspläne, die Angaben für die Herstellung enthalten, usf.

Ferner seien erwähnt:

- Genehmigungszeichnungen (zur Vorlage an die Behörden),
- Revisionszeichnungen,
- Patent- und Gebrauchsmusterzeichnungen,
- Druckstockzeichnungen für die Anfertigung von Druckstöcken usf.

Nach der Herstellung unterscheiden wir:

- a) Blei-Zeichnungen (als Unterlage für die Stamm-Pause), meist auf lichtdurchlässigem dünnen Zeichenpapier. Für sehr wichtige, umfangreiche Zeichnungen auf starkem Papier.

b) Stammzeichnungen, die längere Zeit aufbewahrt werden sollen, auf starkem Papier, mit Tusche ausgezogen.

c) Stammpausen, auf Pausleinen oder Pauspapier, mit Tusche ausgezogen. Stammpausen in Blei (Maßzahlen in Tusche) nur für einmalige Ausführungen, Reparaturen usf.

d) Lichtpausen, Weiß-, Blau- oder Braunpausen (nach Stammpausen oder lichtpausfähigen Bleizeichnungen hergestellt).

e) Drucke, durch Druckverfahren vervielfältigte Zeichnungen. (Vgl. die Abschnitte 9 und 10.)

3. Blattgrößen, Maßstäbe usf.

Für die Blattgrößen gelten die Normen der Tafel I.

Tafel I
(nach DIN 823).

Format	A 0	A 1	A 2	A 3	A 4	A 5	A 6
Zeichenblatt unbeschnitten	880 × 1230	625 × 880	450 × 625	330 × 450	240 × 330	165 × 240	120 × 165
Zeichnung oder Pause, beschnitt. (Fertigformat)	841 × 1189	594 × 841	420 × 594	297 × 420	210 × 297	148 × 210	105 × 148

A 4 (210 × 297) ist das Format der Normblätter und des Einheitsbriefbogens.

Die Fläche des Fertigformates A 0 beträgt genau 1 m².

Die kurze Seite verhält sich zur langen wie $1:\sqrt{2}$.

Formate mit diesem Seitenverhältnis haben die Eigenschaft, daß bei der Halbierung oder Verdopplung der Blattfläche das Seitenverhältnis seinen Wert behält, die Blätter also untereinander ähnlich bleiben.

Das zweimal zusammengelegte Blatt A 2 ergibt A 4 usf.

(Die Zahlenwerte von DIN 823 sind dem DIN-Blatt 476 entnommen, das für Papierformate gilt. Sie ersetzen die frühere Dinorm 5 für Zeichnungsformate mit den Gliedern 1000 × 1400, 700 × 1000 usf.)

Die Blätter können in Hoch- und Querlage verwendet werden, bei den kleinen Formaten kommt die kurze Seite meist nach unten. Die einmal gewählte Blattlage ist beim Aufzeichnen aller Teile beizubehalten.

Für Werkzeichnungen teilt man sich das Blatt oft in eine Anzahl gleicher Felder ein und zeichnet in jedes Feld (oder in ein Doppelfeld) nur einen Teil. Die Zeichnung wird dann in Teilblätter zerschnitten und die Teilblätter gehen mit den Arbeitsbegleitkarten in die Werkstätte. Bei dem Blatt 420 × 594 nimmt man 4 Streifen der Länge und 4 Streifen der Breite nach und erhält dadurch 16 Felder, deren verfügbare Zeichenfläche rund 105 × 148 ist, also wieder der Formatreihe entspricht. (Eine Teilzeichnung und eine Zusammenstellung, die aber nicht die genannten Maße aufweisen, zeigen die Abb. 70 u. 71.)

Maßstäbe.

Als Maßstäbe sind zu benutzen:

1 : 1 für Naturgröße ;

ferner für Verkleinerungen:

1:2,5, 1:5, 1:10, 1:20, 1:50, 1:100, 1:200, 1:500, 1:1000

und für Vergrößerungen: 2:1, 5:1, 10:1.

Der Maßstab der Zeichnung ist im Schriftfeld der Stückliste anzugeben. Sind auf dem gleichen Blatt verschiedene Maßstäbe verwendet, so sind alle Maßstäbe im Schriftfeld aufzuführen und außerdem bei den zugehörigen Darstellungen zu wiederholen.

Linien.

Wir unterscheiden a) Volllinien, b) Strichlinien, c) Strichpunktlinien und d) Freihandlinien.

Die starken Volllinien (Stärke 1,2 bis 0,3 mm, je nach Maßstab, Größe und Art der Zeichnung) werden verwendet für sichtbare Kanten und Umrisse, die dünnen Volllinien sind für Maßlinien und Maßhilfslinien bestimmt und

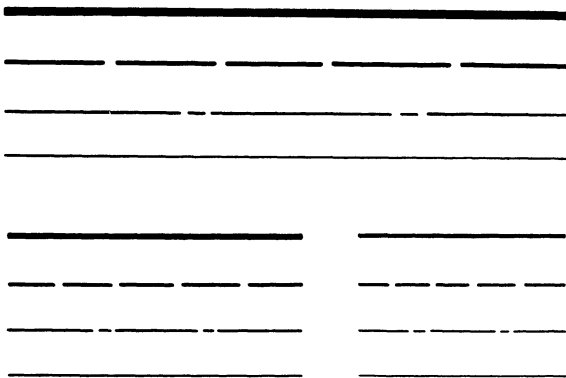


Abb. 1. Verhältnis der Strichstärken. (Dicke der starken Volllinien: 1, 0,6 und 0,3 mm.)

zum Schraffieren von Schnittflächen. (Maß- und Mittellinien wurden früher meist blau oder rot ausgezogen. Sie werden jetzt ausschließlich schwarz ausgeführt.) Voll dünn ausgezogen (und zwar in Stärke der Strichpunktlinien) werden die Umrisse benachbarter Teile, die zur Erläuterung des Zusammenhanges angegeben werden; Grenzstellungen von Hebeln, Kolben, Ventilen; ferner Querschnitte, die in die Ansichtfiguren hineingezeichnet werden (z. B. Armquerschnitte von Rädern).

Bei Strichlinien sind die Striche ziemlich lang zu ziehen, die Zwischenräume kurz zu halten, damit ein ruhiger Eindruck entsteht. Die Länge der Striche ist der Gesamtlänge der Linien anzupassen. Strichlinien werden verwendet für unsichtbare (verdeckte) Kanten und Umrisse, für Kernlinien von Schrauben, Grundkreise von Zahnrädern usf. Unsichtbare Kanten sind nur dann anzugeben, wenn dadurch die Form klarer wird. Viele gestrichelte Linien verwirren die Zeichnung und machen sie unschön.

Strichpunktlinien (der Punkt ist als kurze Linie auszuführen!) werden benutzt für Mittellinien, Lochkreislinien, ferner für Teilkreise von Zahnrädern, Bearbeitungszugaben (z. B. bei Schmiedestücken), und für Teile, die vor dem dargestellten Gegenstand oder vor dem Schnitt liegen (möglichst zu vermeiden!). Kräftige Strichpunktlinien dienen zur Angabe des Schnittverlaufes.

Freihandlinien werden verwendet zur Angabe von Sprengfugen und Bruchkanten, zur Angabe von Holz (Lang-, Hirnholz) usf. Man ziehe die Bruchlinie ziemlich dünn und nicht zu unruhig. Oft wird man auf die Bruchlinie ganz verzichten können.

Linienstärken. Abb. 1 zeigt die Strichstärken für 3 Liniengruppen. Die starken Volllinien sind möglichst stark auszuziehen. Auch Zeichnungen (namentlich Pausen) im Maßstab 1:10 oder 1:20 müssen kräftige Linien erhalten.

Schrift.

Abb. 2 zeigt Zahlen und Worte nach DIN 16, Bl. 2, und zwar die 7 mm, 5 mm und 3,5 mm hohe, schräge Blockschrift. Anfänger mögen sich die beiden Normblätter 16/1 und 16/2 kaufen und die Schrift üben.

Für die großen Buchstaben und die Ziffern betragen die Höhen

1,8 2,5 3,5 5 7 10 14 20 28 40 mm,

für die kleinen Buchstaben $\frac{2}{3}$ davon.

Die Schrift ist um 75° gegen die Wagerechte geneigt, die Stärke beträgt $\frac{1}{8}$ der Schrifthöhe.

Zeilenabstand = $1,4 \times$ Höhe der großen Buchstaben.

Die 2,5 und 3,5 mm hohen Schriften werden am besten mit Rundspitzfedern geschrieben oder mit einer nur für das Schreiben bestimmten Ziehfeder. Die 5 mm, 7 mm und 10 mm hohe Schrift schreibe man mit Redisfedern, die größeren Schriften mit den üblichen Schriftschablonen.

Das Ausziehen.

Schon in der Bleizeichnung sind alle Kreise über 3 mm Halbmesser mit dem Zirkel zu ziehen. Bei größeren Kreisen, die sich an gerade Linien anschließen, ist der Anfangspunkt des Kreises durch Fällen eines Lotes anzugeben.

Beim Ausziehen zieht man zuerst (mit einem an der Reißschiene geführten Dreieck) die vertikalen Mittellinien, dann mit der Schiene die horizontalen Mittellinien (Strichpunktlinien).

Darauf folgen erst die großen, dann die kleinen Kreise mit mehr als 3 mm Halbmesser, dann die vertikalen, darauf die horizontalen und die schrägen Umfanglinien, dann Maßhilfslinien und Maßlinien.

Nun zieht man freihändig die kleinen Abrundungen und die etwa noch fehlenden kleinen Anschlußlinien zwischen Geraden und Bogen.

Dann folgen: Maßpfeile, Maßzahlen, Bearbeitungsangaben, Stückliste, Teilnummern.

Zum Schluß werden die Querschnitte schraffiert.

Beim starken Ausziehen (oder Pausen) einer Bleizeichnung achte man darauf, daß die Tuschlinie zu beiden Seiten des Bleistiftstriches gleich viel übersteht.



Abb. 2. Schräge Blockschrift. DIN 16.

Sollen die Lichtpausen unmittelbar von der Bleizeichnung gewonnen werden, so muß die Bleizeichnung auf dünnerem Papier und mit kräftigen, scharfen Bleistiftstrichen (nur gute Bleistiftsorten verwenden!) hergestellt werden. Dabei empfiehlt es sich, die Maßzahlen in Tusche einzutragen.

4. Anordnung der Ansichten und Schnitte.

Die Maschinenteile werden nach dem aus Abb. 3 ersichtlichen Verfahren abgebildet¹⁾. Die Bildebenen oder Projektionsebenen werden dann nach Abb. 4 in eine Ebene ausgebreitet. Meist kommt man mit Vorderansicht, Seitenansicht von links und Draufsicht aus. In manchen Fällen genügt eine Ansicht. Die

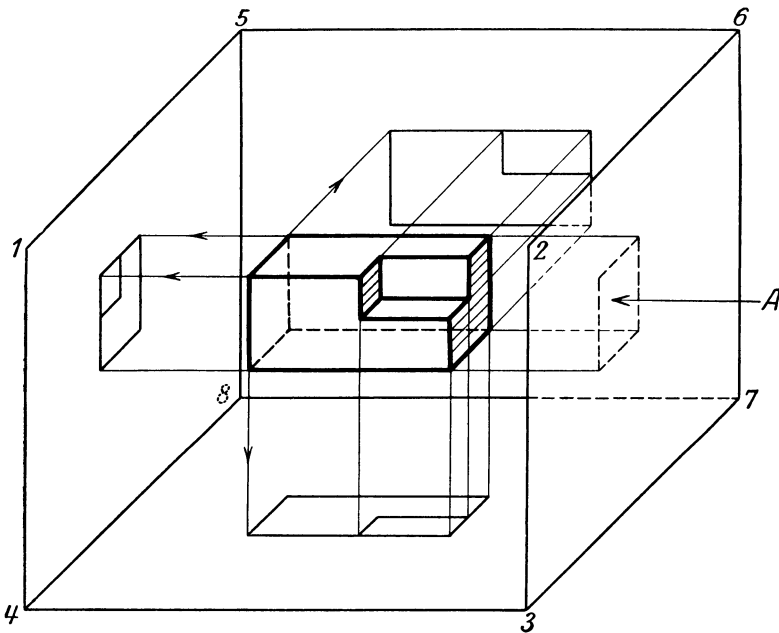


Abb. 3. Entstehung der Projektionen.

Ansichten sind genau nach Abb. 4 anzuordnen. Es muß also der Grundriß unter der Vorderansicht gezeichnet werden, die Seitenansicht von links rechts (!) von der Vorderansicht, die Draufsicht über ihr! Wird eine Figur nachträglich hinzugefügt und ist für diese Figur kein Platz an der vorgeschriebenen

¹⁾ In Amerika und einigen europäischen Ländern (z. B. Holland) ist ein anderes Verfahren üblich. Dabei muß man sich die Bildflächen von Abb. 3 aus Glas denken. Der Beschauer, der die rechte Seitenansicht darstellen soll, steht in *A*, betrachtet die rechte Seite und zeichnet das Bild des Körpers auf die Glasplatte 2-3-7-6. Dann wird der Würfel nach Abb. 5 auseinandergeklappt. Aus Abb. 6 ist der Zusammenhang zwischen den einzelnen Projektionen ersichtlich.

Beim Lesen amerikanischer Zeichnungen sind die Unterschiede gegen die Darstellung nach Abb. 4 wohl zu beachten.

Soll nach amerikanischen Zeichnungen in deutschen Werkstätten gearbeitet werden, so sind sie umzuzeichnen oder mit genauen Angaben über die Schichtung zu versehen. (Abb. 214 ist nach dem amerikanischen Verfahren gezeichnet. Man beachte die Unterschiede.)

Stelle, so muß durch Aufschrift oder Pfeil die Sehrichtung angegeben werden (Abb. 7). Ich erinnere mich aus meiner eigenen Praxis eines Falles, daß ich bei einem Gußstück, das unten und oben einige Aussparungen hatte, die Drauf-

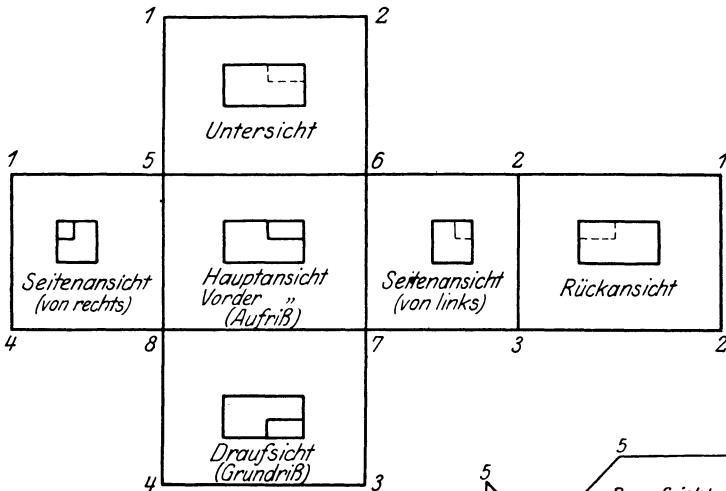


Abb. 4. Richtige Anordnung der Ansichten (deutsches Verfahren).

sicht aus Platzmangel über die Vorderansicht gezeichnet habe, ohne auf diesen Umstand besonders hinzuweisen. Das Gußstück wurde dadurch Ausschuß.

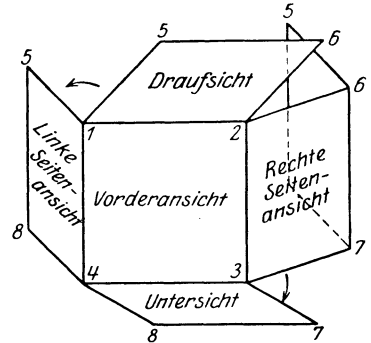


Abb. 5. Auseinanderklappen der Bildflächen beim amerikanischen Verfahren.

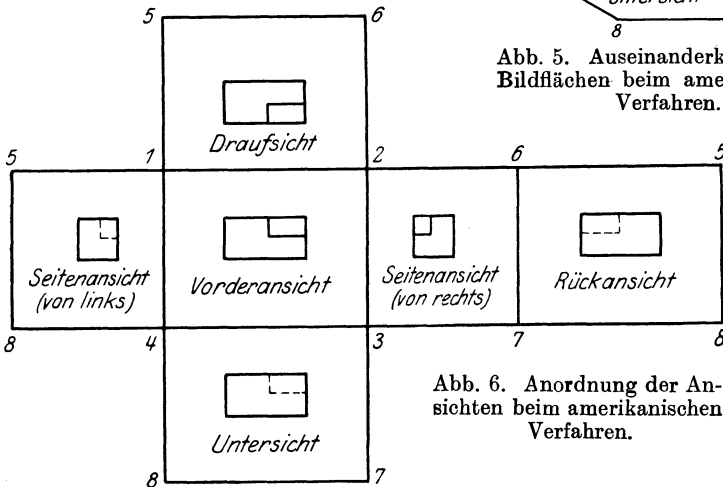
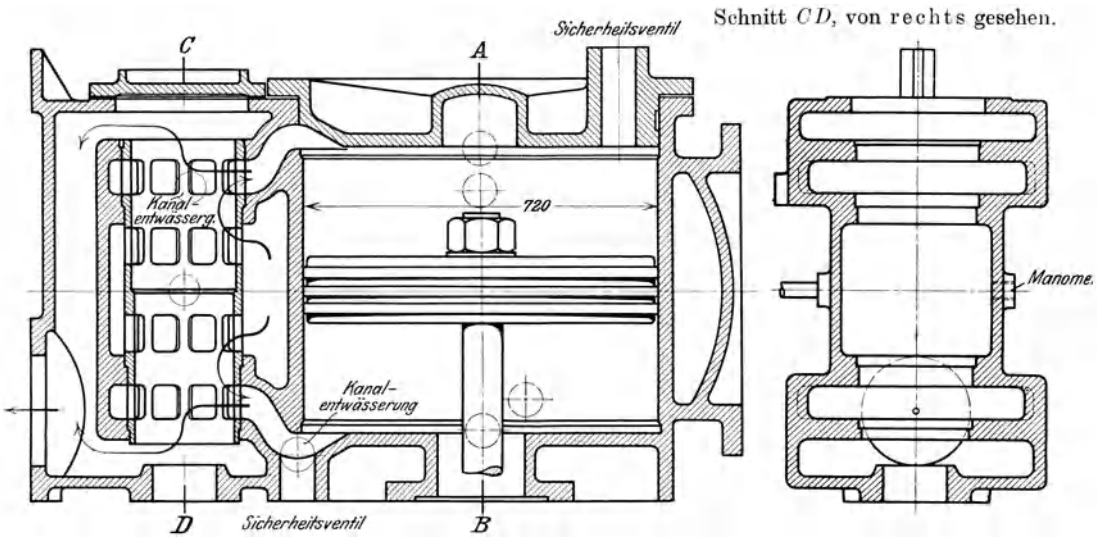


Abb. 6. Anordnung der Ansichten beim amerikanischen Verfahren.

Als Hauptansicht wähle man jenes Bild des Körpers, das seine Gestalt am besten kennzeichnet und eine gute Darstellung des Grundrisses und Seitenrisses ermöglicht. Die Hauptansicht soll das Werkstück in der Gebrauchslage zeigen, also stehend für stehend gebrauchte, liegend für liegend gebrauchte Teile.

Hohlkörper, Gehäuse, Teile mit Bohrungen usw. sind im Schnitt darzustellen. Dabei denkt man sich einen Teil des Werkstückes weggeschnitten und betrachtet den übrigbleibenden Teil (Abb. 8).

Abb. 7¹⁾.

Bei Längsschnitten liegt die Schnittebene parallel zur Aufrißebene, bei Querschnitten parallel zur Seitenrißebene, bei Horizontalschnitten parallel zur Grundrißebene.

Die Schnittrichtung ist, falls erforderlich, durch starke Strichpunktlinien anzugeben, die Sehrichtung durch Pfeile zu kennzeichnen (Abb. 9 und 12).

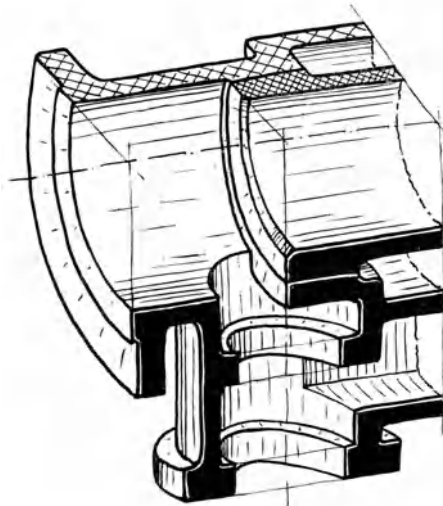
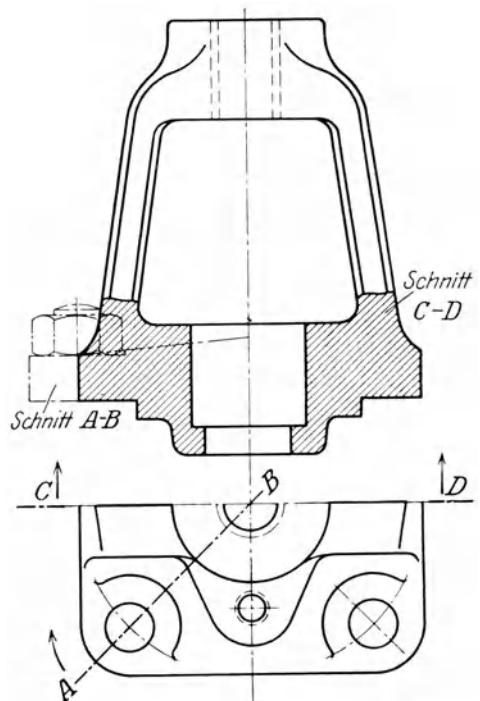


Abb. 8.



¹⁾ Abb. 7 und 12 aus Volk-Frey, Einzelkonstruktionen aus dem Maschinenbau, Heft 1.

Abb. 9. Der gedrehte Schnitt kann nach DIN 15 dünn voll ausgezogen werden.

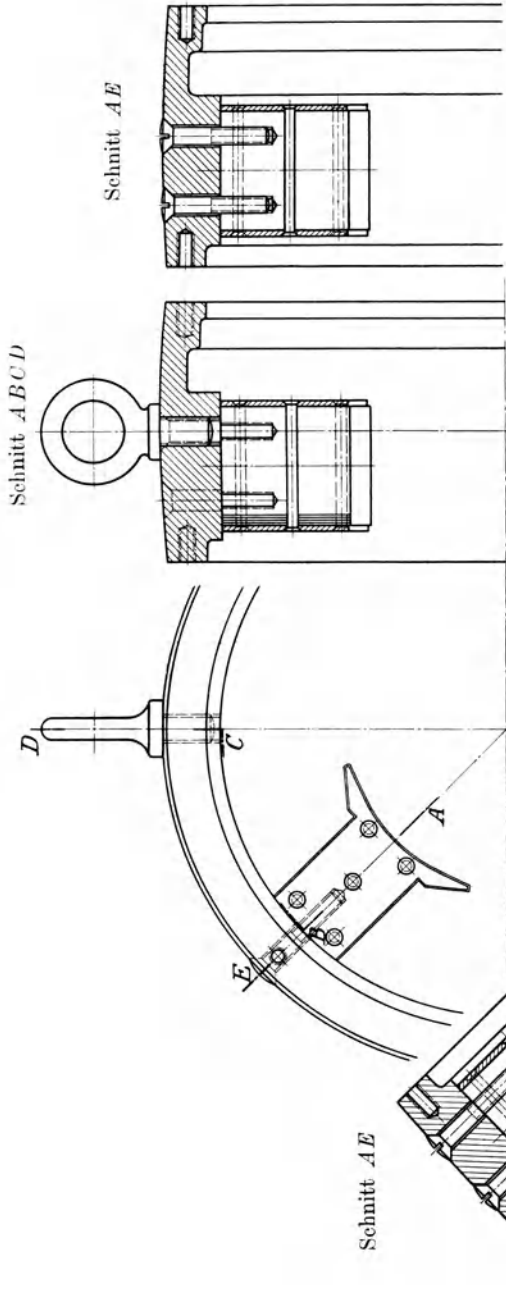


Abb. 10. Schräge und in die Bildebene gedrehte Schnitte.

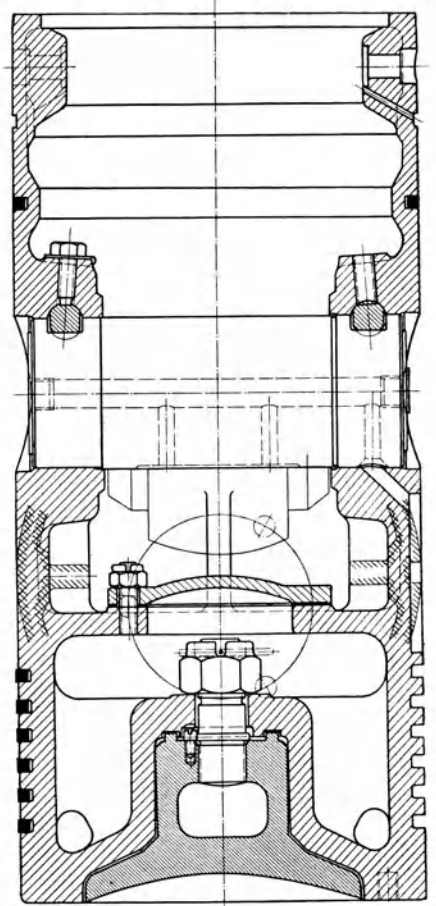


Abb. 11. Kolben einer Dieselmachine. Zeigt außer dem Längsschnitt einen Schnitt senkrecht zur Bildebene (Horizontalschnitt) und die Angabe des Schraubenlochkreises.

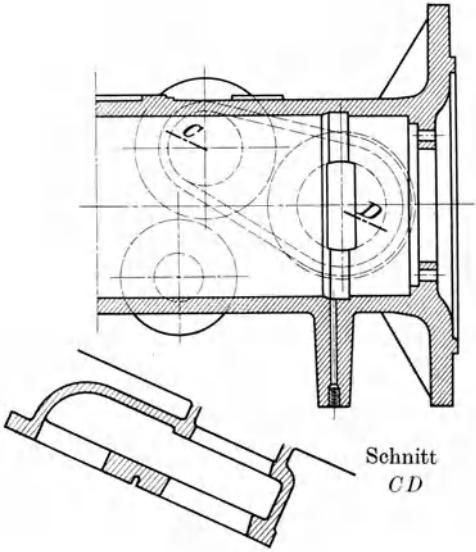


Abb. 12.

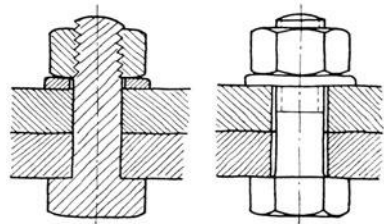


Abb. 13. Falsch. Abb. 14. Richtig.

Zu Abb. 13: Bolzen, Kopf und Mutter nicht schneiden, Gewinde zu kurz. Nicht eingepasste Befestigungsschrauben müssen Spiel haben. (Doppellinie!)

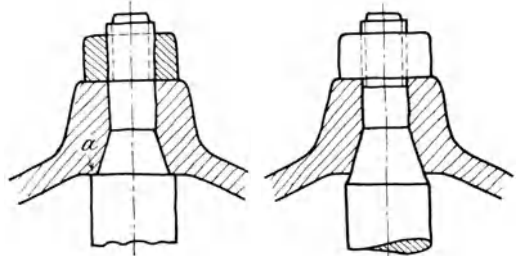


Abb. 15. Falsch. Abb. 16. Richtig.

Zu Abb. 15: Mutter nicht schneiden. Mutter kann nicht nachgezogen werden. Aufliegen im Kegel und gleichzeitig bei α nicht möglich.

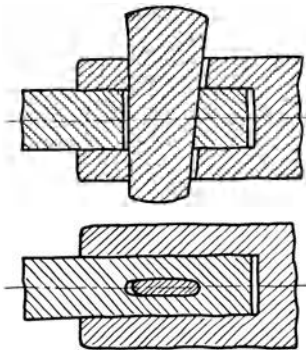


Abb. 17. Falsch.

Abb. 18. Richtig.

Zu Abb. 17: Stange nicht (oder nur am Keilloch) schneiden, Keil in Längsrichtung nicht schneiden. Stangenende muß rechts anliegen.



Schnitt AB

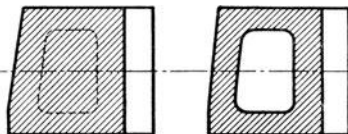


Abb. 19. Falsch. Abb. 20. Richtig.

Zu Abb. 19: Rippe nicht schneiden.

Teile, die vor dem Schnitt liegen, sollen nur ausnahmsweise angegeben werden und sind dann mit schwachen Strichpunktlinien zu zeichnen. Ausnahmsweise können in eine Ansicht auch Schnitte eingetragen werden, die in einer zur Bildebene senkrecht stehenden Ebene liegen, die also gleichsam um 90° gedreht sind. Die entsprechenden Querschnittsfiguren erhalten dann dünne Volllinien (Abb. 11). Ähnliche Darstellungen sind namentlich üblich für die Querschnitte von Radarmen. (Mitunter sind Hilfsschnitte erforderlich, die schräg zu den Bildebenen liegen, Abb. 12¹⁾). Weiteres über Schnitte siehe unten.)

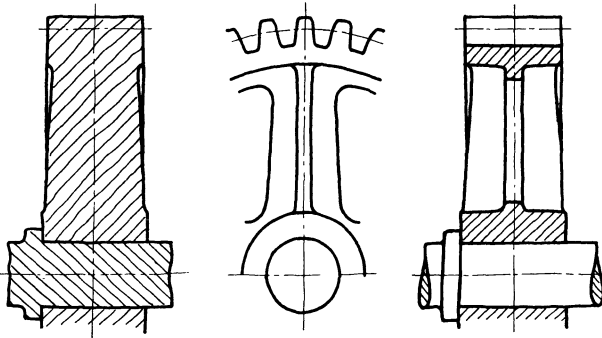


Abb. 21a. Falsch.

Abb. 21b. Richtig.

Zu Abb. 21a: Durch Bund und Welle nicht schneiden, durch Zahn und Rippe nicht schneiden.

Einzelheiten über Schnitte. 1. Volle runde Stücke, Bolzen, Schrauben, Nieten, Wellen, Spindeln usf. werden in der Längsrichtung nicht geschnitten (Abb. 13—18).

2. Rippen, Arme usf. werden in der Längsrichtung nicht geschnitten (Abb. 19—21).

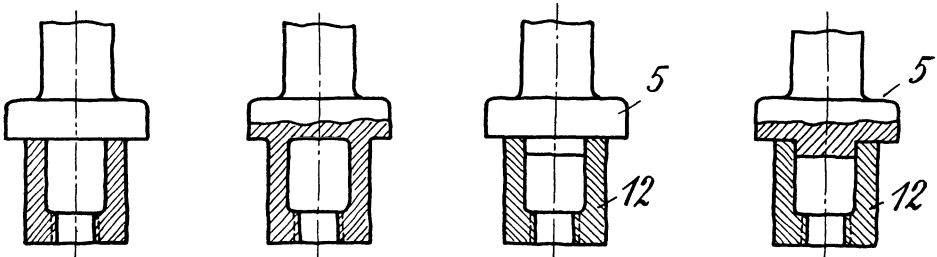


Abb. 22. Falsch.

Abb. 23. Richtig.

Abb. 24. Richtig,
aber unklar.Abb. 25. Richtig
und klar.

3. Wird ein Werkstück nur teilweise geschnitten, so sollen Ansicht und Schnitt nicht in einer Umfangslinie oder Körperkante, sondern in einer Bruchlinie zusammenstoßen (Abb. 23 und 25).

Abb. 24 stellt zwei Werkstücke (Teilnummer 5 und 12) dar. Die Zeichnung ist zwar richtig, doch ist Abb. 25 vorzuziehen. Um Platz zu sparen, können

¹⁾ In Abb. 9 ist der Schnitt *AB* in die Ebene *CD* gedreht.

Eine derartige Drehung ist auch in Abb. 10 vorgenommen, doch ist diese beim Zeichnen von Gleichstrommaschinen sehr übliche Darstellung nicht einwandfrei. Schnitt *AB* ist nach rechts gedreht; die im Schnitt *EB* liegenden Schrauben sind strichpunktiert angedeutet. Richtiger wäre, Schnitt *AE* unter 45° nach links herauszuzeichnen oder neben dem Schnitt *CD* noch den (gedrehten) Schnitt *AE* anzugeben.

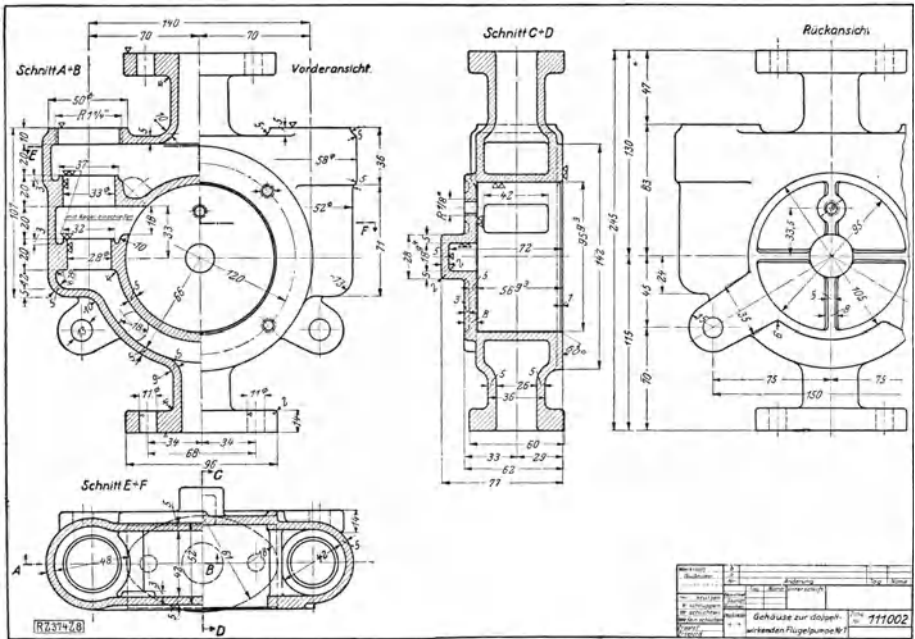


Abb. 26. Pumpengehäuse, normgerechte Zeichnung¹⁾.

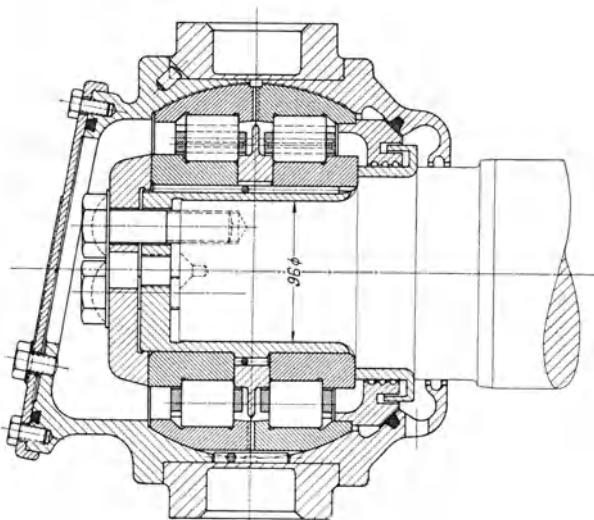


Abb. 27. Wälzlager für Vollbahnachse²⁾, Riebeck-Werk A.-G. (Zeigt verschieden schraffierte Schnittflächen.)

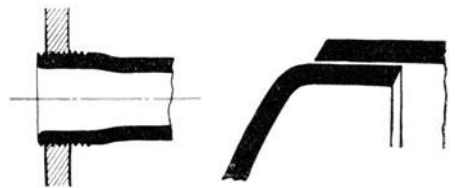


Abb. 28.

Abb. 29.

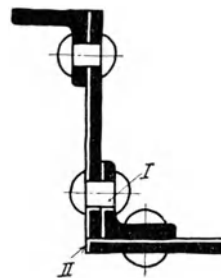


Abb. 30.

(Lichtkante bei I u. II entbehrlich.)

¹⁾ Siehe C. Volk: ZDJ 1925, S. 687 und Dr. Koch: Praktischer Maschinenkonstrukteur 1925, Heft 1.

²⁾ Aus C. Volk: Einzelkonstruktionen aus dem Maschinenbau, 4. Heft. Die Wälzlager. II. Aufl.

symmetrische Teile halb in Ansicht und halb im Schnitt gezeichnet werden. Die Trennungslinie zwischen Ansicht und Schnitt bildet die strichpunktiertere Mittellinie (Symmetrielinie), siehe Abb. 26.

4. Die Schnittflächen sind unter 45° zur Grundlinie gleichmäßig mit dünnen Volllinien zu schraffieren¹⁾. Der Linienabstand richtet sich nach dem Maßstab und der Größe des Teiles. Er ist reichlich zu wählen, für größere Werkstücke in Naturgröße rund 3 mm. Die Schraffen sind bei Maßzahlen zu unterbrechen. Stoßen zwei geschnittene Werkstücke oder zwei Hälften eines Werkstückes (z. B. obere und untere Lagerschale) aneinander, so wird der eine Teil von links nach rechts, der andere von rechts nach links schraffiert. In Zusammenstellungszeichnungen kann man dabei einige Teile durch engeres oder stärkeres Schraffieren hervorheben und dadurch die Übersichtlichkeit und Deutlichkeit der Zeichnung erhöhen (Abb. 27).

Kleinere Querschnittsflächen (schwache Büchsen, Walzprofile, Bleche) werden oft ganz schwarz angelegt (Abb. 28). Zusammenstoßende schwarze Flächen müssen durch einen Zwischenraum (Abb. 29) oder durch eine Lichtkante voneinander getrennt werden. Die Lichtkanten (Abb. 30) werden links und oben angebracht, meist nur an den Berührungstellen.

5. Bei unsymmetrischen Hohlkörpern sind meist zwei Schnitte erforderlich.

Von einem Gußstück (rechteckiges Gehäuse mit rundem Flansch) waren 2 Ansichten und nur ein Schnitt nach Abb. 31 angefertigt worden. Die Folge war ein Fehlguß (bei a bilden sich Löcher!).

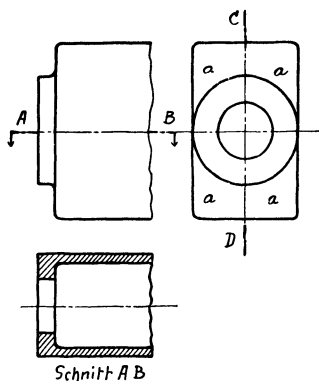


Abb. 31. Falsch. (Um den Fehler zu erkennen, zeichne man Schnitt CD oder strichle in die Vorderansicht die Wandstärke ein.)

5. Das Eintragen der Maße

(vgl. die Abb. 32—50).

A. Hauptregeln.

1. Maßlinien und Maßhilfslinien werden schwach voll ausgezogen. Die Maßlinien werden an der Stelle der Maßzahl unterbrochen. Die Maßhilfslinien sind senkrecht zur Maßlinie zu ziehen und laufen rund 3 mm über diese hinaus. Ausnahmsweise sind die Maßhilfslinien unter 60° zur Maßlinie zu ziehen (Abb. 47).

2. Die Maßlinien dürfen nicht zu dicht neben den Körperkanten und nicht zu nahe bei anderen Maßlinien stehen.

¹⁾ Die Kennzeichnung des Werkstoffes durch die Art der Schraffur oder durch Anlegen der Schnittfläche mit Farbe ist für Werkzeichnungen fast gar nicht mehr üblich. Das Verfahren ist zeitraubend und gestattet doch nicht, die einzelnen Werkstoffarten, z. B. die verschiedenen Stahl- oder Bronzearten voneinander zu unterscheiden. Nur bei Holz wird im Querschnitt die Maserung angegeben und für Erde ist eine unregelmäßige Schraffur über Kreuz üblich.

Falls Zeichnungen für Behörden bestimmt sind, die noch die Angabe des Werkstoffes durch Schraffur oder Farbe verlangen, sind die entsprechenden Vorschriften zu beachten.

3. Körperkanten und Mittellinien dürfen nicht als Maßlinien, Maßlinien nicht als Maßhilfslinien benutzt werden. Maßlinien dürfen nicht die Verlängerung von Körperkanten bilden. Unnötige Kreuzungen zwischen Maßlinien und Maßhilfslinien und Körperkanten sind zu vermeiden. (Die kleineren Maße näher an die Körperkanten legen!)

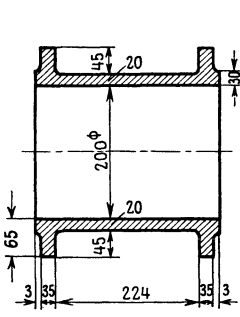


Abb. 32. Falsch.

Zu Abb. 32: Maßzahlen stehen senkrecht. Maßlinien sind nicht unterbrochen, wichtige Maße fehlen. Maß 20 steht falsch, Maße 45 und 65 sind sinnwidrig.

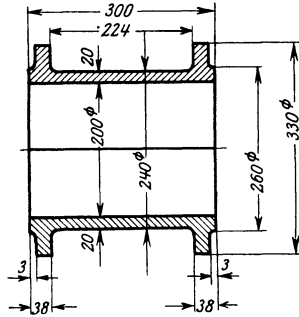


Abb. 33. Richtig.

4. Es sind nur die erforderlichen (also keine unnötigen) Maße anzugeben. Man wiederhole die Maße nur dann in mehreren Ansichten, wenn dadurch die Zeichnung deutlicher wird oder das gleiche Maß von den verschiedenen Arbeitern (Modelltischler, Anreißer, Dreher usw.) in verschiedenen Ansichten gesucht wird. (Mehrfacheingetragene Maße werden bei Vornahme von Änderungen leicht übersehen und geben dann zu Irrtümern Anlaß.)

5. Die Maßzahlen sollen auf Werkzeichnungen 5 oder 3,5 mm hoch sein. Auf Zeichnungen in kleinerem Maßstab ist die Höhe = 2,5 mm. Die Maßzahlen sind deutlich zu schreiben, ohne Schnörkel, so daß 1 oder 4 nicht mit 7, 0 oder 5 nicht mit 6 verwechselt werden können.

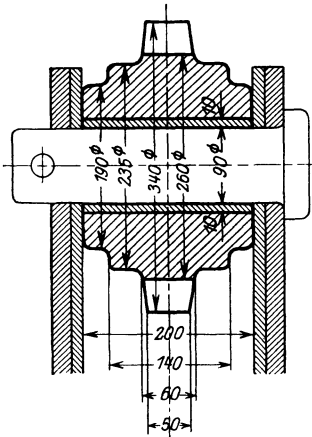


Abb. 34. Falsch.

Zu Abb. 34: Maßzahlen zu dicht nebeneinander. Mittellinien schneiden die Maßzahlen. Viele Kreuzungen zwischen Maßlinien und Maßhilfslinien.

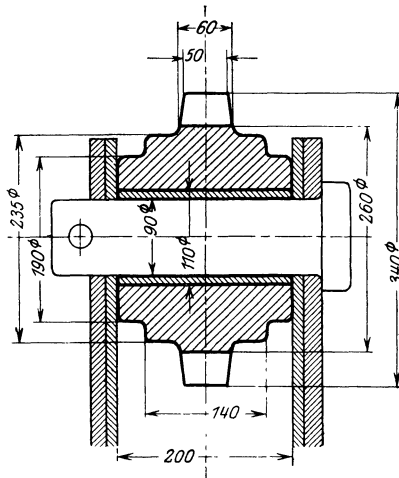


Abb. 35. Richtig.

6. Alle Maßzahlen sind in gleicher Neigung (75°) zur Maßlinie einzuschreiben. In das in Abb. 41 schraffiert angegebene Feld sollen keine Maßzahlen eingeschrieben werden¹⁾.

¹⁾ Läßt es sich nicht vermeiden, so soll die Maßzahl von links her lesbar sein.

7. Die Mittellinien, die Körperkanten und Maßlinien sollen die Maßzahlen nicht durchschneiden. Muß eine Maßzahl in eine schraffierte Querschnitts-

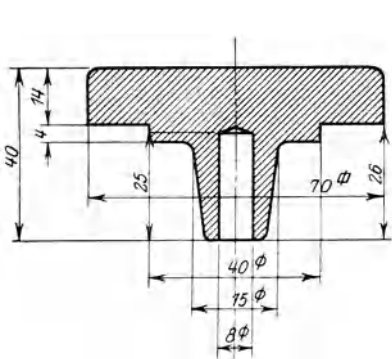


Abb. 36. Falsch.

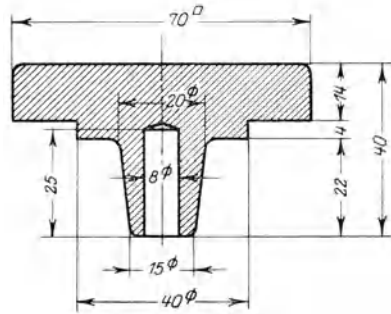


Abb. 37. Richtig.

Zu Abb. 36: Maßlinien stehen in Verlängerung von Körperkanten. Falsches Quadratzeichen. Sonstige Fehler?

fläche eingeschrieben werden, so ist die Schraffur an dieser Stelle zu unterbrechen. Maße sind nur dann herauszuziehen, wenn dadurch die Zeichnung klarer wird, sehr weites Herausziehen ist auf alle Fälle zu vermeiden.

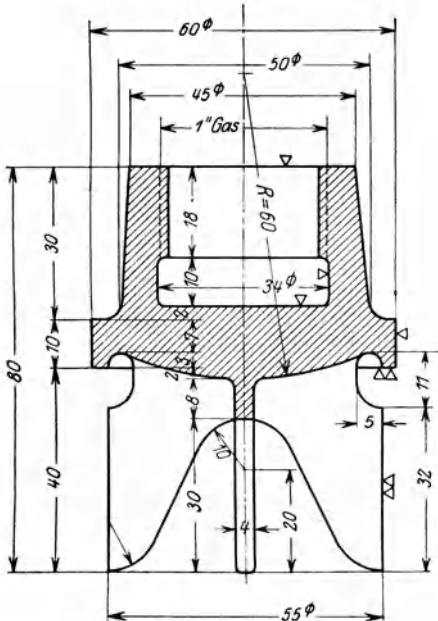


Abb. 38. Falsch. Maßkette enthält Außen- und Innenmaße. Schraffur geht über die Maßzahlen. Maß $R = 60$ steht falsch, Halbmesserzeichen falsch und überflüssig.

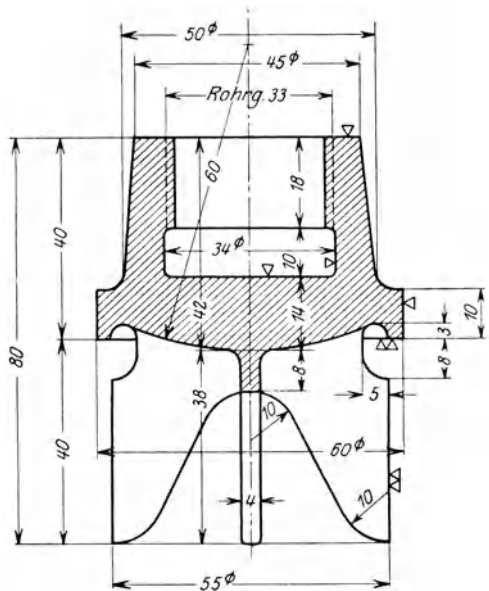


Abb. 39. Richtig.
(Statt Rohrg. 33 ist $R 1''$ zu schreiben.)

8. Die Hauptmaße (Baulängen und Bauhöhen, Abstände der bearbeiteten Hauptflächen von den Mittellinien und voneinander, die Abstände der Bohrungsmitteln, die Hauptdurchmesser, Lochkreisdurchmesser usw.) sollen besonders

leicht auffindbar sein, und womöglich dort stehen, wo der Arbeiter (Modell-
tischler, Schmied, Vorzeichner, Dreher, Monteur usw.) sie braucht. Die für die
mechanische Bearbeitung wichtigen Maße sind von den bearbeiteten Flächen

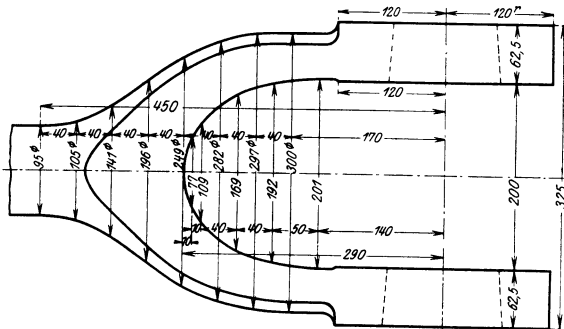


Abb. 40. Ausnahmsweise Verwendung von Maßlinien als Maßhilfslinien.
(Ersatz der Kurven durch Kreisbogen ist vorzuziehen).

(Anschlagflächen, Bezugskanten) aus einzutragen. Auch die Bearbeitungs-
verfahren sind zu beachten. Wird z. B. der Mittenabstand zweier Bohrungen,
die in wagrechter Richtung um 280, in lotrechter Richtung um 140 mm
voneinander abstehen, mit Endmaßen gemessen oder mit einer Sonderlehre,

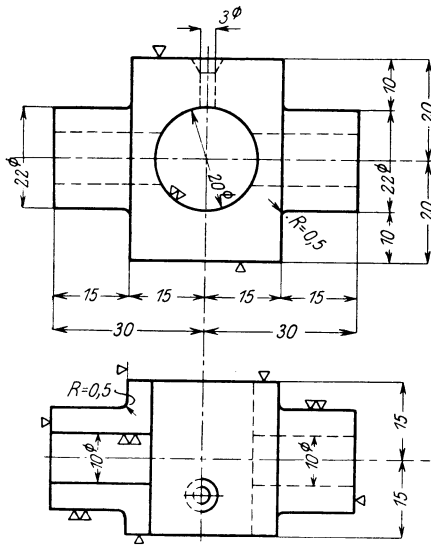


Abb. 43. Falsch¹⁾.

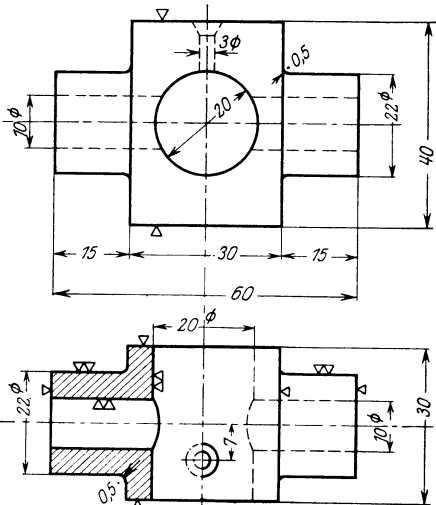


Abb. 44. Richtig.

¹⁾ Maßhilfslinien sollen ~ 3 mm über die Maßlinien hinausgehen. Halbmessangaben unrichtig; Maß 20 ∅ steht falsch, ∅-Zeichen überflüssig; Oberflächenzeichen (∇) sind zu sehr zerstreut. Sonstige Fehler?

so ist der Mittenabstand aus $\sqrt{140^2 + 280^2}$ zu berechnen und genau einzuschreiben.

9. Die Maße sind gut zu verteilen, nicht an wenigen Stellen zusammenzudrängen. Kettenmaße, d. h. in einer Linie hintereinander angeordnete Maße, sind zu vermeiden.

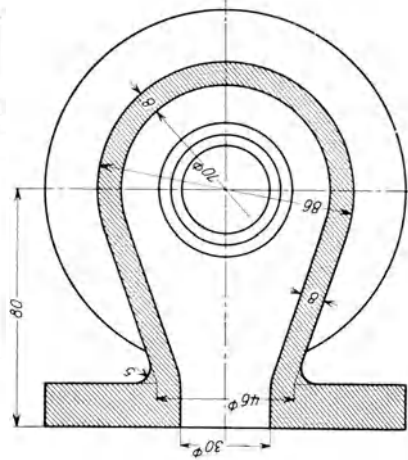
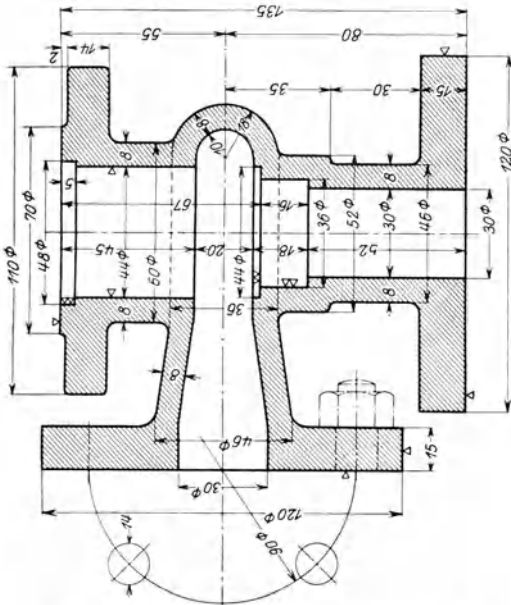


Abb. 42. Richtig.

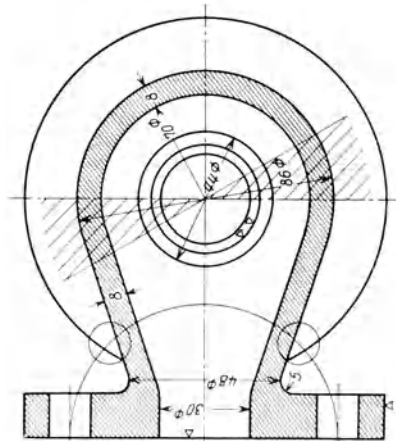
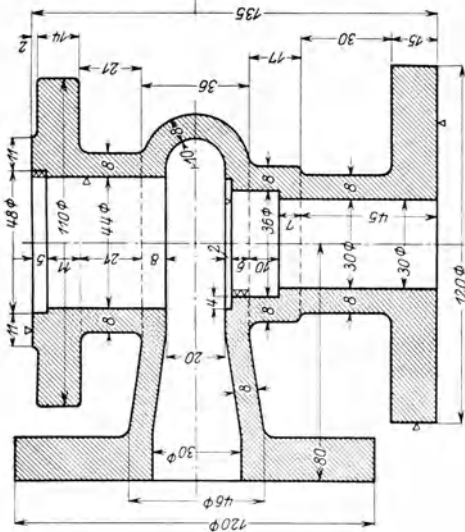


Abb. 41. Falsch¹⁾.

¹⁾ Falsche Maßketten. Hauptmaße schlecht auffindbar. Maß 86 Ø steht falsch. Maßlinie zu 70 Ø soll etwas über die Mitte verlängert werden. Oberflächenzeichen (∇) sind schlecht verteilt. (Sonstige Fehler?)

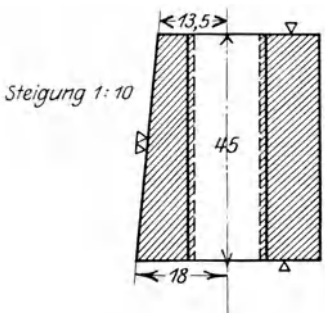


Abb. 45 a. Falsch (Warum?).

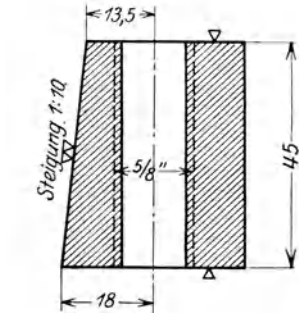


Abb. 45 b. Richtig.

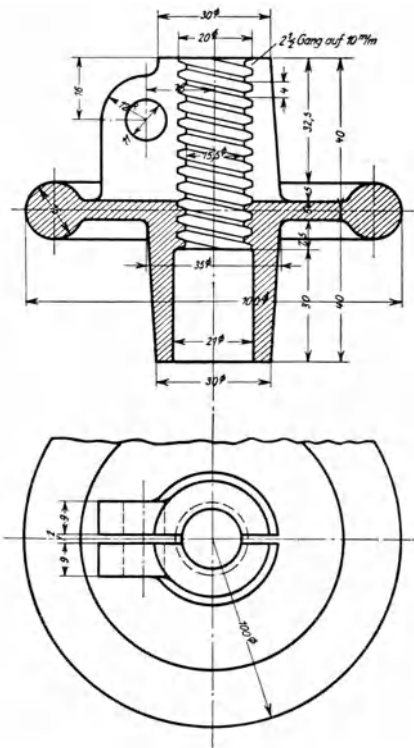


Abb. 46. Falsch. Falsche Gewindedarstellung und unrichtige Gewindeangaben. Maßzahlen zu klein, Hauptmaße schlecht auffindbar usw. Bruchlinie zu stark.

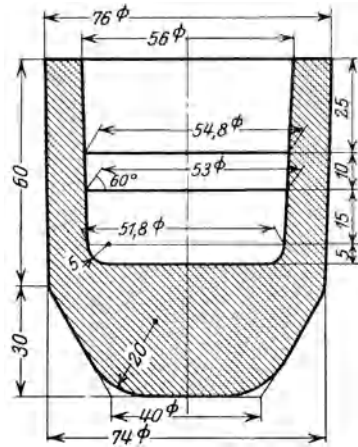


Abb. 47. (Zeigt Maßhilfslinien unter 60° und Maßangabe bei abgerundeten Ecken.)

müssen sich auf das gleiche Stück beziehen. Bei Hohlkörpern darf eine Maßkette nicht gleichzeitig Innen- und Außenmaße enthalten¹⁾.

10. Maßangaben, die mit der Länge der Maßlinie nicht übereinstimmen (nachträglich verbesserte oder geänderte Maßzahlen) sind zu unterstreichen. (Diese Regel gilt nicht für Maße an abgebrochen gezeichneten Teilen.) Maßänderungen siehe S. 39.

B. Abkürzungen und Vereinfachungen.

1. **Durchmesserzeichen:** \varnothing (Kreis mit geradem Strich, nicht ϕ !), steht erhöht hinter der Maßzahl. Durchmessermaße in Kreisen, die ganz durchgezogen sind, erhalten kein Durchmesserzeichen. Wird aber die Maßlinie nicht ganz durchgezogen, oder ist der Kreis nur halb gezeichnet, so muß das Zeichen \varnothing zugefügt werden, um Verwechslungen mit einem Halbmesser zu vermeiden.

2. **Halbmesserzeichen:** erhöhtes kleines r hinter der Maßzahl.

Das Zeichen ist nur einzutragen, falls der Kreismittelpunkt nicht angegeben wird. Ist r sehr groß und soll die Lage des Mittelpunktes durch Maße festgelegt werden, so kann der Halbmesser ausnahmsweise nach Abb. 48 eingetragen werden.

3. **Quadratzeichen, Vierkantzeichen:** erhöhtes kleines Quadrat ohne Querstrich, hinter der Maßzahl. Quadrat deutlich zeichnen (\square , nicht \sphericalangle), mit scharfen Ecken, damit es sich auffällig vom Kreis unterscheidet! Geht die Vierkantfläche nicht unzweideutig aus einer zweiten Ansicht (Draufsicht) hervor, so sind die Ansichtsflächen außerdem durch zwei schwache, sich kreuzende Linien zu kennzeichnen.

4. **Walzprofile** (noch nicht endgültig).

Winkelisen: \mathbf{L} $40 \times 60 \times 7$ (Maße in mm).

T-Eisen mit 100 mm Breite und 50 mm Steghöhe: \mathbf{I} 10×5 .

Normales Doppel-T-Eisen von 400 mm Höhe: \mathbf{I} 40.

Normales U-Eisen von 40 mm Höhe: \mathbf{C} 4.

(Andere Profile nach dem deutschen Normalprofilbuch.)

Bl. 8: Blech, 8 mm stark.

\mathbf{F} 80×10 oder $\mathbf{—}$ 80×10 : Flacheisen, 80 mm breit, 10 mm stark.

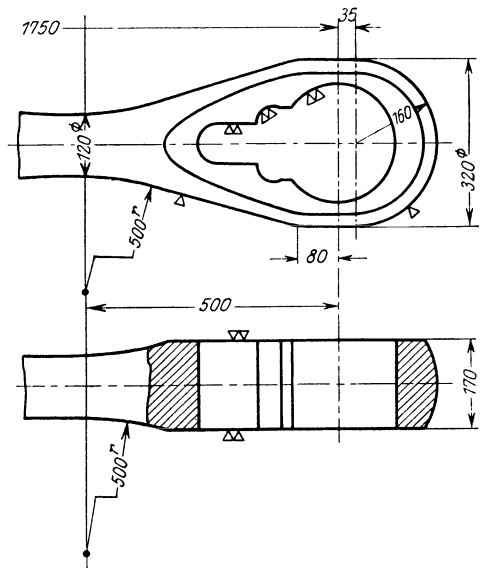


Abb. 48. Zickzackmaß für den Halbmesser. (Nur anwenden, falls der Mittelpunkt nicht unmittelbar angegeben werden kann und seine Lage durch Maße bestimmt werden soll.)

¹⁾ Mechanisches Aneinanderreihen von Maßen zeugt von Mangel an praktischem Verständnis und von gedankenlosem Arbeiten.

5. Gewinde. Abgekürzte Bezeichnungen nach DIN 202:

Whitworth-Gewinde z. B.	2"
Whitworth-Feingewinde z. B.	W 100 × 1/8" (Außengewindedurchmesser = 100 mm, Steigung: 6 Gang auf 1 Zoll = 1/8").
Whitworth-Rohrgewinde (früher Whitworth-Gasgewinde) z. B.	R 4" (4" = Innendurchmesser des Rohres in Zoll).
Metrisches Gewinde z. B.	M 80 (80 = Außengewinde-Durchmesser in mm).
Metrisches Feingewinde z. B.	M 80 × 4 (4 = Steigung in mm).
Metrisches Trapezgewinde . . . z. B.	Trapg 30 × 6 (vgl. Abb. 91).
Sägengewinde z. B.	Sägg 200 × 36.
Rundgewinde (früher Kordelgew.) . .	Rundg usf.

Besondere Angaben: 3 gäng Trapg 60 × 27, links M 100 × 4.

6. Kegel, Verjüngung. Das Verhältnis der Durchmesserabnahme zur Kegellänge wird „Kegel“ genannt.

Es ist (Abb. 49) $\frac{a - b}{l} = \frac{1}{k} = \text{Kegel}.$

Bei der vierseitigen Pyramide bezeichnet man das Verhältnis $\frac{a - b}{l}$ als Verjüngung. Die Angaben „Kegel“ oder „Verjüngung“ werden parallel zur Mittellinie eingeschrieben.

Wird (z. B. bei Keilen) die Neigung $\frac{h}{l}$ angegeben, so erfolgt die Eintragung parallel zur geneigten Kante.

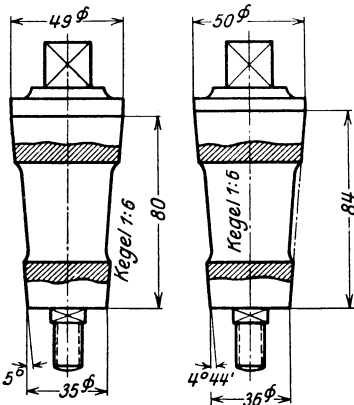


Abb. 50. Maße beim Hahnkegel. Linkes Bild ist falsch. Kegel stimmt nicht mit Winkel und nicht mit den Maßen!

Werte von 1:k (siehe DIN 254):
 1:50 Kegelstifte, 1:20 metrische Werkzeugkegel, 1:15 Kolbenstangen am Kreuzkopfende, 1:10 konische Lagerbüchsen, 1:6 Dichtungskegel an Hähnen, 1:1,5 und 1:0,866 Dichtungskegel an Rohrverschraubungen, 1:0,5 Bunde an Kolbenstangen, Dichtungsfläche an Kegelventilen.

Bei Kegeln sind — je nach der Art der Bearbeitung — außer den beiden Enddurchmessern und der Länge noch erforderlich: Kegel 1:k oder der halbe Winkel an der Spitze. Die Werte sind genau zu berechnen. Dabei wähle man die Länge derart, daß sich für die Durchmesser günstige Maße ergeben (vgl. Abb. 50). Der große Durchmesser des Kegels ist aus der Reihe der Normaldurchmesser (siehe S. 22) zu wählen.

Im Anschluß daran sei auf das Maßeinschreiben bei Kegelrädern hingewiesen. Die Zähne werden meist nach einem Abwälz- oder Kopierverfahren hergestellt, so daß die Maße für die Zähne durch das Werkzeug oder die Schablone gegeben sind. Hingegen sind die Maße für den Radkörper genau einzuschreiben.

Erforderlich sind die aus Abb. 51 ersichtlichen Hauptmaße. Maß h ist erwünscht und muß aus den anderen Angaben durch Rechnung ermittelt werden. Die Winkel α und β sind in Graden und Minuten anzugeben. Winkel β ist gleich dem Teilkreiswinkel, aus $\alpha + \text{Zahnkopf-Winkel}$ folgt der Teilkreiswinkel des Gegenrades.

7. Rundungen (s. S. 65).

C. Toleranzmaße für Wellen und Bohrungen¹⁾.

Die Genauigkeit, mit der im normalen Maschinenbau eine Bohrung von

80 mm hergestellt werden kann, hängt von den Werkzeugen, den Maschinen und der Geschicklichkeit des Arbeiters ab und betrage in einem bestimmten Fall 0,03 mm, d.h. die fertige Bohrung liegt z.B. zwischen den Grenzen 80,00 und 80,03. Soll sich in dieser Bohrung eine Welle leicht, also mit etwas Spiel bewegen, so muß ihr Durchmesser vielleicht 79,98 betragen. Da aber auch die Welle nicht mit absoluter Genauigkeit gedreht und geschliffen werden kann, so muß man auch für die Welle 2 Grenzwerte zulassen, vielleicht 79,98 und 79,95. Man sagt dann, Welle und Bohrung haben je 0,03 mm Toleranz. Toleranz ist der Unterschied zwischen dem zulässigen Größtmaß und Kleinstmaß eines Werkstückes.

Im obigen Beispiel ist 80 das Nennmaß der Welle, 79,98 ihr Größtmaß, 79,95 ihr Kleinstmaß. Der Unterschied zwischen Größtmaß und Nennmaß wird oberes Abmaß, zwischen Kleinstmaß und Nennmaß unteres Abmaß genannt. Das Kleinstspiel (größte Welle in kleinster Bohrung) beträgt 0,02 mm, das Größtspiel (kleinste Welle in größter Bohrung) 0,05 mm, das mittlere Spiel 0,035 mm. Die gegenseitige Beziehung zwischen Bohrung und Welle wird allgemein als *Passung* bezeichnet, in diesem besonderen Fall spricht man von einem *Laufsitz*, da die Welle in der Bohrung laufen soll. Bei allen Teilen, die eine *Passung* miteinander bilden, und die in der Massen- oder Reihenfertigung

austauschbar hergestellt werden sollen, muß der Konstrukteur die Toleranzen angeben oder die Lehren vorschreiben, nach denen gearbeitet werden soll.

Aus Abb. 52 und 53 folgt, daß die einfache Aufgabe: eine Welle läuft in einem Lager und trägt eine Riemenscheibe — grundsätzlich auf zweierlei Weise

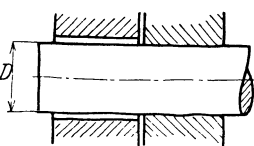


Abb. 52. Einheitswelle.

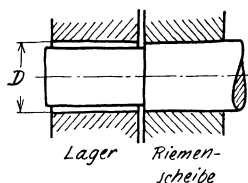


Abb. 53. Einheitsbohrung.

gelöst werden kann. Entweder geht die Welle glatt durch (hat also überall den gleichen Nenndurchmesser D), während die Bohrungen verschieden groß

¹⁾ Hier ist im wesentlichen nur von den Maßen die Rede. Näheres siehe: Schlesinger: *Passungen*, Kühn: *Toleranzen* und Gramenz: *DIN-Buch 4*. Vgl. auch: *Behandlung der Passungen im Unterricht*. (Lehrmittelstelle des Deutsch. Aussch. f. Techn. Schulwesen, Berlin, Sommerstraße 4a.)

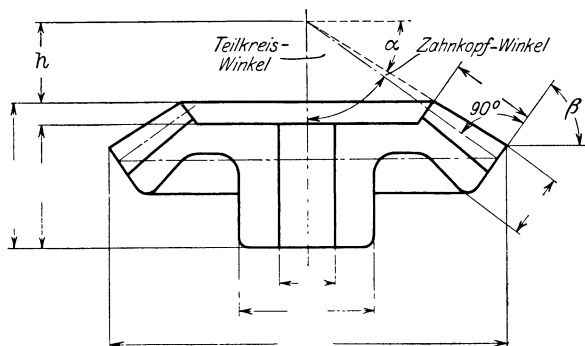


Abb. 51. Maße für Kegelräder.

sind, oder die Bohrungen haben den gleichen Nenndurchmesser D und die Welle ist abgesetzt. Dadurch kommt man zum System der Einheitswelle und zum System der Einheitsbohrung. Bei einer Firma, die nach Einheitsbohrung arbeitet, können alle Bohrungen von z. B. $60 \varnothing$ (in gleichem Material) mit den gleichen Bohrern vorgebohrt und den gleichen Reibahlen fertig gerieben werden, gleichgültig, ob die Bohrungen für Laufsitz oder Festsitz verwendet werden sollen. Der Charakter des Sitzes wird durch die Abmaße der Welle bestimmt. Umgekehrt können bei einer Firma, die nach Einheitswelle arbeitet, alle Zapfen von z. B. 60 mm Nenndurchmesser so geschliffen werden, daß sie zwischen $59,98$ und $60,0$ liegen, gleichgültig ob sie für Lauf- oder Festsitz verwendet werden sollen. Der Charakter des Sitzes wird durch die Abmaße der Bohrung bestimmt.

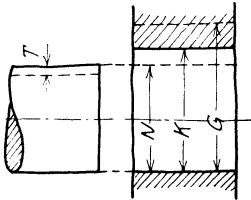


Abb. 54. Einheitswelle, Laufsitz.

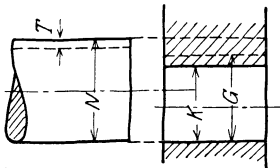


Abb. 55. Einheitswelle, Preßsitz.

Bei der Einheitswelle Abb. 54 und 55 erhält die Welle als Größtmaß den Nenndurchmesser. Das Nennmaß vermindert um die Toleranz (Minus-Toleranz) ergibt die kleinste Welle.

Bei der Einheitsbohrung erhält die Bohrung als Kleinstmaß den Nenndurchmesser. Das Nennmaß vermehrt um die Toleranz (Plus-Toleranz) ergibt die größte Bohrung.

- N = Nennmaß der Welle.
- T = Toleranz der Welle, gleichzeitig unteres Abmaß.
- K = Kleinstmaß der Bohrung.
- G = Größtmaß der Bohrung.
- $G - K$ = Toleranz der Bohrung.
- $G - N$ = oberes Abmaß der Bohrung.
- $K - N$ = unteres Abmaß der Bohrung.
- $K - N$ = Kleinstspiel.

Zu Abb. 54.

- N, T, K und G wie bei Abb. 54.
- $N - K$ = Größtes Übermaß.
- $(N - T) - G$ = Kleinstes Übermaß.

Zu Abb. 55.

Den Nenndurchmesser wähle man aus der Reihe der Normaldurchmesser DIN 3.

Diese Reihe steigt von 1 bis 5 mm um je 0,5 mm, von 5 bis 28 mm um je 1 mm.

Dann folgen:

30	—	32	—	33	—	34	—	35	—	36	—	38	—	40
42	—	44	—	45	—	46	—	48	—	50				
52	—	55	—	58	—	60								
62	—	65	—	68	—	70								
. usf. bis 100														

Von 100 bis 200 steigen die Durchmesser um je 5 mm,
 " 200 an " " " " " 10 " .

Je nach der Größe der Toleranzen unterscheidet man 4 Gütegrade: Edel-, Fein-, Schlicht- und Grobpassung.

Für die wichtigsten Sitze der Feinpassung und Schlichtpassung sind im nachfolgenden die Passungskurzzeichen sowie die Werte des kleinsten Spieles und der Toleranz (bzw. des größten Übermaßes und der Toleranz) angegeben. Die

Zahlenwerte sind in Paßeinheiten (PE) eingeschrieben. Eine PE = $0,005 \sqrt[3]{D}$, wobei D = Nenndurchmesser¹⁾.

Tafel II.

A. Einheitswelle. Größtmaß der Welle = Nenn-Ø.

		Kleinste Spiel PE	Größtes Übermaß PE	Toleranz der Welle PE (-)	Toleranz der Bohrung PE	Zeichen für die Bohrung, hoch gestellt	Zeichen für die Welle, tief gestellt
Fein- passung	Weiter Laufsitz	5	—	1	3	WL	W
	Laufsitz	1,0	—	1	2	L	
	Gleitsitz	0	—	1	1,5	G	
	Schiebesitz	—	0,5	1	1,5	S	
	Haftsitz	—	1	1	1,5	H	
	Festsitz	—	2	1	1,5	F	
Schlicht- passung	Weiter Schlicht- Laufsitz	5	—	3	5	sWL	sW
	Schlicht-Laufsitz	1,5	—	3	3,5	sL	
	Schlicht-Gleitsitz	0	0	3	3	sG	

B. Einheitsbohrung. Kleinstmaß der Bohrung = Nenn-Ø.

		Kleinste Spiel PE	Größtes Übermaß PE	Toleranz der Welle PE	Toleranz der Bohrung PE (+)	Zeichen für die Bohrung, hoch gestellt	Zeichen für die Welle, tief gestellt
Fein- passung	Weiter Laufsitz	5	—	2,5	1,5	B	WL
	Laufsitz	1,5	—	1,5	1,5		L
	Gleitsitz	0	—	1,0	1,5		G
	Schiebesitz	—	0,5	1,0	1,5		S
	Haftsitz	—	1,0	1,0	1,5		H
	Festsitz	—	2	1,0	1,5		F
Schlicht- passung	Weiter Schlicht- Laufsitz	5	—	5,5	3	sB	sWL
	Schlicht-Laufsitz	1,5	—	3,5	3		sL
	Schlicht-Gleitsitz	0	—	3,0	3		sG

¹⁾ Mißt man bei zwei Laufsitzen von $D = 50$ mm und $D = 100$ mm Nenndurchmesser die Wellen und Bohrungen genau nach, so zeigt sich, daß die Toleranzen und Spiele bei dem doppelt so großen Nenndurchmesser keineswegs doppelt so groß sind.

Zahlreiche Messungen an vielen Maschinen verschiedener Firmen haben ergeben, daß die Zunahme — gleiche Bearbeitungsgenauigkeit und gleiche Betriebsbedingungen voraussetzt — ungefähr nach der $\sqrt[3]{D}$ erfolgt. Als Paßeinheit wurde der Wert $0,005 \sqrt[3]{D}$ festgesetzt. An Stelle der genauen Werte treten die nachfolgenden gerundeten Werte der Paßeinheit in mm (nach DIN 773):

Nenndurchmesser	über	1 bis 3 mm	1 PE = 0,006
		3 " 6 "	" = 0,008
		6 " 10 "	" = 0,01
		10 " 18 "	" = 0,012
		18 " 30 "	" = 0,015
		30 " 50 "	" = 0,018
		50 " 80 "	" = 0,02
		80 " 120 "	" = 0,022
		120 " 180 "	" = 0,025
		180 " 260 "	" = 0,03

Die anderen Passungszeichen (und ihre Verwendung) ergeben sich aus DIN 406, Bl. 5.

Beispiel.

Einheitswelle, Schlichtpassung, Laufsitz.

Größtmaß der Welle = Nenndurchmesser = 125 mm.

1 Paßeinheit = $0,005 \sqrt[3]{125} = 0,005 \times 5 = 0,025$ mm.

Toleranz der Welle = 3 PE = 0,075 mm \approx 0,08, somit Kleinstmaß der Welle = $125 - 0,08 = 124,92$.

Kleinstes Spiel 1,5 PE \approx 0,04 mm.

Somit Kleinstmaß der Bohrung $125 + 0,04 = 125,04$.

Toleranz der Bohrung 3,5 PE = 0,095.

Somit Größtmaß der Bohrung $125 + 0,04 + 0,095 = 125,135$.

Die einzuschreibenden Passungskurzzeichen ergeben sich aus Tafel II.

Die Welle erhält das Zeichen $\leftarrow 125_{\text{sw}}^{\varnothing}$, die Bohrung das Zeichen $\leftarrow 125_{\text{sl}}^{\varnothing}$.

Werden für Welle und Bohrung nicht getrennte Teilzeichnungen angefertigt, sondern sind sie zusammengezeichnet (Abb. 234), so sind die Worte „Bohrung“ (oben) und „Welle“ (unten) oder die Teilnummern den Kurzzeichen voranzuschreiben.

Sollen die Abmaße ausnahmsweise zahlenmäßig angegeben werden, so ist folgendes zu beachten:

1. Das obere Abmaß (das mit dem Nennmaß das Größtmaß ergibt) ist über die Maßlinie zu schreiben, das untere Abmaß unter die Maßlinie ($\leftarrow 25_{+0,1}^{+0,3}$, $\leftarrow 25_{-0,4}^{-0,2}$).

2. Das Abmaß 0 wird nicht angegeben ($\leftarrow 25_{-0,2}$).

3. Sind die Abmaße einander entgegengesetzt gleich, so ist die Schreibweise: $\leftarrow 25 \pm 0,2$ — anzuwenden.

Falsch wären also z. B. folgende Eintragungen: $\leftarrow 25_{+0,3}^{+0,1}$, $\leftarrow 25_{-0,2}^{-0,4}$, $\leftarrow 25 - 0,2 -$, $\leftarrow 25_{\frac{0}{0}}^{-0,2}$ usf.

Der Konstrukteur hat sich zunächst zu erkundigen, welches System und welche Sitze in seiner Firma eingeführt sind. In den meisten Fällen wird die Werkstätte (oder das Fabrikationsbureau) eine entsprechende Anweisung an das Konstruktionsbureau gelangen lassen, aus der auch zu ersehen sein muß, welche Sitze für die in der betreffenden Firma vorkommenden Passungen zu wählen sind.

Bei Neukonstruktionen kann die Sitzart nur nach Rücksprache mit dem Werkstätteningenieur gewählt werden, bei Massenfabrikation wird sie mitunter erst nach Vorversuchen festgelegt.

Der Konstrukteur hat nicht nur den richtigen Sitz zu wählen und einzuschreiben, sondern namentlich darauf zu achten, daß das Einbauen und Ausbauen der Wellen und Bolzen, die für mehrere Sitze bestimmt sind, bequem erfolgen kann.

Soll eine Rolle (Abb. 56 a) in einem Steuerhebel gelagert werden und wählt man (im System der Einheitswelle) für die Rolle engen Laufsitz und für die Lagerung im Hebel Haftsitz, so ist das Einbringen des Bolzens erschwert, da seine Laufstelle A durch die Haftsitzbohrung z. B. B hindurchgetrieben werden muß. Noch schwieriger wird sich die Demontage gestalten, falls sich bei $m-n$

ein Grat bildet oder der Bolzen gefressen hat. Man hat dann die Wahl zwischen drei Lösungen:

a) Nach Abb. 56 a, wobei die erwähnten Nachteile in Kauf genommen werden.

b) Nach Abb. 56 b. Die eine Bohrung erhält den nächsten Nenndurchmesser. Dadurch wird das Einbringen erleichtert, hingegen kann das Lösen noch immer schwierig sein.

c) Nach Abb. 56 c. Der Bolzen ist zweimal abgesetzt.

In allen drei Fällen wird der Bolzen durch einen Kegelstift gegen Drehen und Lockerwerden zu sichern sein.

Die Konstruktion nach c) ist sehr gut, aber auch sehr teuer. Man wird sie nur wählen, wenn es sich um hochwertige, hochbeanspruchte Maschinen handelt und wenn auf leichte Montage und Demontage besonderer Wert gelegt wird. In vielen Fällen wird die Ausführung nach d) genügen. Dabei erhält der Bolzen an allen drei Stellen engen Laufsitz und wird durch kräftige Kegelstifte oder Rundkeile festgehalten.

Im allgemeinen läßt sich über die Sitze folgendes aussagen:

Preßsitz: Die Welle hat reichliches Übermaß. Die Teile sitzen unbedingt fest, das Einbringen erfolgt auf kräftigen Pressen.

Festsitz: Die Welle sitzt fest in der Bohrung und kann nur mit erheblichem Kraftaufwand eingebracht und ausgebaut werden.

Beispiele¹⁾(Feinpassung): Einteilige Lagerbuchsen an Werkzeugmaschinen, Zahnräder auf Motorwellen, Kurbeln auf Wellen (falls nicht Schrumpfsitz) usf.

Treibsitz: Teile sitzen fest, werden unter größerem Kraftaufwand mit Handhammer zusammen- oder auseinandergetrieben.

Haftsitz: Der Sitz verbürgt eine gute Zentrierung. Das Einbringen kann mit Handhammer erfolgen.

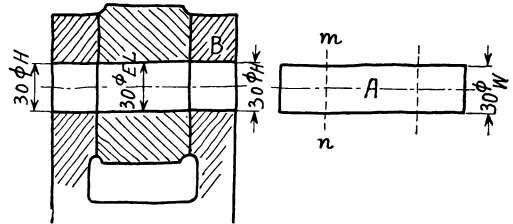


Abb. 56 a.

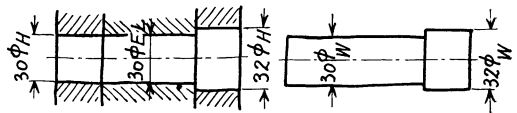


Abb. 56 b.

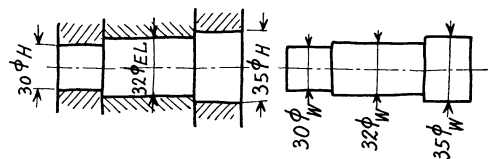


Abb. 56 c.

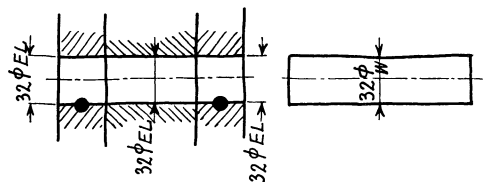


Abb. 56 d.

¹⁾ Vgl. Gohlke: Passungsbeispiele. Mitteilungen des Normenausschusses 1920, S. 390 und Dinbuch 4.

Beispiel (Feinpassung): Zahnräder und Kupplungsscheiben auf Werkzeugmaschinenwellen, die fest aufgekeilt und nur selten abgekeilt werden. Exzenterkörper auf Steuerwellen, Schwungräder von Kolbenmaschinen. Stopfbuchsenfutter, Kurbeln für kleinere Kräfte, einteilige Lagerbuchsen für Motorwellen.

Schiebesitz: Gute Zentrierung, Einbringen und Ausbauen von Hand oder mit leichten Hammerschlägen.

Beispiele (Feinpassung): Aufgekeilte Teile, die oft auseinandergenommen werden müssen, zylindrisches Kolbenstangenende im Kreuzkopf, Gabelzapfen.

Gleitsitz: Für Paßteile, die sich von Hand eben noch verschieben lassen sollen.

Beispiele (Feinpassung): Pinole im Reitstock, Säulenführung der Radialbohrmaschine, Wechslerräder auf Wellen, Zentrierung von Gehäusedeckeln, Lager, die sehr genau zentrieren müssen.

Enger Laufsitz: Für Paßteile, die sich gegenseitig leicht, aber ohne merkliches Spiel bewegen sollen.

Beispiele (Feinpassung): Lager für hohe Anforderungen, verschiebbare Kupplungsmuffen usf.

Laufsitz: Zwischen den Paßteilen ist merkliches Spiel.

Beispiele. a) Feinpassung: Genaue Lager mit größerem Spiel (Hauptlager an Fräsmaschinen, Kurbelwellen von Kraftfahrzeugen, Schneckengetriebe, Gleitmuffen, Führungssteine).

b) Schlichtpassung: Kurbelwellen von Dampfmaschinen, Kreuzkopf in Gleitbahn, Führung von Schieberstangen, Kolbenschieber mit Dichtungsringen, Tauchkolben in Buchsen, Bügel auf Exzenterkörper, Dynamolager, lose laufende Seilrollen.

Leichter Laufsitz und weiter Laufsitz: Teile haben reichliches Spiel.

Die Edelpassung ist nur zu verwenden, falls besonders hohe Anforderungen an die Gleichartigkeit der Ausführung gestellt werden.

Die Grobpassung kommt bei manchen landwirtschaftlichen Maschinen, einfachen Transporteinrichtungen, Schaltapparaten mit Handantrieb usf. zur Anwendung.

Man wähle stets die größten Passungen und die größten Toleranzen, die für den vorliegenden Fall eben noch zulässig sind. Zu feine Toleranzen verteuern nicht nur die Herstellung, sondern führen auch oft zu Störungen im Betrieb.

D. Längenmaße mit Toleranzen¹⁾.

Das Spiel ist bei Längenmaßen nicht nur vom Nennmaß und den Abmaßen abhängig, sondern auch von der Größe und namentlich von der Länge der Berührungsfläche. Mit wachsender Berührungsfläche muß man, gleiche „Gängigkeit“ vorausgesetzt, das Spiel vergrößern. Es wird daher nur in bestimmten Fällen möglich sein, die Lehren für Wellen und Bohrungen und damit die auf S. 23 erwähnten Zeichen für die Sitze auch bei Längenmaßen zu verwenden. Solche Fälle sind: Nutenführungen, Kupplungsbacken, Exzenter, Gleitsteine, Federkeile usf. In anderen Fällen muß man die Toleranz zahlenmäßig angeben.

Die Bedeutung der Abmaße bei Längenmaßen geht am besten aus Abb. 58 und 59 hervor (vgl. auch Abb. 57). Der Schieber *S* soll leicht in der Führung *F*

¹⁾ Vgl. Volk: Die Eintragung der Toleranzen bei Längenmaßen. Mitt. d. NDI, 25. I. 1921.

gleiten. Erhält der Schieber die Breite 25 und eine Toleranz $-0,05$, so muß für das Gegenmaß in der Führung bei $0,06$ Kleinstspiel und $0,05$ Toleranz der Wert $\leftarrow 25 \begin{smallmatrix} +0,11 \\ +0,06 \end{smallmatrix}$ eingeschrieben werden.

Die Grenzfälle sind:

1. Kleinster Schieber ($25-0,05$) in größter Führung ($25,11$) ... Spiel = $0,16$ mm.
2. Größter Schieber ($25,00$) in kleinster Führung ($25,06$) ... Spiel = $0,06$ mm.

Der Schieber kann mit Schraubenmikrometer gemessen werden, für die Nut ist aber bei größerer Stückzahl eine Lehre erforderlich. Bei geringer Stückzahl kann die Nut auch mit einem Endmaß gemessen werden. Bei der eigentlichen Massenfabrikation wird die Nut mit einem genau auf Maß geschliffenen Fräser fertig gefräßt, der Arbeiter hat dann überhaupt nichts zu messen, sondern nur der Einrichter oder Revisor.

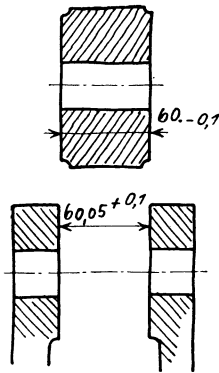


Abb. 57¹⁾. Zahlenmäßige Angabe der Toleranz.

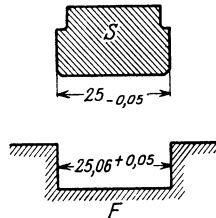


Abb. 58¹⁾.

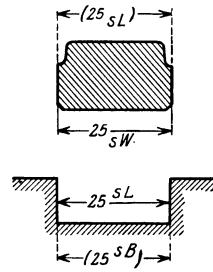


Abb. 59.

Können Schieber und Nut in den normalen Wellen- und Bohrungslehren gemessen werden, so wird man vorteilhaft den Schieber nach dem Laufsitz der Schlichtpassung (Einheits-W.) herstellen; dann würde seine Toleranz 3 PE betragen (1 PE = $0,015$). Die Breite des Schiebers wäre zwischen 25 und $25-0,045$. Das Innenmaß der Führung (bei $1,5$ PE = $0,022$ mm Spiel und $3,5$ PE Toleranz) wäre zwischen $25,022$ und $25,075$ mm. Die Maßeinschreibung für diesen Fall ergibt sich aus Abb. 59. Die Maßeinschreibungen für Einheitsbohrung sind in Klammern beigefügt.

Es folgt die Regel: Längenmaße, die Innenmaße sind, werden wie Bohrungsmaße, Längenmaße, die Außenmaße sind, werden wie Wellenmaße behandelt. Nun sind aber oft Längenmaße zu tolerieren, die weder Innenmaße noch Außenmaße sind, auch nicht mit den Meßgeräten für Wellen oder Bohrungen gemessen werden können. Ein Bolzen mit Bund soll z. B. so in einer Bohrung sitzen, daß beiderseits ein kleinsten Spiel von $s = 0,05$ mm verbleibt. Die Maße l_1, l_2, b_1 und b_2 sind zu bestimmen (Abb. 60).

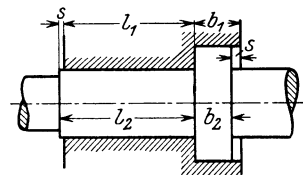


Abb. 60.

Ich empfehle nach folgendem Grundsatz zu verfahren: Das kürzere Maß erhält das Nennmaß und eine Minus-Toleranz (oberes Abmaß = 0), das längere Maß erhält als oberes Abmaß die Summe aus Kleinstspiel und Toleranz, als unteres Abmaß das Kleinstspiel. Die Schreib-

¹⁾ An Stelle von $60,05^{+0,1}$ und $25,06^{+0,05}$ tritt nach DIN 406 die Schreibweise $60 \begin{smallmatrix} +0,11 \\ +0,05 \end{smallmatrix}$ und $25 \begin{smallmatrix} +0,11 \\ +0,06 \end{smallmatrix}$.

weise würde dann der Schreibweise bei Abb. 58 entsprechen. Für $s = 0,05$ und eine Toleranz von 0,1 erhält man

$$l_1 = \text{Nennmaß und Minustoleranz, z. B. } = \leftarrow 40 \begin{matrix} - \\ -0,1 \end{matrix}$$

$$l_2 = \leftarrow 40 \begin{matrix} +0,15 \\ +0,05 \end{matrix}$$

$$b_2 = 12 \begin{matrix} - \\ -0,1 \end{matrix}$$

$$b_1 = 12 \begin{matrix} +0,15 \\ +0,05 \end{matrix}$$

Im Grenzfall (längster Bolzen in kürzester Bohrung oder schwächster Bund in tiefster Einsenkung) kann das Spiel auf 0,25 mm anwachsen. Kann das Spiel beträchtlich sein, so daß es wesentlich größer ist als die Summe der bei l_1 und l_2 zu erwartenden Maßungenaugigkeiten, so verfährt man nach DIN 170 (Große Spiele)¹⁾. Man macht dann $l_1 = 40_{-0,5}$ und $l_2 = 41^{+0,5}$.

Folgen in der Längsrichtung mehrere Passungsmaße aufeinander, so kann man entweder ein unwichtiges Maß fortlassen oder alle Maße von einer Stelle aus messen.

So wird in Abb. 61 die Länge des Absatzes a nicht angegeben, a schwankt zwischen $10 - 0,3$ und $10 + 0,3$. Muß der Endabsatz ein Paßmaß (z. B. $10^{+0,1}$) erhalten, so kann b ohne Maß bleiben.

Die andere Art der Maßeinschreibung folgt aus Abb. 62. (Die Toleranzen sind dabei nicht die gleichen, wie in Abb. 61. Der Bund c kann nach Abb. 62 das Mindestmaß 9,9 und das Höchstmaß 10,1 annehmen, gegen 10 und 10,1 in Abb. 61.) Ob man die eine oder andere Art der Eintragung wählt, hängt auch vom Her-

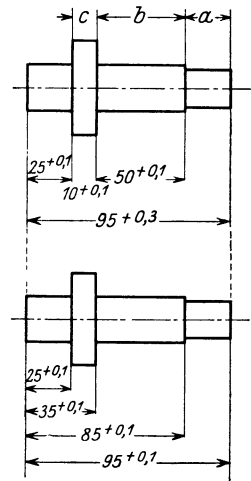


Abb. 61 und 62. Aufeinanderfolgende Toleranzmaße.

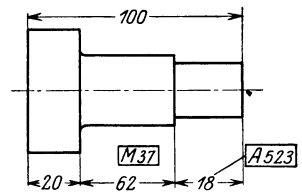


Abb. 63. Angabe der Lehren-Nummer.

stellungsverfahren und vom Meßverfahren ab. Wird mit Anschlägen und Endmaßen gearbeitet, werden die Maße meist nach Abb. 62 eingeschrieben. In manchen Werkstätten werden die Toleranzen nicht angegeben, sondern die Maße mit den Lehrennummern versehen, die sich auf der Lehre und Lehrenzeichnung wiederfinden (Abb. 63).

Manche Firmen (vgl. Abb. 214) kennzeichnen Maße, die nicht mit Grenzlehren gemessen werden, aber doch „genau“ einzuhalten sind, durch eine Wellenlinie oder einen Strich über und unter der Maßzahl oder setzen hinter das Maß einen Kennbuchstaben.

E. Maße genormter Teile.

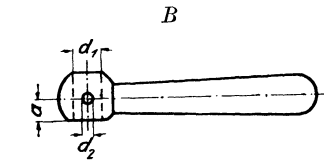
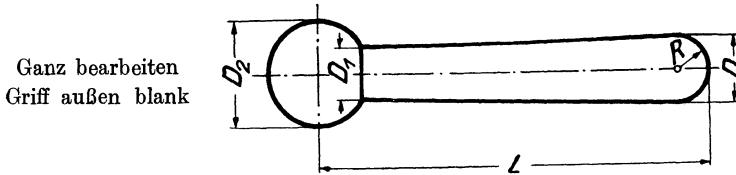
Bei Teilen, für die in dem betreffenden Werk Normen bestehen, schreibt man meist nur die für die Bestellung erforderlichen Maße ein. Da die Be-

¹⁾ Nach DIN 170 sollen die Spiele 0,5 mm, 1 mm, 2 mm, 3 mm und 4 mm betragen, die Toleranzen (unteres Abmaß der Welle und oberes Abmaß der Bohrung) sind von 7—18 mm \varnothing mit 0,3 mm, von 18—30 \varnothing mit 0,4 und über 30 mit 0,5 mm festgesetzt. Bei 25 \varnothing und 0,5 mm Kleinstspiel sind folgende Maße einzuschreiben:

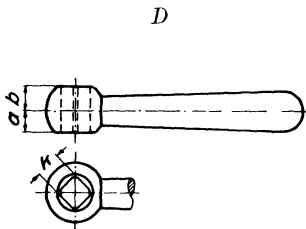
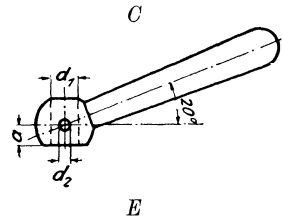
Welle: $\leftarrow 25 \begin{matrix} \varnothing \\ -0,4 \end{matrix}$ Bohrung: $\leftarrow 25,5 \begin{matrix} \varnothing \\ +0,4 \end{matrix}$

stellung durch die Stückliste oder besondere Bestell-Listen für Lagerteile erfolgt, sind selbst diese Maße entbehrlich, dienen aber zur Kontrolle und lassen oft Fehler in den Abmessungen der Anschlußteile erkennen.

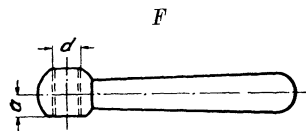
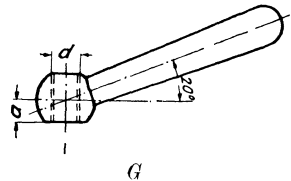
A Kugel voll



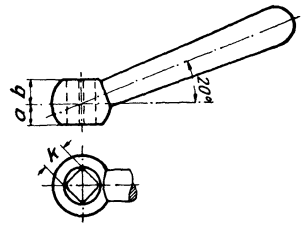
Kugel mit Bohrung



Kugel mit Gewinde



Kugel mit Vierkant



Maße in mm.

D	L	D ₁	D ₂	R	a	b	Größte Bohrung		Gewinde d		Vierkant k Passung sL	Kegelstift
							d ₁ Passung sL	d ₂	Whitworth	Metrisch		
10	64	7	16	5	5,5	6,5	8	2,5	5/16"	8	5,5	2,5 × 18 DIN 1
13	80	9	20	6,5	7	8	10	3	3/8"	10	7	3 × 22 DIN 1
16	100	11	25	8	9	10	12	4	1/2"	12	9	4 × 28 DIN 1
20	125	14	32	10	11	13	16	5	5/8"	16	11	5 × 36 DIN 1
25	160	18	40	12,5	14	16	20	6,5	3/4"	20	14	6,5 × 45 DIN 1
32	200	22	50	16	18	20	24	8	7/8"	24	19	8 × 55 DIN 1

Abb. 64.

In Abb. 64 ist ein Teil des genehmigten Normblattes über Kugelgriffe (DIN 99 wiedergegeben¹⁾). Aus dem Beispiel für die Bezeichnung geht hervor, daß für

¹⁾ Verbindlich für die Angaben der Abb. 64 bleiben die DINormen.

die einzelnen Größen die Griffstärke D am freien Ende maßgebend ist. Es genügt daher die Angabe dieses Maßes, doch wird man meist noch das Maß d oder k für den Anschluß angeben. Hat man Form G mit $D = 20$ gezeichnet, so wird der Griff in der Stückliste (mitunter auch in der Zeichnung) mit der Bezeichnung $G 20$ DIN 99 versehen.

Blanke Sechskantschrauben aus Flußstahl nach DIN 80 (metrisches Gewinde) erhalten z. B. die Bezeichnung: Sechskantschraube 22×90 DIN 80 Flußstahl ($22 =$ Durchmesser, $90 =$ Länge).

Bei Stiftschrauben wird der Gewindedurchmesser angegeben und die Länge l des herausstehenden, nicht eingeschraubten Teiles; z. B. blanke Stiftschraube $\frac{1}{2}'' \times 45$ DIN 410.

Bei Unterlegescheiben wird der Lochdurchmesser angegeben (Blanke Scheibe 62 DIN 125), bei Splinten der Durchmesser, die gerade Länge und der Werkstoff (5×60 DIN 94 Kupfer), bei Kegelstiften der Durchmesser am schwächeren Ende und die Länge ($6,5 \times 55$ DIN 1) usf.

Werden genormte Paßteile auswärts bestellt, so muß sich der Konstrukteur überzeugen, ob diese Teile mit den im eigenen Werk hergestellten Gegenstücken den gewünschten Sitz ergeben. Besonders wichtig ist dies für Wellenstümpfe, die im eigenen Werk bearbeitet werden, während die aufzubringenden Riemenscheiben fertig gebohrt auswärts bestellt und vielleicht erst vom Verbraucher aufgezogen werden.

6. Bearbeitungsangaben.

Die Beantwortung der Frage, welche Bearbeitungsangaben der Konstrukteur auf die Zeichnung schreibt und welche Vorschriften von anderen Stellen (Fabrikationsingenieur, Vorkalkulator, Werkstättenleiter usf.) stammen, ist abhängig von der Art und Organisation des Betriebes.

Als Mindestforderung kann gelten, daß der Konstrukteur angibt, welche Flächen geschruppt (also roh überarbeitet) oder geschlichtet (also fein bearbeitet) werden müssen, oder welche Sonderbehandlung und Sonderbearbeitung erforderlich ist, um die gewünschte Oberflächenbeschaffenheit zu erzielen.

Eine Oberfläche, die roh bleibt, erhält kein Zeichen.

Eine Fläche, die geschruppt oder in der gleichen Aufspannung grob geschlichtet (gehobelt, gefräst, gedreht) werden soll, wird durch ein gleichseitiges Dreieck (Abb. 65) bezeichnet, das mit der Spitze auf der Fläche steht, also gleichsam eine die Fläche bearbeitende Stahlspitze darstellt. Höhe des Dreiecks (in Werkzeichnungen 1 : 1) 4—5 mm. Flächen, die zu schlichten oder feinzuschlichten sind, erhalten ein Doppeldreieck, d. h. zwei nebeneinander stehende Dreiecke¹⁾.

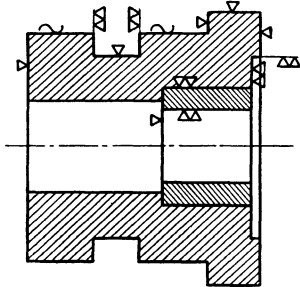


Abb. 65. Zeichen für Oberflächenbeschaffenheit.

Eine Ergänzung erfahren die Oberflächenzeichen durch die Passungszeichen. Ein Wellenzapfen mit einem Doppeldreieck und der Angabe $50 \frac{\varnothing}{W}$ ist natür-

¹⁾ Mit dem Zeichen $\nabla\nabla$ verlangt der Konstrukteur eine glatte, sauber bearbeitete Fläche. Ob diese Fläche dabei immer durch mehrfache Spanabnahme herzustellen ist, bleibt der Werkstätte überlassen. Wird in dem einen Betrieb eine Schlplatte auf einer alten Hobelmaschine gehobelt, in einem anderen Betrieb auf einer kräftigen Fräsmaschine mit vorzüglichen Werkzeugen gefräst, so ist im ersten Fall sicher Schruppen und Schlichten notwendig, während im zweiten Fall eine einmalige Bearbeitung genügt.

lich ganz anders zu bearbeiten als ein Zapfen mit einem Doppeldreieck und dem Zeichen $50 \frac{\varnothing}{sW}$.

Flächen mit ein oder zwei Dreiecken müssen Bearbeitungszugabe erhalten.

Der Normen-Ausschuß hat ferner das Zeichen \sim für „Kratzen“ vorgesehen. Dies Zeichen sollen Flächen erhalten, die ohne Bearbeitungszugabe herzustellen sind, die nicht gespachtelt oder lackiert werden und mit geringer Nacharbeit (Überfeilen, Überschleifen) ein gutes, glattes Aussehen besitzen sollen. Die betreffenden Flächen sind also schon bei der Herstellung (z. B. beim Gießen oder Schmieden) etwas sorgfältiger zu behandeln. Sonderbearbeitungen (einschleifen, schaben, aufreiben) und Sonderbehandlungen (härten, vergüten, vernickeln) sind durch wörtliche Zusätze anzugeben¹⁾.

Die Oberflächenzeichen sollen in die Nähe der zugehörigen Maßpeile gesetzt und so eingetragen werden, daß die mit Zeichen versehenen Linien w-möglich einen fortlaufenden Linienzug bilden. Aneinander liegende Flächen erhalten das Oberflächenzeichen nur einmal²⁾. Die Art der Eintragung geht aus den Abb. 65, 73 usf. hervor.

Sind von einem Werkstück mehrere Schnitte und Ansichten gezeichnet, so sind die Oberflächenzeichen nur in eine Figur einzutragen.

Löcher, die gestanzt oder aus dem Vollen gebohrt und nicht nachgearbeitet werden, erhalten kein Oberflächenzeichen. Bei eingegossenen Löchern, die un-

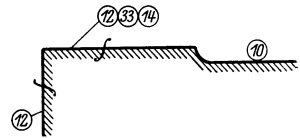


Abb. 66. Bearbeitungsangaben des Schweizer Normenausschusses.

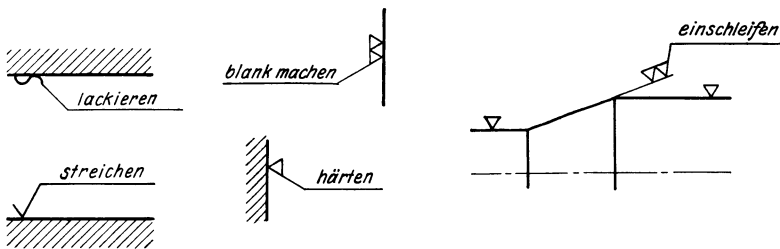


Abb. 67.

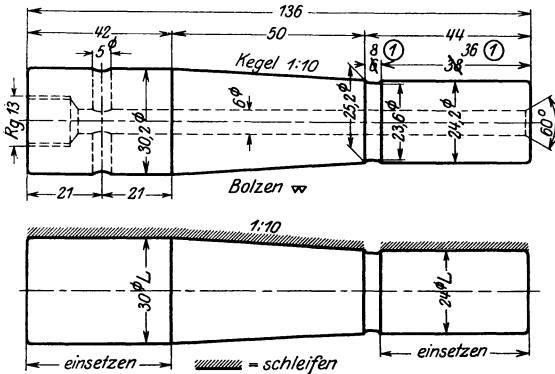
¹⁾ Die Normalien des Vereins Schweizerischer Maschinenindustrieller gehen einen Schritt weiter. Dort wird die Oberflächenbeschaffenheit durch Zahlen gekennzeichnet. Die Zahlen 10—20 bedeuten der Reihe nach: roh verputzen, schrappen, schlichten, feinschlichten, schleifen, schaben, polieren usf.; die Zahlen 30—40: ausglühen, abbrennen, einsetzen, härten, vergüten. Die Angaben werden nach Abb. 66 eingekreist. Das Zeichen \int bedeutet „Materialzugabe“.

Der NDI hat sich darauf beschränkt, die Wortangaben für die wichtigsten Bearbeitungs- und Behandlungsverfahren zu normen (DIN 200). Diese Angaben (z. B. stanzen, schaben, vergüten, beizen, verzinnen, einwalzen, rändeln) sind auf die wagrechte Linie eines Bezugshakens zu schreiben (Abb. 67). Erfolgt zuerst eine Bearbeitung, welche durch die Zeichen \sim , ∇ oder $\nabla\nabla$ bestimmt ist, so schließt sich der Bezugshaken an diese Zeichen an. Hier sei auch auf Abb. 214 verwiesen, die der Massenfertigung entnommen ist. Für jedes Teil werden genaue Bearbeitungsvorschriften (B. V.) ausgearbeitet. Zur Hülse T 37460 gehört B. V. 97.

²⁾ Mit Oberflächenzeichen versehene Werkzeichnungen sind als Einzelteil-Zeichnungen auszuführen. Es werden daher nur ausnahmsweise 2 Flächen zusammenstoßen.

bearbeitet bleiben, ist daher der Zusatz „eingießen“ erforderlich¹⁾. Gewinde und Keilnuten erhalten kein Oberflächenzeichen.

Wird ein Werkstück allseitig geschruppt (oder allseitig geschlichtet), so kann man ein Dreieck (oder ein Doppeldreieck $\nabla\nabla$) neben die Teilnummer setzen. In die Teilzeichnung selbst werden dann keine Oberflächenzeichen eingetragen. Gegen diese Regel bestehen manche Bedenken. Sie kann einen Konstrukteur, der über die bei den einzelnen Flächen erforderliche Bearbeitungsgüte nicht nachdenken mag, verleiten, rasch entschlossen ein Doppeldreieck neben die Teilnummer zu schreiben. Der gewissenhafte Konstrukteur wird folgendermaßen vorgehen: er wird zuerst überlegen, wo Paßdurchmesser oder



Änderungen:		① Rille auf 8 mm.
		13. XII. 19. Merten. Ltg.
Werkstoff:	Fluß-E. Einsatz 38/20	gez.: Lund 6. III. 18.
		gep.: M.—Lg.
Maßstab 1:1	Bolzen	A 1275

Abb. 68 (oben): Zeichnung für den Dreher.

Abb. 69 (unten): Zeichnung für den Schleifer.

Längenmaße mit Toleranzen vorkommen und welche Bearbeitung für diese Paßflächen erforderlich ist. Bei der Grobpassung wird man meist mit Grobschlichten, bei den Laufsitzen der Schlichtpassung mit Schlichten auskommen. Für die feineren Sitze ist wohl immer Schleifen erforderlich. Das schreibt aber der Konstrukteur meist nicht vor, die Werkstätte erkennt es aus dem Passungszeichen²⁾. Sind die Paßflächen bezeichnet, so sucht man die Flächen heraus, die auf anderen Flächen gleiten, auf anderen Flächen dampfdicht ruhen usf. Hier ist meist Feinschlichten ($\nabla\nabla$) erforderlich, mit dem Zusatz „schaben“, „einschleifen“ usf. Hingegen sind Flächen, die nur satt aufliegen sollen oder die gegen weiche Packungen drücken, nur grob zu schlichten (∇), freie Flächen können unbearbeitet bleiben. Das bloße Verschönern freier Oberflächen (blank machen, polieren usf.) wird bei den heutigen wirtschaftlichen Verhältnissen meist unterlassen. Es ist Pflicht und Aufgabe des Konstrukteurs, die Zahl und die Abmessungen der Paßflächen und der bearbeiteten Flächen so weit als möglich zu beschränken.

¹⁾ Eingießen ist bei mittelgroßen Löchern meist teurer als Bohren, es ist nur bei großen Löchern, die mit der Bohrstange bearbeitet werden können, zu empfehlen. Oft ergeben eingegossene Löcher eine günstigere Stoffverteilung (Abb. 120, 188).

²⁾ Bei weitgetriebener Reihenherstellung werden oft besondere Zeichnungen für das Vorschruppen, Drehen und Schleifen angefertigt (Abb. 68 u. 69). Aus ihnen ist ersichtlich, wo und in welcher Größe Bearbeitungszugaben für die einzelnen Bearbeitungsgänge erforderlich sind. Wird eine Zeichnung, die nur die Fertigmaße enthält, für alle 3 Arbeiten benutzt, so können die Maßzahlen mit Zusätzen (z. B. für Schleifen 0,4 zugeben) versehen werden.

7. Stückliste, Teilnummern usw.

Früher war es allgemein üblich, die Zusammenstellungszeichnung z. B. eines Ventils gleichzeitig als Werkzeichnung zu benutzen. Es wurden alle Maße in

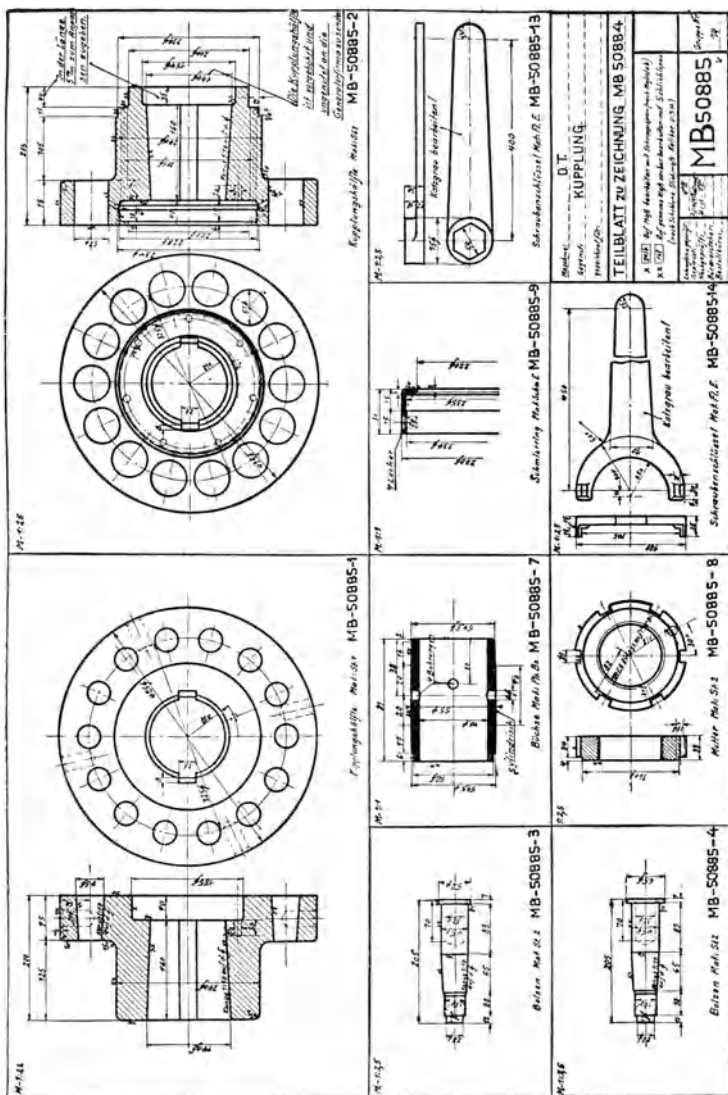


Abb. 70. Teilblätterzeichnung (aus Z. V.d.I. 1919, S. 399). Die Ausführung von Abb. 70 und 71 weicht teilweise von den DINormen ab. Unterschiede feststellen!

die Gesamtzeichnung eingetragen und jedes Stück mit einer Stücknummer oder Teilnummer oder einem Buchstaben bezeichnet. Nun geht man immer mehr dazu über, in der Gesamtzeichnung nur die Montagemaße und die Teilnummern anzugeben und die Einzelteile mit allen Maßen und Bearbeitungsangaben getrennt herauszuzeichnen (Abb. 70).

In manchen Fällen (Abb. 72) kann die Gesamtzeichnung gleichzeitig Werkzeugzeichnung für einen Teil (Teil Nr. 1) sein, während alle anderen Teile ohne Maße bleiben (vgl. Abb. 73). Wird die Zeichnung z. B. eines Ventils völlig in Teilblätter zerlegt, so bleibt Zusammenstellung und Stückliste meist auf einem Teilblatt vereint. Bei ganzen Maschinen, die aus Hunderten von Teilen be-

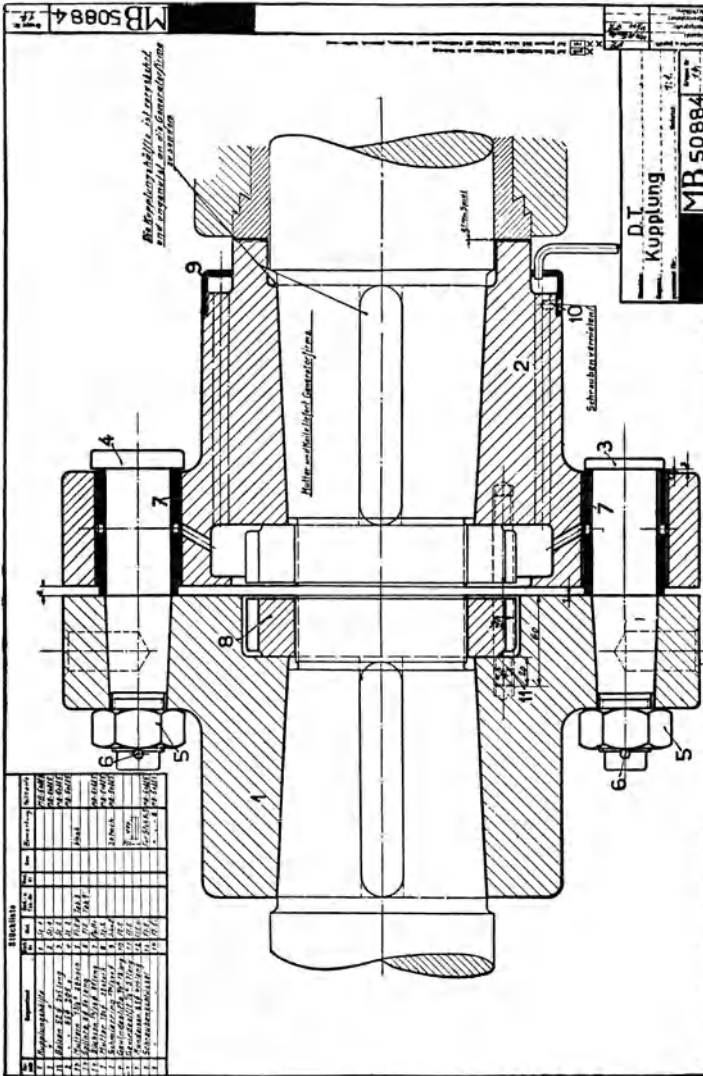


Abb. 71. Zusammenstellungszeichnung zu Abb. 70 (verkleinert).

stehen, werden zusammengehörige Teile zu Gruppen (z. B. Bett, Spindelstock, Schlitten usf.) zusammengefaßt. Die Stücklisten werden dann meist von der Zeichnung getrennt und bestehen aus einer größeren Zahl von Blättern (Format 210 × 297). Stücklisten sind mit größter Sorgfalt anzufertigen. Maßzahlen und Stücklisten sind bestimmend für die Ausführung, sie sind eigentlich wichtiger als die Zeichnung.

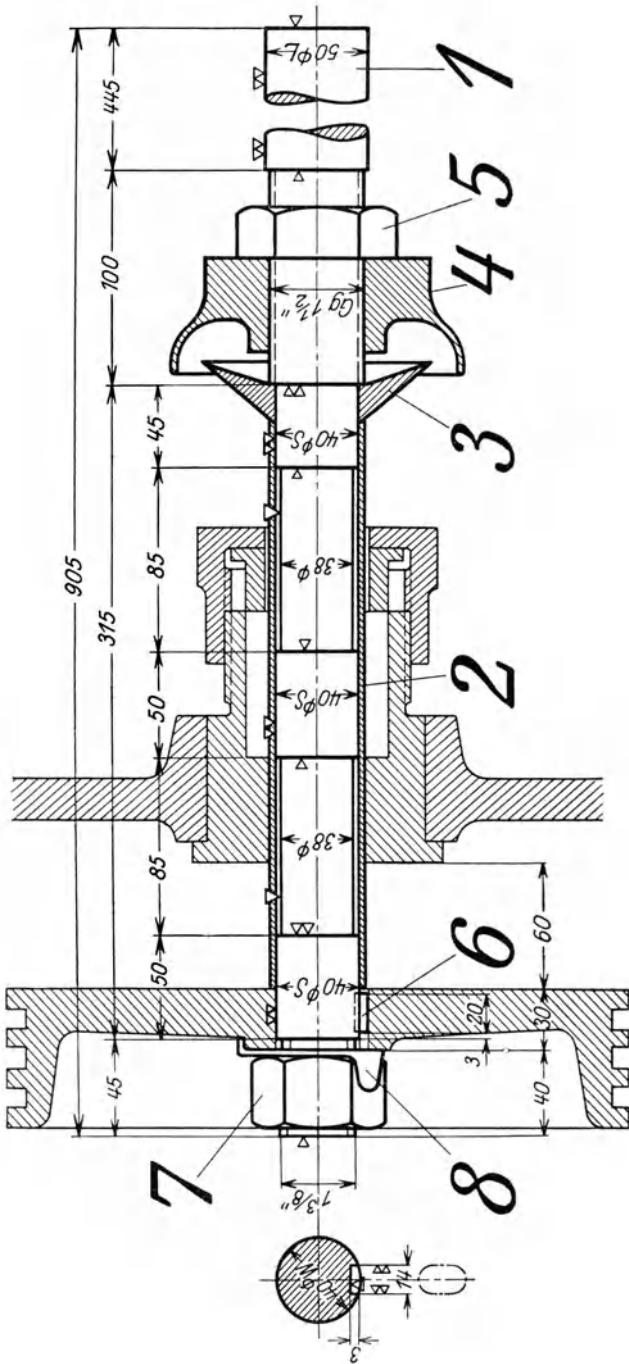


Abb. 72. Gesamtzeichnung einer Spindel, gleichzeitig Werkzeugzeichnung für Teil I.

Die Teilnummern sind nicht beliebig oder der Reihe nach einzuschreiben, vielmehr sind bestimmten Teilgruppen bestimmte Zahlengruppen zuzuweisen. Dabei kann man zwei Verfahren einschlagen und entweder nach dem Werkstoff oder nach dem Zusammenbau trennen.

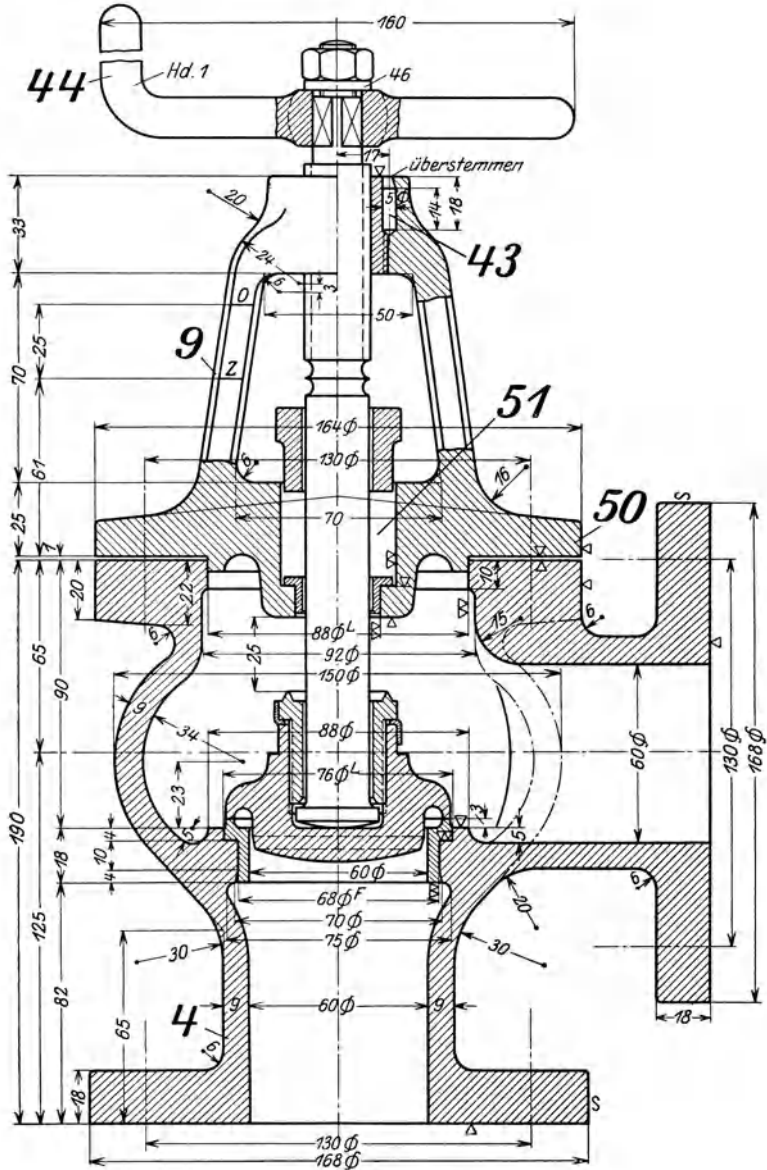


Abb. 73. Ausschnitt aus einer Gesamtzeichnung, gleichzeitig Werkzeugzeichnung für Gehäuse und Deckel¹⁾.

¹⁾ Durchmesserzeichen sind hoch zu stellen und mit einem geraden Strich zu versehen (vgl. Abb. 72).

Trennt man nach dem Werkstoff, so beginnt man bei den Gußteilen mit 1, wobei man die ersten Ziffern meist den größten Gußstücken zuweist. Nach den Gußteilen kommen die Schmiedeteile, die Teile aus Stahl, Rotguß usf. Nach dem 2. Verfahren würde man bei einer Drehbank vielleicht die Zahlengruppe 1—100 für den Spindelstock, die Gruppe 100—150 für die Schlitten usf.

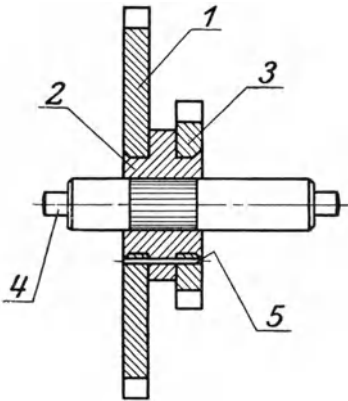


Abb. 74. Hervorheben der Stücknummer durch Unterstreichen.

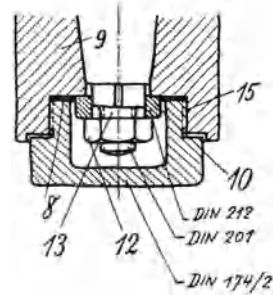


Abb. 75. Falsch. Bezugstriche sollen sich nicht kreuzen, auch nicht die Verlängerung von Schraffen bilden. Normangaben sind zu den Stücknummern zu schreiben oder (besser) nur in der Stückliste anzugeben.

verwenden. Bei einer hin und wieder üblichen Verbindung beider Verfahren werden die Gußstücke mit 1, 2, 3 usf., die Schmiedestücke mit 01, 02, 03 bezeichnet. Ein Schmiedestück am Schlitten enthält z. B. die Teilnummer 0115. Mitunter geht man noch weiter und versieht die Teilnummern zur Kennzeichnung der Maschine, zu der sie gehören, noch mit einem oder mehreren Buchstaben.

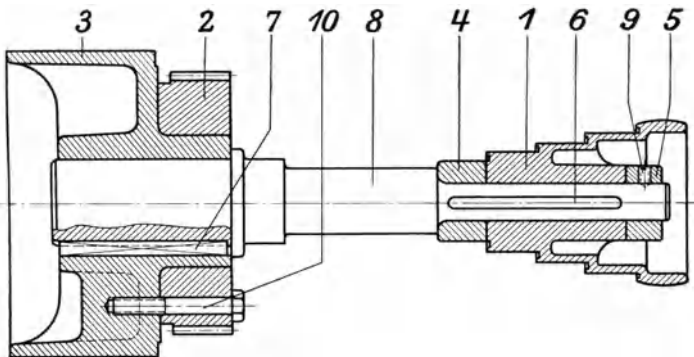


Abb. 76. Reihenweise Anordnung der Stücknummern, senkrechte Bezugstriche.

Versieht eine Firma alle Teile, die zur Leitspindeldrehbank, Größe 2, Ein-scheibenantrieb gehören, mit dem Zeichen L 2 E, so wäre obigem Schmiedestück das Zeichen (oder die Teilblatt-Nr. oder Lager-Nr.) L 2 E 0115 zu geben. Bei Normteilen verwende man die Normblattnummer gleichzeitig als Lager-nummer.

Die Teilnummern sollen sehr groß und kräftig (2- bis 3mal höher als die Maßzahlen) geschrieben und nach den Vorschlägen des NDI **nicht** eingekreist werden¹⁾ (vgl. Abb. 73).

Bei Zeichnungen, die aus wenigen größeren Teilen bestehen, bereitet die Anordnung der Teil-Nr. keine Schwierigkeit. Bei vielen kleinen Teilen muß man sich den Platz für die Nr. gut überlegen. Jeder Teil soll rasch auffindbar sein, Verwechslungen sollen nicht vorkommen können, lange Bezugstriche, die andere Teile, Maße und Maßlinien durchschneiden, sollen vermieden werden (Abb. 75). Mitunter kann eine mehr reihenweise Anordnung der Nr. (vgl. Abb. 76, auch 72) mit parallel zueinander laufenden Bezugstrichen gewählt werden.

							7			
							6			
							5			
							4			
							3			
							2			
							1			
c	b	a	Benennung und Bemerkung			Teil	Zeichn. Nr. Lag. Nr.	Werkstoff u. Rohmaße	(Bezeichnung für Modelle u. dgl.)	(Gewichts- Angaben)
Stück- zahlen	Änderung		a			b			c	
		am								
		Name								
		Gepr.								
Bauart		Datum	Name				M. M. A. Leipzig			
	Gezeichnet									
	Geprüft									
	Norm gepr.									
	Maßstab	Kolben 500 \emptyset					4 M. 1219			
							Ersatz für			
							Ersetzt durch			

Abb. 77. Anordnung einer Stückliste. (Auf Werkzeichnungen ist die Stückliste in schräger Blockschrift auszuführen.)

Namentlich bei Gesamtzeichnungen, die viele Maße enthalten, wird es gut sein, die Maße mehr nach der einen Seite zu schreiben und die andere Seite für die Teil-Nr. zu verwenden.

An die Stückliste schließt sich ein Schriftfeld an, das meist die aus Abb. 77 ersichtlichen Spalten enthält. Schriftfeld und Stückliste kommen in die untere rechte Ecke der Zeichnung, in 10 mm Abstand von den Kanten der beschnittenen Lichtpause. Die Teilnummern werden von unten nach oben angeordnet, so daß die Liste nach oben erweitert werden kann. Für kleinere Zeichnungen und Teilzeichnungen werden die Listen entsprechend vereinfacht.

¹⁾ Für Apparate u. dgl., die aus vielen kleinen Teilen bestehen, sind eingekreiste Teil-Nr. entschieden übersichtlicher. Die Gefahr, daß eingekreiste Teil-Nr. mit eingekreisten Änderungs-Nr. verwechselt werden können, ist eigentlich recht gering.

Änderungen.

Für kleine Änderungen, die nachträglich vorgenommen werden, soll unter oder neben der Stückliste ein besonderes Schriftfeld vorgesehen werden (Abb. 77). Die Änderungen sind im Schriftfeld und in der Zeichnung einzutragen. Es ist darauf zu achten, daß die Änderung in allen Zeichnungen erfolgt und sich auch auf die in der Werkstatt befindlichen Teilblätter erstreckt.

Handelt es sich um Maßänderungen, so ist dafür zu sorgen, daß die Änderung in allen Ansichten und Schnitten vorgenommen wird und daß auch die von den geänderten Maßen abhängigen Summenmaße und die Maße auf Anschlußzeichnungen geändert werden! Dabei kann das alte Maß durchstrichen und das neue neben geschrieben werden oder es kann neben das durchstrichene Maß ein Buchstabe oder eine eingekreiste Zahl geschrieben werden, wodurch auf den im Schriftfeld befindlichen Änderungsvermerk verwiesen wird (Abb. 69 und 214).

Bei größeren Änderungen empfiehlt es sich, die Blätter zurückzuziehen und durch neue zu ersetzen. Dann müssen auch die Modellnummern, Lager-Nr. usf. geändert werden.

In größeren Firmen bestehen über die Abänderung oder Zurückziehung von Zeichnungen meist besondere Vorschriften, die genau zu beachten sind.

Verschiedene Bauarten.

Oft wird ein Werkstück von Hause aus für mehrere Ausführungsformen (Bauarten) entworfen, die sich nur wenig voneinander unterscheiden, z. B. Augenlager für 35, 40, 45 mm Bohrung, Gehäuse mit Anschlußstutzen von 20, 30, 40 mm Durchmesser, Laufäder von Zentrifugalpumpen mit gleichem Durchmesser und verschiedener Breite usf.

Dann wird an Stelle der betreffenden Maßzahlen ein Buchstabe geschrieben und eine kleine Zahlentafel aufgestellt.

Maß	Bauart		
	a	b	c
F	50	60	70
G	110	110	120
H	20	25	25

Die von jeder Bauart erforderliche Stückzahl geht aus der Stückliste hervor; vgl. Abb. 77 u. 79. — Derartige geringe Unterschiede zwischen 2 Bauarten können sich nicht nur auf die Abmessungen, sondern auch auf die Form erstrecken. Hierher gehören die Links- und Rechtsausführungen von Dampfzylindern, Maschinenrahmen usf.

Wird die 2. Form nicht vollständig gezeichnet, dann soll sie wenigstens durch eine Skizze angegeben werden, da sonst leicht folgenschwere Irrtümer unterlaufen können. Soll — um ein ganz einfaches Beispiel zu bringen — der Führungsbock Abb. 80 für links und rechts verwendet werden, so ist zu beachten, daß in beiden Fällen die größere Bohrung B_1 und der größere Vorsprung V auf der Kurbelseite liegen müssen. Es sind also die Kernmarken zu versetzen, die Kerne anders einzulegen und das ganze Auge dem Lagerbock

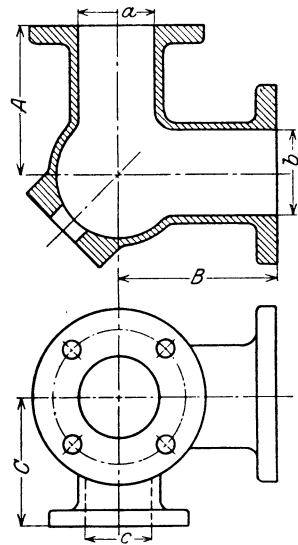


Abb. 78. Dreiwegstück,
6 Maße veränderlich
(vgl. Abb. 79).

gegenüber zu verschieben. Dies muß aus der Konstruktionszeichnung eindeutig hervorgehen und jede Form muß eine besondere Modellnummer erhalten (evtl. 1723a und 1723b). Der Tischlerei kann es dabei überlassen werden, ob sie nur ein Modell anfertigt, das jeweils geändert wird, oder ob für jede Aus-

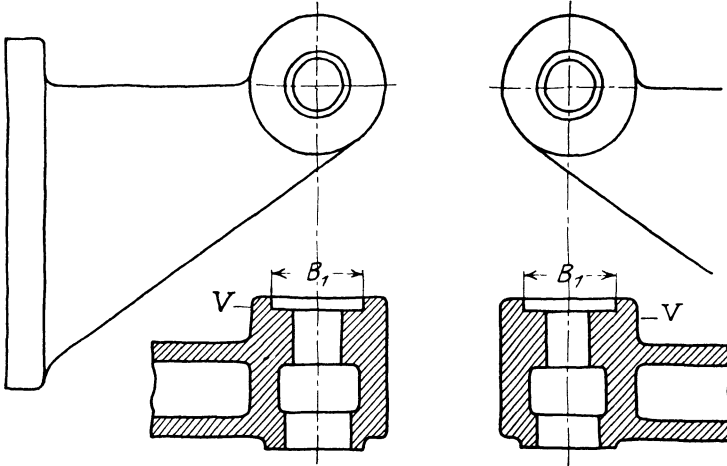


Abb. 80. Führungsbock für Links- und Rechtsmaschine.

führungsform ein besonderes Modell hergestellt wird. Sind nur wenig abweichende Ausführungen zu erwarten und soll daher nur ein Modell angefertigt werden, so ist es Aufgabe des Konstrukteurs, die Form so zu entwerfen, daß die Modelle mit ganz wenigen, einfachen Änderungen für beide Fälle brauchbar sind.

8. Abgekürzte, vereinfachte Darstellung

(Sinnbilder, Schematische Bilder, Kurzbilder).

1. Gewinde, Schrauben, Muttern. Die Abb. 81—93 entsprechen den DIN-Normen (vgl. DIN 27).

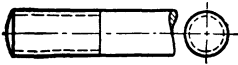


Abb. 81. Bolzenschraube, Ansicht.

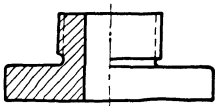


Abb. 82. Bolzenschraube, halb Schnitt, halb Ansicht.

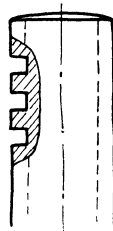


Abb. 83. Abnormales Bolzenschraube, zum Eintragen der Maße geschnitten dargestellt.

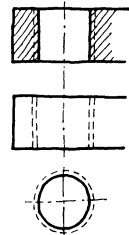


Abb. 84. Mutter (Schnitt, Ansicht, Draufsicht).

Bei kleineren Schrauben, namentlich wenn Bolzen- und Muttergewinde geschnitten wird, ist die Darstellung nicht immer genügend klar. Man ziehe dann die Strichlinien ziemlich stark, mit kurzen Strichen, halte den Abstand

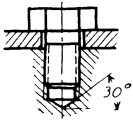


Abb. 85. Bolzen-
gewinde in Ansicht,
Muttergewinde ge-
schnitten, Kopf ver-
einfacht.

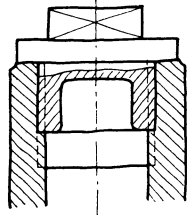


Abb. 86. Bolzen-
und Muttergewinde
geschnitten.



Abb. 87.
Kleine
Mutter,
vereinfacht.

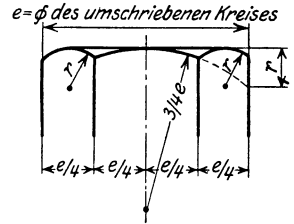


Abb. 88. Abrundungen bei
größeren Köpfen und
Mütern.

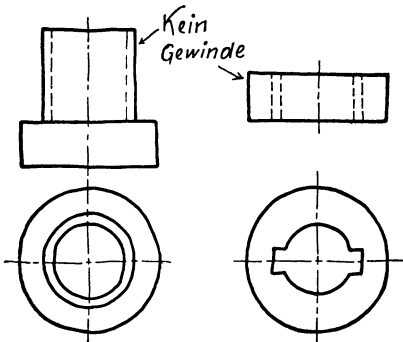
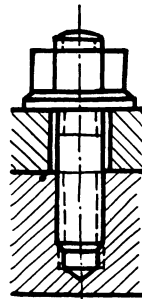
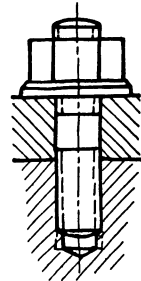


Abb. 89.



Richtig



Falsch

Abb. 90.

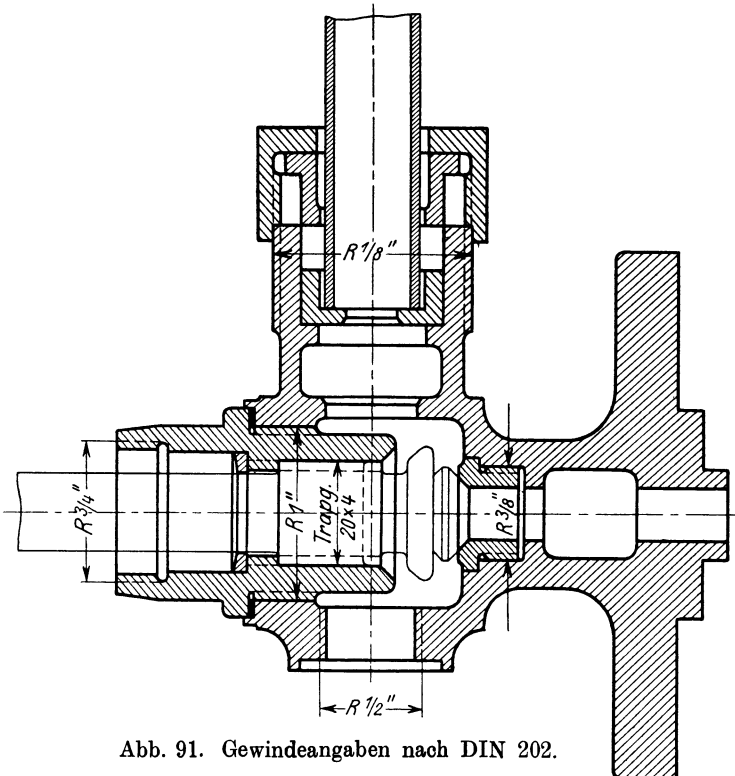


Abb. 91. Gewindeangaben nach DIN 202.

der äußeren von der inneren Linie ziemlich groß und mache die Schraffur weit, mit dünnen Strichen (vgl. Abb. 91). Sind Verwechslungen zu befürchten (Abb. 89), so stelle man durch eine zweite Ansicht, durch einen Schnitt oder durch eine Aufschrift die erforderliche Klarheit her. Bei der Darstellung von Schrauben beachte man auch die feineren Unterschiede zwischen den einzelnen Schraubengattungen.

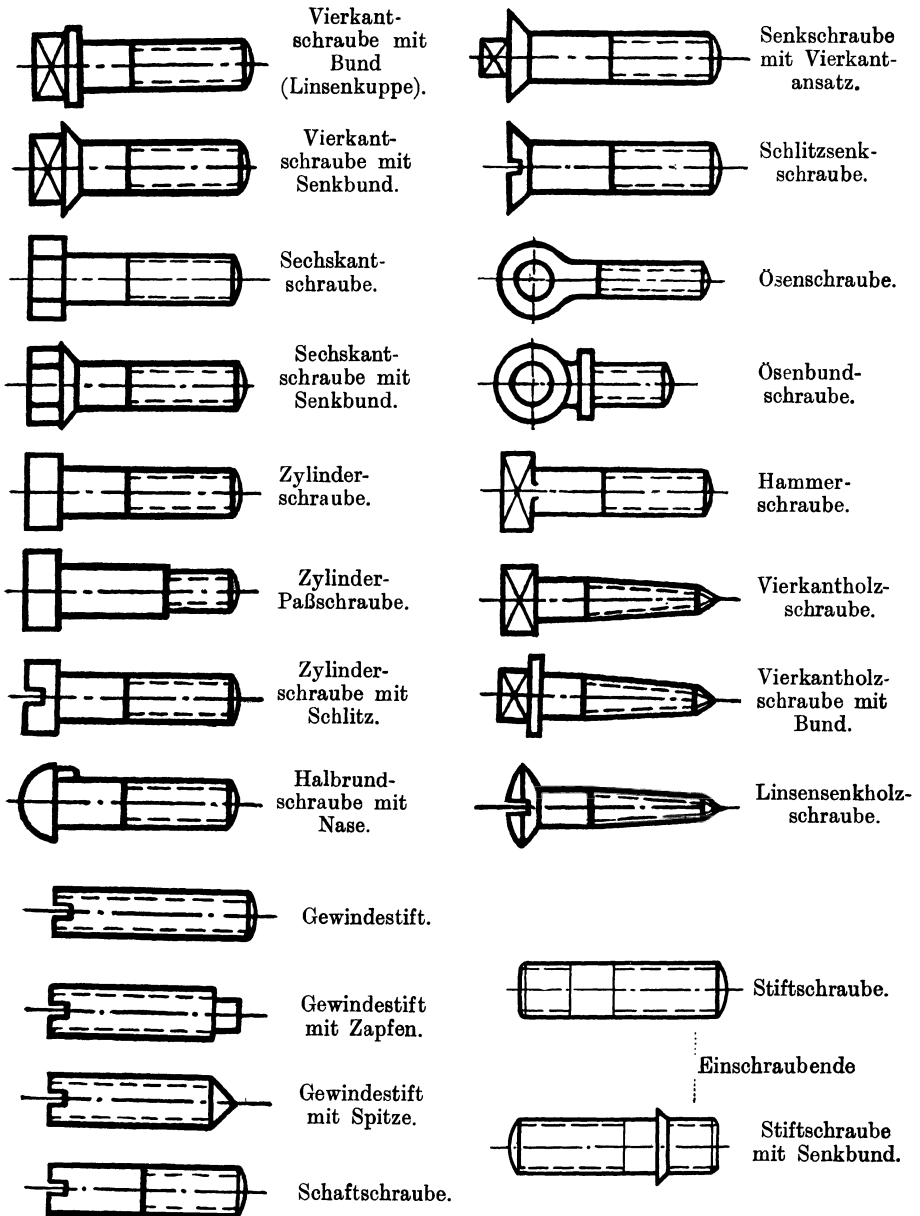


Abb. 92. Schraubenarten. (Die Grenzlinie zwischen Schaft und Gewinde (Gewindeauslauf) ist schwach zu ziehen. Vgl. die beiden Stiftschrauben und Abb. 81.)

Die wichtigsten Gattungen sind: Kopfschrauben, Bolzenschrauben (beiderseits mit Mutter), Stiftschrauben und Gewindestifte. Eine vom Normenausschuß herausgegebene Zusammenstellung umfaßt 141 Schraubenformen und 56 Mutterformen (siehe Abb. 92 u. 93).

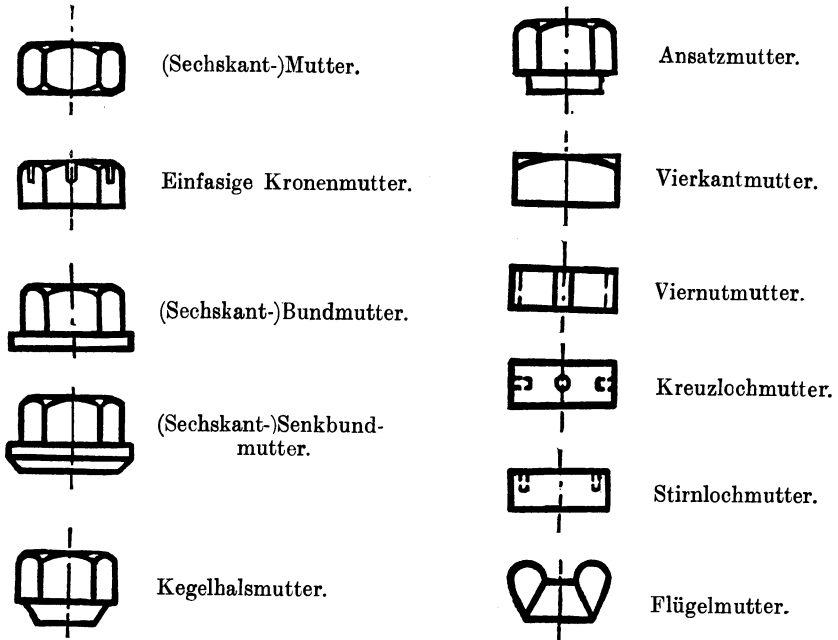


Abb. 93. Muttern.

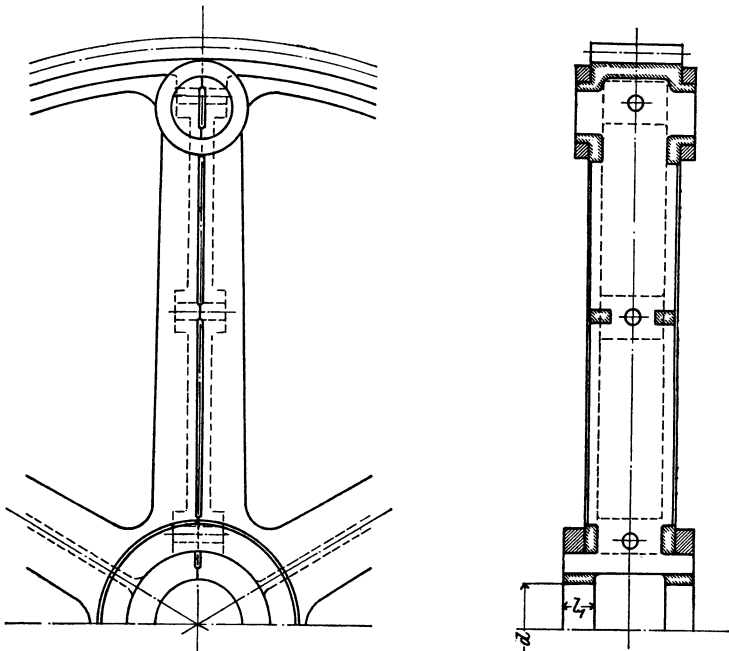


Abb. 94. Geteiltes Zahnrad (der Fußkreis soll nach DIN 37 gestrichelt werden).

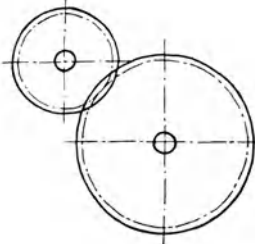


Abb. 95. Vereinfachte Darstellung von Stirnrädern.

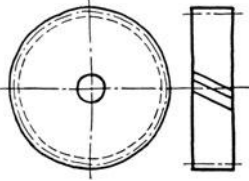


Abb. 96. Stirnrad mit schrägen Zähnen.

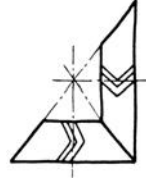


Abb. 97. Kegelhäder mit Winkelzähnen. Sinnbild nach DIN 37.

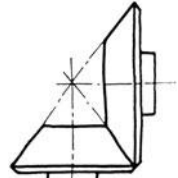
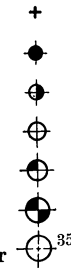


Abb. 98. Kegelhäder, vereinfachte Darstellung, Kranzbreite und Nabenlänge ersichtlich.

Nietdurchmesser = 11 mm +
 (fertig geschlagener Niet mit beiderseitigem Halbrundkopf)

- 14 "
- 17 "
- 20 "
- 23 "
- 26 "
- 29 " u. größer



Schrauben:

- 5/8"
- 3/4"
- 1"
- 1 1/8" und größer } 1 3/4"

Versenkter Niet, 17 \varnothing oberer Kopf versenkter
 unterer " "
 beiderseits " "

Abb. 99. Darstellung der Niete und Schrauben bei Eisenkonstruktionen.

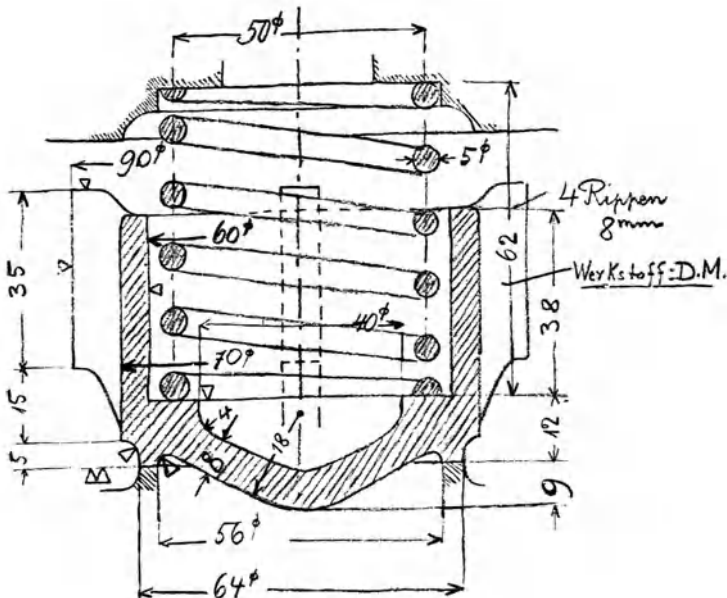


Abb. 100. Aufnahmeskizze (nach der Bleizeichnung wiedergegeben). Zeigt zugleich die vereinfachte Darstellung von Schraubenfedern

Zahnräder. Bei Stirnrädern wird der Teilkreis strichpunktirt, der Kopfkreis voll ausgezogen und der Fußkreis gestrichelt (Abb. 94).

Bei kleineren Getriebeanordnungen kann der Fußkreis (Abb. 95), bei noch einfacherer Darstellung kann auch der Kopfkreis wegfallen. Abb. 96 stellt ein Stirnrad mit schrägen Zähnen, Abb. 97 ein Kegelraderpaar mit Winkelzähnen dar. Beide Bilder sind mit Vorsicht zu verwenden. Bei einer technisch richtigen Skizze eines Getriebes, einer Transmission usf. muß stets die Kranzbreite und die Nabenlänge mitangegeben werden (Abb. 98).

Niete. Bei Eisenkonstruktionen (also nicht im Kesselbau) sind abgekürzte Zeichen nach Abb. 99 für Niete und Schrauben üblich (vgl. DIN 139).

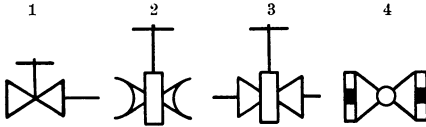


Abb. 101. Sinnbilder. 1: Durchgangsventil mit Flanschen. 2: Schieber mit Gußrohrmuffen. 3: Schieber mit Flanschen. 4: Hahn mit Gewindemuffen.

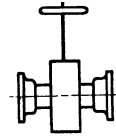


Abb. 102. Schieber mit Gußrohrmuffen, maßstäblich ($\approx 1:20$).

Federn. Federn werden schematisch meist im Schnitt dargestellt (Abb. 100), die Angabe der rückwärtigen Windungen kann unterbleiben. Anzugeben sind: Drahtstärke, mittlerer Windungsdurchmesser, Zahl der freien Windungen, Drahtlänge, Länge der ungespannten Feder, Länge und Belastung der gespannten Feder. (DIN 29.)

Hähne, Ventile, Schieber, Rohrleitungen (Abb. 101—102).

9. Skizzieren und Entwerfen.

Skizzieren ist die beste Vorübung zum Zeichnen und Entwerfen.

Im Schulunterricht findet das Skizzieren meist nach Modellen und Werkstücken statt (Aufnahmeskizzen), im Selbstunterricht kann das Skizzieren auch nach guten Abbildungen von Maschinenteilen geübt werden. Sehr zu empfehlen ist das Herauszeichnen von Einzelteilen aus Zusammenstellungszeichnungen und das Skizzieren aus der Erinnerung. Im jungen Maschinentechniker muß die Fähigkeit herangebildet werden, technische Anordnungen aller Art — sei es nun ein Dachstuhl oder eine Rohrleitung, ein Einzelteil einer Werkzeugmaschine oder eine Dampfmaschinensteuerung — die er nur kurze Zeit betrachten konnte, später aus dem Gedächtnis skizzieren oder „nacherfinden“ zu können. Die zahlreichen Exkursionen in Fabriken und Werkstätten sind wertlos, falls darüber nicht einige sachgemäße Skizzen und kurze Berichte gefordert werden. Diese Skizzen müssen, da ein Zeichnen an Ort und Stelle nicht möglich ist, aus dem Gedächtnis angefertigt werden.

Einzelheiten: Bleistift weich und mit kugelförmiger Spitze, ja nicht flach! Papier glatt und anfangs ohne Liniennetz, um an völlig freihändiges Zeichnen zu gewöhnen. Lotrechte und wagrechte Striche sind bei unveränderter Lage des Papiers zu ziehen, und zwar rasch in einem Zug, nicht mehrmals mit dem Bleistift hin- und herfahrend. Zuerst werden stets die Mittellinien gezogen, dann die Umfangslinien. Die Skizze wird erst in feinen Strichen ausgeführt, wenn erforderlich verbessert, dann kräftig nachgezogen. Die feinen Striche sind so dünn zu ziehen, daß zu lang gezogene oder falsch gezogene Linien in der fertigen Skizze nicht stören und nicht wegradiert werden müssen. Skizzen sollen weder zu flüchtig, noch zu genau ausgeführt werden.

Aufnahmeskizzen (Abb. 100). Der Gegenstand der Skizze ist in allen erforderlichen Schnitten und Ansichten darzustellen. Alle Maße, die zum genauen Aufzeichnen oder zum Herstellen des aufgenommenen Gegenstandes benötigt werden, sind einzutragen. Bei Maschinen-Elementen, die aus mehreren Teilen bestehen, skizziere man zuerst jeden einzelnen Teil und stelle dann erst eine Gesamtskizze her. Das Material ist anzugeben, falls nicht eine besondere Stückliste der einzelnen Teile angefertigt wird.

Die Skizze soll nicht maßstabrichtig (1:1, 1:5) sein, sondern nur verhältnismäßig. Man beginne daher nie mit dem Abmessen des zu skizzierenden Gegenstandes, sondern schätze die Hauptabmessungen gegeneinander ab und wähle für eine dieser Abmessungen eine derartige Länge, daß eine deutliche Figur entsteht, die das übersichtliche Eintragen der Maße gestattet. Doch hüte man sich vor zu großen Skizzen. Fertigt man von den einzelnen Teilen einer Maschine getrennte Skizzen an, so kann man die größeren Teile verhältnismäßig kleiner, die kleineren dagegen größer aufzeichnen. Sobald das Werkstück aufgezeichnet ist, werden die Maßlinien eingetragen, erst für die Hauptmaße, dann für die weniger wichtigen Maße. Dann beginnt das Messen und Einschreiben der Maße. Die Bearbeitung, soweit sie erkennbar ist, wird gleichfalls angegeben.

Schematische Skizzen. Die Abb. 103 u. 104 zeigen richtige und fehlerhafte Ausführungen. Die schematischen Skizzen, die meist zur Erläuterung des Vortrages oder einer Beschreibung dienen, sollen das Grundsätzliche einer Anordnung zeigen, sie entstehen daher nicht durch bloßes „Vereinfachen“, durch Weglassen des scheinbar Unwesentlichen, sondern durch Hervorheben des Wesentlichen.

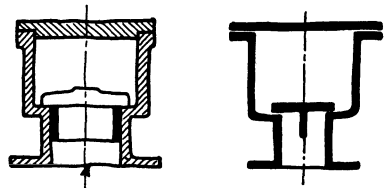


Abb. 103. Falsch. Abb. 104. Richtig.
Schematische Skizzen von Ventilgehäusen.

Namentlich hüte man sich, konstruktive Einzelheiten dadurch „schematisch“ darstellen zu wollen, daß man die Arbeitsleisten, die Abrundungen, die Durchdringungslinien usw. wegläßt (Abb. 103). Skizzen dieser Art wirken geradezu verderblich, da sie dazu verleiten, auch beim Entwerfen die gleichen Fehler zu begehen. Ähnlich wie unrichtige schematische Skizzen wirken oft sehr stark verkleinerte Abbildungen in technischen Zeitschriften und Büchern. Man versuche ja nicht, derartige Abbildungen durch gedankenloses Vergrößern in „Werkzeichnungen“ zu verwandeln!

Perspektive Skizzen¹⁾. Durch perspektive²⁾ Skizzen wird die Vorstellungskraft, das räumliche Sehen und Denken wesentlich gestärkt, allerdings nur dann, wenn es sich nicht um ein Abzeichnen von Vorlagen handelt oder um ein Übersetzen senkrechter Parallelprojektionen in Perspektive, sondern um die Wiedergabe von Bildern, die im „Kopf“ Form und Gestalt gewonnen haben und nun von der geschickten „Hand“ zu Papier gebracht werden. „Die Zeichnung als Ausdrucksmittel und die Formvorstellung als Geistestätigkeit stehen in genau demselben Verhältnis wie die Sprache zu den Gedanken“ (Riedler: Das Maschinenzeichnen).

¹⁾ Vgl. Volk: Das Skizzieren von Maschinenteilen in Perspektive. IV. Aufl. Berlin: Julius Springer. — Keiser, K.: Das Skizzieren ohne und nach Modell für Maschinenbauer. Berlin: Julius Springer 1921.

²⁾ Neuere Wortform für perspektivisch.

Der Anfänger wird sich zuerst nur die Grundform vorstellen können, diese skizzieren und nun das Werkstück am Papier gleichsam bearbeiten und vollenden. So wird das Skizzieren zum Schmieden, Drehen, Hobeln; es zwingt den Kön-

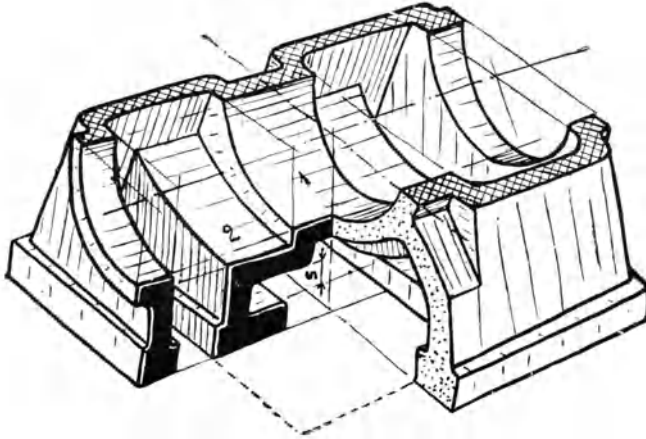


Abb. 105. Riderschieber (Horizontal-, Längs- und Querschnitt in einer Figur).

strukteur an die Herstellung, an die Arbeitsvorgänge, an Einformen und Aufspannen zu denken, und ist das beste Mittel, die Tätigkeit am Zeichenbrett mit dem Schaffen in der Werkstatt zu verknüpfen. Beispiele: Abb. 105, 106.

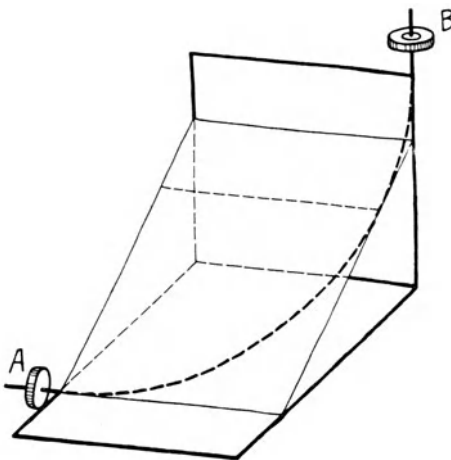


Abb. 106. Bestimmung eines schmiedeeisernen Rohrkrümmers, der Flansch A mit Flansch B verbinden soll.

zweckmäßig so vorgenommen, daß man über den vorhergehenden Entwurf Pauspapier legt und die unverändert bleibenden Teile durchpaust. Der neue Entwurf ist dann auf dem Pauspapier auszuführen. Das Verfahren ist nach Bedarf zu wiederholen.

Vorgang beim Entwerfen¹⁾ eines Einzelteiles.

1. Auf Grund von guten Ausführungen eine maßstabrichtige Entwurfskizze (1:1 oder 1:5) anfertigen.

2. Durch rasche Überschlagrechnung untersuchen, ob die Abmessungen in bezug auf Festigkeit, Auflagerdruck, Reibung usf. genügen.

3. An Hand der Rechnung eine verbesserte Entwurfskizze anfertigen und auf Grund der geänderten Abmessungen genauer nachrechnen. Zulässigkeit der gemachten Annahmen kritisch beurteilen, Herstellung, Raumbedarf, Montage berücksichtigen (auf Zusatzspannungen Rücksicht nehmen), die äußere Gestalt den sachlichen Forderungen anpassen, die Hauptformen klar und bestimmt herausheben usf. Die Abänderung wird

¹⁾ Dabei ist vorausgesetzt daß der Anfänger fast nie völlige Neukonstruktionen auszuführen hat.

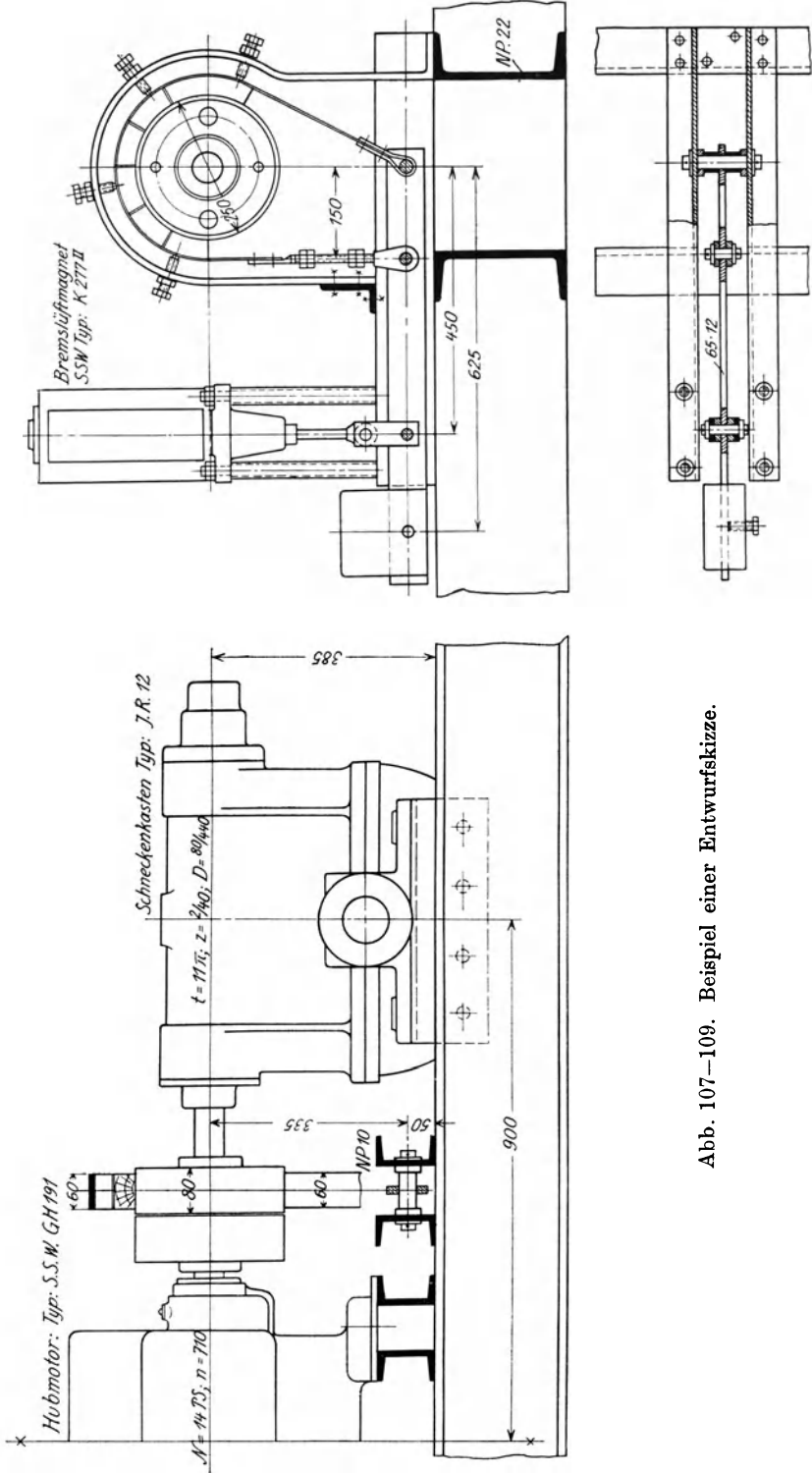


Abb. 107-109. Beispiel einer Entwurfskizze.

4. Die Werkzeichnung entwerfen. Beim Entwerfen der Werkzeichnung auf die Einteilung des Blattes und die richtige Anordnung der Ansichten und Schnitte Rücksicht nehmen; sind mehrere Ansichten erforderlich, so ist gleichzeitig an allen Ansichten zu arbeiten, weil dadurch die körperliche Form des

Werkstückes besser zum Bewußtsein des Konstrukteurs kommt. Die Linien müssen kräftig sein, dürfen aber nicht mit einem zu harten Bleistift so eingegraben werden, daß sie nur schwer wegradiert werden können. Zum Entwerfen sind nur mittelharte Bleistifte mit runder, ja nicht flachgeschliffener Spitze zu verwenden. Die aus der Rechnung folgenden oder beim Entwurf gewählten Maße und Passungen sind sofort in die Bleizeichnung einzutragen. Die Bleizeichnung und der Entwurf samt Rechnung müssen so klar sein, daß die Arbeit in jedem Augenblick ohne viel mündliche Erläuterung von einem anderen Konstrukteur übernommen oder nach einer oft monatelangen Pause ohne Schwierigkeit fortgesetzt werden kann.

Überläßt der Konstrukteur die Fertigstellung der Zeichnung (oder die Anfertigung der Pause) einem Zeichner, so hat er vorher alle Hauptmaße einzutragen und zu kontrollieren, die Passungen und Bearbeitungszeichen anzugeben. Er bescheinigt die Richtigkeit der Stammzeichnung oder Stammpause durch seine Unterschrift.

Handelt es sich um den Entwurf einer zusammengesetzten Maschine, die zum Teil aus genormten Elementen besteht, so benützt man beim Entwurf auf Pauspapier gezeichnete, maßstabrichtige Skizzen dieser Teile. Ist z. B. eine fahrbare Kranwinde zu entwerfen, so wird man die Pausen der gewählten Motoren, Schneckengehäuse, Lüftmagnete usf. solange verschieben, bis eine Verteilung erreicht ist, die in bezug auf Platzbedarf, Zugänglichkeit, Gewichtsverteilung usf. den Ansprüchen genügt.

Beispiel einer derartigen Entwurfszeichnung: Abb. 107—109.

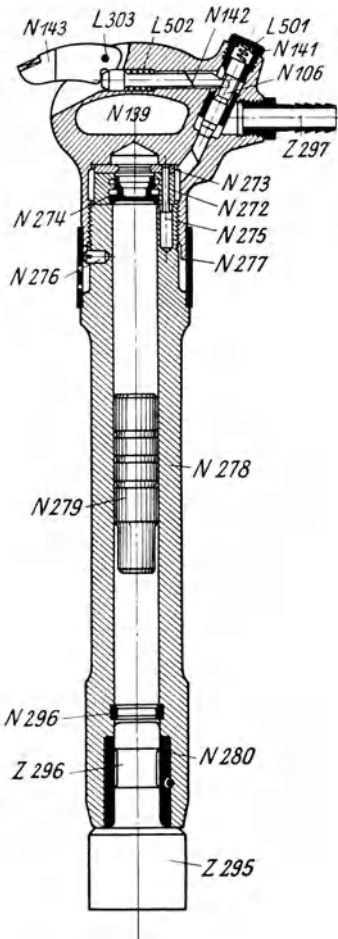


Abb. 110.

10. Gesamtzeichnungen und sonstige Zeichnungen.

Je nach dem Zweck kann man unterscheiden:

1. Vollständige Zusammenstellungen, die auf Grund der Teilzeichnungen angefertigt werden und den Zusammenhang aller Teile und die Richtigkeit der Einzelmaße erkennen lassen.

Bei umfangreichen Maschinen ist das Zeichnen derartiger Zusammenstellungen schwierig und zeitraubend. Man begnügt sich daher oft mit der Gesamtzeichnung der bewegten Teile (z. B. der Steuerung), um genau feststellen zu können, ob der erforderliche Platz für die Bewegung vorhanden ist.

2. Vereinfachte Zusammenstellungen für Zwecke der Montage oder der Aufstellung, als Angebotszeichnung (Prospekt, Offert), als Erläuterungszeichnung (Abb. 110), als Plan für die Durchführung von Messungen usf. Die Ausführung ist dem jeweiligen Zweck anzupassen, das Wesentliche und für die vorliegende Aufgabe Wichtige ist hervorzuheben.

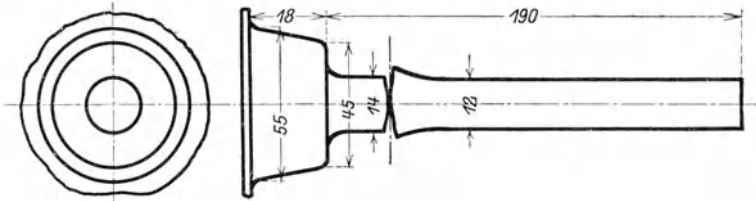


Abb. 111. Kegel im Gesenk geschmieden, Rundeisen anschweißen.

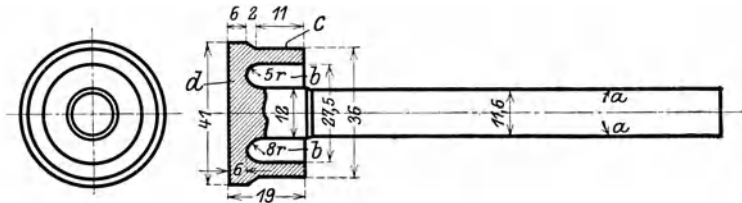


Abb. 112. Schruppen (b und c mit Formstahl).

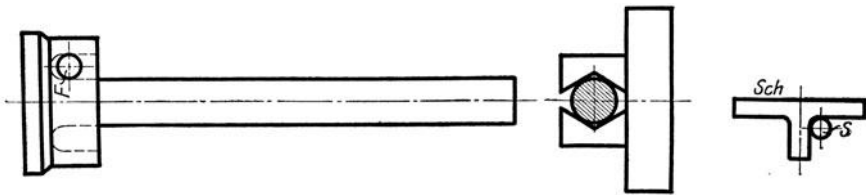


Abb. 113. Ausfräsen der Führungsrippen mit Fingerfräser nach Schablone *Sch*.

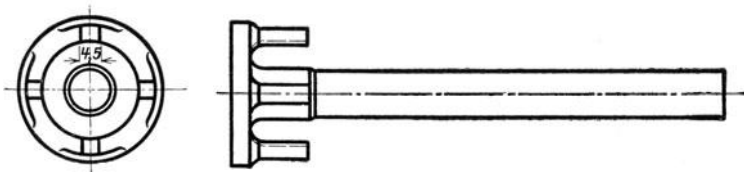


Abb. 114. Kegel mit ausgefrästen Führungsrippen.

Abb. 111—114. Bearbeitung eines Ventilkegels. (Aus E. Hoeltje: Bearbeitung von Maschinenteilen. Berlin: Julius Springer.)

3. Fundamentpläne, die entweder ausschließlich alle Angaben über das Mauerwerk enthalten oder auch die Maschinenanlage erkennen lassen. Auf die Eigenart des Baustoffes (Ziegel, Klinker, Quadern, Beton), auf die üblichen Abmessungen der Steine, auf Zugänglichkeit der Kanäle, genügend Platz für das Anziehen der Schrauben, Erneuern der Packung usf. ist gebührend Rücksicht zu nehmen.

4. Rohrpläne (vgl. Abb. 101 u. 102). Einfache Rohrpläne zeigen die Maschinenanlage mit den Anschlüssen und die Rohrleitung. Schwierigere Pläne erfordern

einen Gesamtplan, Einzelpläne der verschiedenen Leitungen (z. B. Abdampfleitung, Kondensleitung usw.) und Stücklisten mit Maßskizzen der einzelnen Teile. Bei den Formstücken und Armaturen sind die Normen zu beachten.

Zu den Rohrplänen in weiterem Sinne gehören auch die Pläne für die Schmieröleleitungen, die bei größeren schnellaufenden Maschinen sehr sorgfältig zu konstruieren sind.

Von sonstigen Zeichnungen seien erwähnt: graphische Darstellungen, Schaubilder, Steuerungspläne, Schaltpläne, Wicklungspläne für elektrische Maschinen usw. Zeichnungen der Geländer, Verschalungen, Schutzbleche, Abdeckplatten usw.

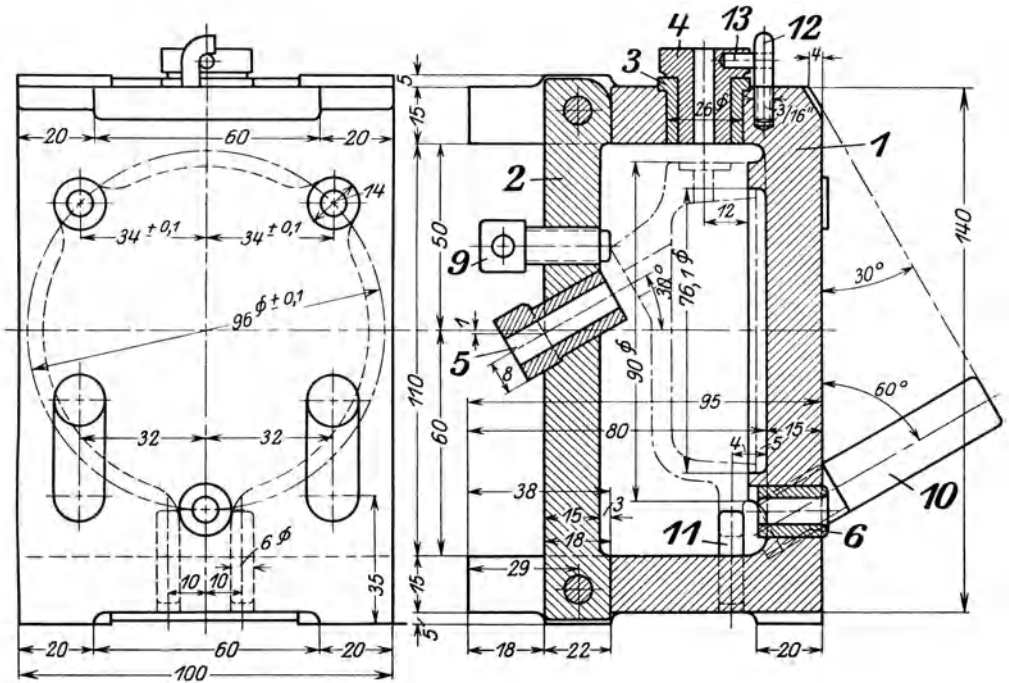


Abb. 115/116. Ausschnitt aus einer Vorrichtung-Zeichnung (Bohrform für einen Deckel).

Zeichnungen für die Fabrikation.

In der Einzelfabrikation genügt meist die Werkzeichnung für die Herstellung. In der Massen- und lebhafteren Reihenfertigung sind je nach dem Herstellungsgang außer den bereits erwähnten Modellzeichnungen, Schmiedezeichnungen, Schruppzeichnungen usw. erforderlich:

- Bearbeitungspläne (Operationspläne) Abb. 111—114.
- Zeichnungen der Werkzeuge.
- Zeichnungen der Vorrichtungen, Lehren, Gesenke, Schnitte (Abb. 115, 116).

Die Ausarbeitung dieser Zeichnungen ist mindestens eben so wichtig, wie das Konstruieren des Werkstückes. Es erfordert genaue Kenntnis des Werkstättenbetriebes, sicheres Einfühlen in die Tätigkeit des Arbeiters, gute Raumvorstellung und Erfindungsgabe. Es trägt zur Entwicklung der konstruktiven Fähigkeiten meist mehr bei, als das durch die Rechnung, die Normung und die Überlieferung ziemlich stark eingeschränkte Entwerfen der Maschinenelemente.

11. Rücksicht auf Herstellung und Verwendung.

A. Allgemeines.

„Form ist Ausdruck der Notwendigkeit.“
Hebbel.

Für den Zeichner ist die Zeichnung Selbstzweck, für den Konstrukteur ist sie nur ein Mittel, durch das er der Werkstätte seine Absichten kundgibt. Der Konstrukteur hat nicht eine Zeichnung, sondern ein Werkstück anzufertigen. Lange bevor der Former das Modell einformt und lange bevor der Fräser das Gußstück aufspannt, hat der Konstrukteur vor seinem Zeichenbrett in Gedanken all diese Arbeiten ausgeführt, hat er an den Kern gedacht und an das Ausheben aus der Form, an den Auslauf des Fräasers, an die Gefahr des Verspannens, an die Bearbeitungszeit, an das Messen und die Revision. Natürlich lassen sich die genannten und viele andere Gesichtspunkte für die Formgebung nur im engsten Zusammenhang mit einer bestimmten Konstruktion, die in einer bestimmten Werkstatt ausgeführt werden soll, erörtern. Auch kann hier nicht auf Fragen eingegangen werden, die in ein Lehrbuch über Gießerei, Gesenkebau oder Werkzeugmaschinen gehören. Hier sollen nur jene allgemein gültigen Regeln besprochen werden, die den Zusammenhang der Konstruktionszeichnung mit der Fertigung betreffen¹⁾.

Bei Neukonstruktionen sind die eingeführten Normen, die Listen oder Karteien vorhandener Modelle, Gesenke und Schnitte und die Aufstellungen über die Bearbeitungseinrichtungen (Maschinen, Vorrichtungen, Spezialwerkzeuge, Schablonen usw.) zu beachten.

Bestehen derartige Listen nicht, so ist eine unmittelbare Verständigung mit der Werkstätte herbeizuführen.

Maschinenteile für den gleichen Zweck, die an verschiedenen Maschinen vorkommen (z. B. Kreuzköpfe für Dampfmaschinen, Pumpen, Kompressoren usw. Steuerwellenlager, Stopfbüchsen) oder die in verschiedenen Abteilungen benötigt werden, sollen womöglich gleiche Abmessungen erhalten, damit sie wirtschaftlich in größerer Stückzahl hergestellt werden können. Vor Ausführung derartiger Teile soll sich der Konstrukteur auf den vorgeschriebenen Weg mit den anderen Abteilungen, mit der Gießerei,

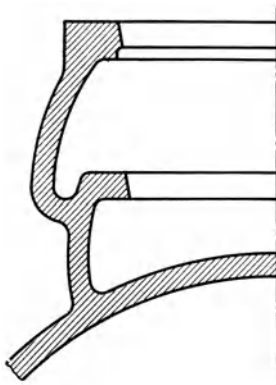


Abb. 117. Ventilgehäuse, richtig.

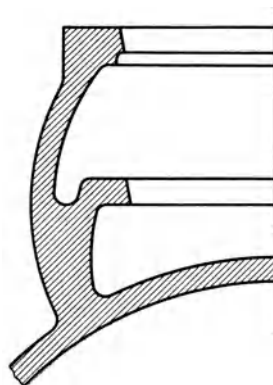


Abb. 118. Falsch, Gußanhäufung.

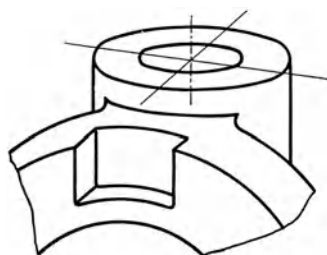


Abb. 119. Flansch ausgespart, um Gußanhäufung zu vermeiden.

¹⁾ Anfängern wird empfohlen, ihre Zeichnungen an Hand der Abb. 117—240 durchzusehen. Sie werden dadurch auf manche Fehler aufmerksam werden.

der Werkstatt usf. verständigen. (Sehr erzieherisch wirkt die in manchen Werken bestehende Vorschrift, daß der Konstrukteur bei der Abnahme neu angefertigter Modelle zugegen sein muß und daß er die Übereinstimmung mit der Zeichnung zu bescheinigen hat.)

B. Rücksicht auf Modell, Einformen und Guß.

1. Das Gußstück soll so gestaltet werden, daß das Modell sich womöglich in 2-teiligen Kasten einformen läßt; mehrteilige Kasten, falsche Kerne usf. sind tunlichst zu vermeiden. Man überlege sich beim Entwurf stets, wie die Teilebene im Modell verläuft und in welcher Richtung das Modell auszuheben ist. Das Ausheben des Modelles aus der Form, der Kerne aus den Kernbüchsen soll leicht möglich sein, namentlich bei Formmaschinenarbeit (Rippen verjüngen, Wände neigen usf. Bei Schablonenformerei ist keine Neigung der Wände erforderlich.) Seitliche Augen, Leisten und Angüsse erschweren das Ausheben. Man befestigt derartige Augen oft lose am Modell (Anstecker). Diese losen Augen sind mitunter die Ursache von Gußfehlern¹⁾, sie geraten in Verlust, werden an unrichtiger Stelle befestigt usf. Alle Ecken sind gut zu runden. Scharf einspringende Ecken sind oft die Ursache von Rissen und auch formtechnisch zu verwerfen, da sie beim Ausheben des Modelles meist

Schnitt A-B.

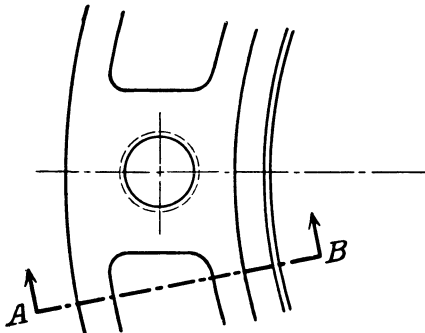
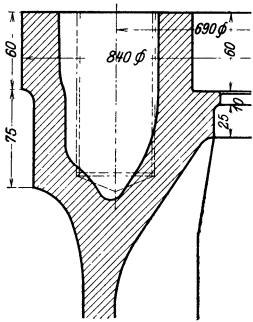


Abb. 120. Zylinderflansch eines Dieselmotors. Aussparungen und Übergänge beachten!

Abb. 121. Falsch. (Scharfe Ecke!)
 Abb. 122. Falsch. (Gußanhäufung!)
 Abb. 123. Richtig.

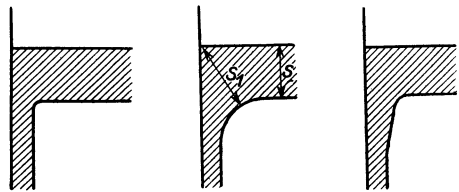


Abb. 121—123. Übergänge von schwachen zu starken Querschnitten.

ausbrechen und dann ausgebessert werden müssen. Richtig angeordnete Abrundungen erleichtern auch das Fließen des Materials beim Gießen (Abb. 123).

2. Ungünstige Stoffanhäufungen sind zu vermeiden, die Wandstärken möglichst gleichmäßig auszuführen (Abb. 117, 118). Muß ein schwacher Querschnitt in einen starken übergeführt werden, so ist ein allmählicher Übergang zu wählen, doch darf die Übergangsstelle selbst keine Gußanhäufung zeigen (Abb. 121—123). Man beachte die Gußanhäufungen, die in den Ecken bei gleichzeitiger Anwesenheit von Rippen entstehen. (Abb. 11 zeigt eine Konstruktion mit ausgesparten Rippen.)

Gehäuseteile, die sich bei wechselnden Betriebstemperaturen frei ausdehnen sollen, darf man nicht mit kälter bleibenden Teilen, mit Flanschen und sonstigen

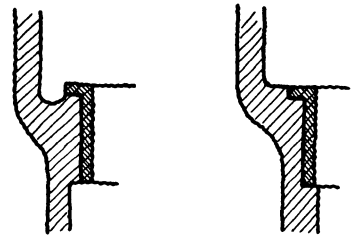
¹⁾ Bei gut gearbeiteten Modellen erhalten die losen Augen Schwalbenschwanzführungen, die aber erhebliche Kosten verursachen.

starrten Wänden zusammen gießen. (Namentlich bei Heißdampfzylindern und bei den Zylinderköpfen der Verbrennungsmaschinen zu beachten.) Vermag der Konstrukteur das Zusammentreffen nicht zu vermeiden, so soll er wenigstens dafür sorgen, daß an der Stoßstelle keine Gußanhäufung entsteht (Abb. 119).

3. Das Nachfließen des Materials darf (namentlich bei Stahlformguß) nicht durch Querschnittsverminderungen verhindert werden. Starke Querschnitte im Innern eines Werkstückes, denen das Material durch dünnere Wände zufließt, sind möglichst zu vermeiden.

4. Auf Gußspannungen ist Rücksicht zu nehmen. Gußspannungen entstehen immer dann, wenn zusammenhängende Teile eines Abgusses verschieden schnell abkühlen. Können diese Spannungen nicht durch möglichst gleichmäßige Wandstärken vermieden oder vermindert werden¹⁾, so ermögliche man die Formänderung durch Teilen des Gußstückes, Sprengen der Radnaben usf.

5. Bei den zu bearbeitenden Flächen macht die Tischlerei eine Bearbeitungszugabe, die bei großen Gußstücken meist größer ist als bei kleinen. Die fertig bearbeiteten Flächen können nach Abb. 124 und 125 entweder vorspringen oder zurückspringen. In beiden Fällen wird durch die Zugabe die Querschnittsverteilung verändert. Dies ist besonders an Stellen zu beachten, bei denen ohnehin ein ziemlich plötzlicher Übergang von schwächeren zu stärkeren Querschnitten stattfindet. An solchen Stellen zeichne man beim Entwerfen die Zugabe ein und prüfe den Übergang genau nach²⁾. Soll z. B. ein Flansch nach Abb. 126 innen und außen gedreht werden, so wächst die Wandstärke durch die Bearbeitungszugabe um fast 25 vH und die Gefahr der Lunkerbildung nimmt entsprechend zu. Günstigere Lösungen zeigen die Abb. 127—129.



— = rohe Gußfläche
 ▨ = Bearbeitungszugabe

Abb. 124. Erhöhte, aufgelegte Bearbeitungszugabe. Abb. 125. Versenkte (weggedrehte) Bearbeitungszugabe.

Abb. 124—125. Verschiedene Anordnung der Bearbeitungszugabe.

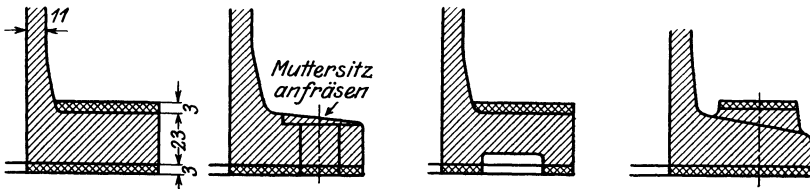


Abb. 126.

Abb. 127.

Abb. 128.

Abb. 129 (Abb. 218 beachten).

Abb. 126—129. Verschiedene Flanschformen. Einfluß der Bearbeitungszugabe auf die Wandstärke des Rohgusses.

Bei Zahnrädern, deren Zähne aus dem Vollen geschnitten sind, beachte man, daß das rohe Gußstück eine beträchtliche Kranzstärke besitzt. Die Stärke der Arme oder der Radscheibe muß daher dem vollen, unbearbeiteten Kranzquerschnitt angepaßt sein.

¹⁾ Vgl. Abb. 120. Der starke Flansch besitzt Aussparungen. Der Übergang von der Wand zum Flansch erfolgt allmählich. Die Löcher für die Stiftschrauben werden eingegossen. Noch besser ist das Einlegen schmiedeeiserner Kerne.

²⁾ Bei manchen Firmen werden besondere „Modellzeichnungen“ angefertigt, die alle für die Tischlerei erforderlichen Angaben enthalten.

Mitunter müssen Flächen, die der Konstrukteur unbearbeitet lassen wollte, aus gießereitechnischen Gründen bearbeitet werden. Ein hoher Kranz nach Abb. 130, der innen unbearbeitet bleiben soll, läßt sich (namentlich in Stahlformguß) einwandfrei überhaupt nur nach der gestrichelten Form gießen, da das Material durch die Einschnürung *a* nicht rasch genug nach *b* fließen kann und in *a* früher erstarrt. Der Kranz muß dann innen mit hohen Kosten in der gewünschten Weise ausgedreht werden, falls die Konstruktion nicht anders ausgeführt werden kann.

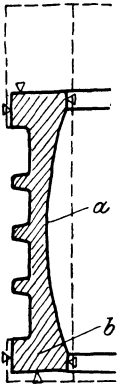


Abb. 130.
Ungünstig.

6. Arbeitsflächen, die besonders dicht sein sollen, legt der Gießer gern nach unten. Lassen sich Arbeitsflächen (z. Bohrungen), die ungünstig liegen und denen das Material schlecht zufließt, nicht vermeiden, so sehe man vielleicht eine Ausbuchtung vor, damit eine poröse Stelle nicht das ganze Stück zum Ausschluß macht.

7. Bei dicken Kränzen, Ringen usw. mit dünnen Armen oder Rippen entstehen starke Zugspannungen im Kranz, die entweder ein Aufreißen des Kranzes oder Zerschneiden der Arme bewirken; bei dünnen Kränzen und dicken Armen entstehen gefährliche Zugspannungen in den Armen. Bei Stahlguß treten die Risse meist in dem noch glühenden Stück, kurz nach Beginn der Erstarrung auf (Warmrisse). Die Festigkeit des Stahles ist in diesem Zustande besonders gering. Ungleich starke Teile eines Stückes (z. B. starke

Wandung und dünne Rippe eines Dieselmotorkolbens) haben wegen der verschiedenen Abkühlung, verschiedenes Gefüge und verschiedenen Spannungszustand. Sie zeigen daher verschiedenes Verhalten gegenüber den im Betrieb auftretenden Temperaturänderungen, wodurch die Gefahr von Rissen vermehrt wird.



Abb. 131. Falsch. (Gefahr der Kernverlagerung!)

8. Bei langen Hohlkörpern mit kleinen Bohrungen nach Abb. 131 läßt sich der Kern schlecht lagern. Viele Kernstützen verteuern die Ausführung und führen oft zu porösem Guß.

Verlagert sich der Kern, so erhält der Körper ungleiche Wandstärke und verzieht sich oft. Auch kann sich infolge der Querschnittsänderung ein Lunker bilden. Befürchtet der Gießer eine Kernveranlagung um *k* mm und soll an der schwächsten Stelle noch immer eine Mindestwandstärke *s'* verbleiben, so ist der Kerndurchmesser für eine Wandstärke *s' + k* zu bemessen. Ein ungünstig gestützter Kern verleitet also zu „völligem“ Guß.

Abhilfe bei Abb. 131: auf einer Seite (oder besser auf beiden Seiten) große Öffnung mit Deckel vorsehen oder Hohlkörper zweiteilig ausführen. — Wird der Kolben stehend, mit dem Ende *A* nach oben, gegossen, so hindert die nach innen gezogene Bohrung das Abströmen der aus dem Kern aufsteigenden Gase.

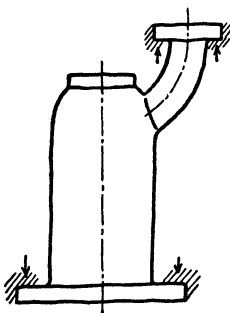


Abb. 132. Ungünstig.

9. Kernräume müssen gut entlüftet sein und müssen sich gut putzen lassen. Die Kernlöcher zum Entfernen des Kernes sollen möglichst groß sein. Verschuß durch Schrauben (mindestens $R 1\frac{1}{2}$ "), verstemte Scheiben oder besondere Putzdeckel.

10. Der an den Teilfugen und an den Kernlagern sich bildende Grat muß sich leicht entfernen lassen oder soll bei der Bearbeitung weggenommen werden.

Ein an unbearbeiteten Umfangsflächen sitzender Grat erhöht die Kosten des Gußputzens beträchtlich.

11. Längere Gußstücke, die oben und unten Flansche, Wulste oder Ansätze aufweisen (Abb. 132), können nicht frei schrumpfen, sondern werden durch das Formmaterial am Zusammenziehen gehindert. Wird die Form nicht rasch und sachgemäß zerstört („Freistoßen“), so reißen derartige Gußstücke oft noch in der Form. (Beiderseits vorspringende Flansche vermeiden oder Gußstück teilen.) Das Freistoßen ist auch bei Abb. 131 erschwert.

Besonderes über Stahlformguß.

Die Gesetze, nach denen sich der Stahl beim Gießen, Erstarren und Erkalten verhält, sind andere als für Gußeisen. Das Schwindmaß ist wesentlich höher (1,5–2 vH), die Gefahr der Lunker- und Rißbildung daher vermehrt. Auch schwindet Stahl rascher als Gußeisen, so daß das Freistoßen des Gußstückes sehr rasch und bequem möglich sein soll.

Lunkerbildung läßt sich bei Stahlguß meist nur durch verlorene Köpfe (Gußtrichter) vermeiden. Sie sind aber nur wirksam, falls an der Anschlußstelle keine Einschnürung des Querschnittes eintritt und falls die zur Lunkerbildung neigende Stelle in der Nähe des verlorenen Kopfes liegt. So kann in Abb. 135 der oben liegende verlorene Kopf eine Lunkerbildung im unteren Flansch nicht verhindern.

Wird ein Schwungrad nach Abb. 133 konstruiert und würde man den Aufgüssen nur die Querschnitte t_1 und k_1 geben, so wäre starke Lunkerbildung die Folge. Der Gießer muß, falls die Konstruktion nicht geändert werden kann, die Aufgüsse nach den strichpunktiierten Linien ausführen. Dadurch wachsen die Kosten für den Guß und für das Wegarbeiten der Aufgüsse. Abb. 134 zeigt die richtige Form. Dabei dürfte man aber die Nabenausparung nicht nach der gestrichelten Linie ausführen, da sonst die Verstärkung b durch den eingeschnürten Querschnitt a gespeist werden müßte und wahrscheinlich ein Lunker entstehen würde.

Abb. 135 zeigt eine große Kollektorbüchse. Die Wand ist nur 20 mm stark und erstarrt früher als der untenliegende Flansch. Es wird ein Lunker entstehen, der voraussichtlich erst bei der Bearbeitung und nach Aufwendung beträchtlicher Löhne zum Vorschein kommt. Ein einwandfreier Guß wird nur möglich sein, wenn die Wandstärke nach der gestrichelten Linie verstärkt wird. Kann diese Stärke im fertigen Konstruktionsteil nicht beibehalten werden, so

Abb. 133. Schwungrad, Stahlformguß. Falsch. (Ansatzflächen für die gestrichelten Gußtrichter zu klein, für die strichpunktiierten ungünstig.)

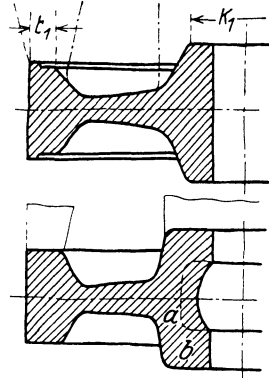


Abb. 134. Richtig. (Nabe nicht nach Strichlinie aussparen!)

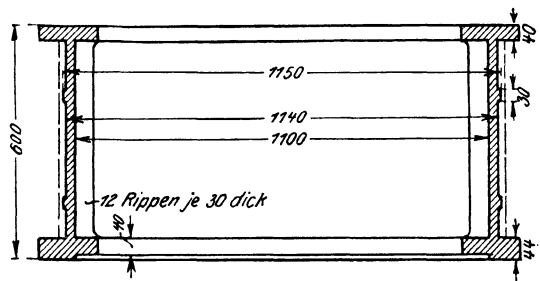


Abb. 135. (Vgl. Krieger: Stahlformguß als Baustoff. Z. V. d. I. 1919.)

muß man das Werkstück mit erheblichen Kosten auf die gewünschte geringere Wandstärke abdrehen.

Aus Abb. 136 und 137 ist die falsche und richtige Form eines Zahnradkranzes zu ersehen.

Oft hemmen die Kerne das Schrumpfen des Abgusses, namentlich starke Kerne von Hohlkörpern, die nicht sofort nach dem Guß zertrümmert werden können. Der bei Gußeisen mit Recht beliebte Hohlguß ist bei Stahlformguß möglichst zu vermeiden.

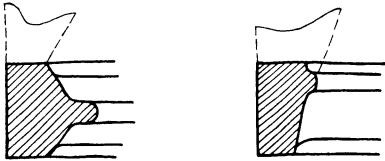


Abb. 136. Falsch. Abb. 137. Richtig.
Abb. 136/137. Zahnradkranz, Stahlformguß.

Beachtet der Konstrukteur diese Regeln nicht, so muß der Gießer besondere Kunstgriffe anwenden, um ein halbwegs einwandfreies Gußstück zu erzielen. Hierher gehören: Wahl besonderer Eisensorten, rasches Abdecken der Form an Stellen, die rasch

erkalten sollen, Anschneiden von Rippen, Einlegen von Kühldrähten und Schreckplatten, Ausbauchen von Wänden, die sich voraussichtlich verziehen werden, nach der entgegengesetzten Seite usf. Oft müssen derartig starke Aufgüsse und Zugaben vorgesehen werden, daß das Gewicht des Rohgusses 3- bis 4 mal höher wird als das Fertiggewicht und die Beseitigung der Angüsse und Zugaben eine weitere Preiserhöhung bedingt.

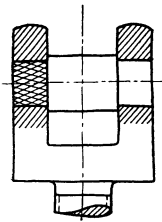


Abb. 138.
Fertigguß.

Fertigguß. Kleine Massenteile der Feinmechanik und Elektrotechnik können nach dem Fertiggußverfahren hergestellt werden. Die Flächen werden dabei so glatt und genau, daß eine weitere Bearbeitung meist nicht erforderlich ist. Bolzen- und Muttergewinde kann unmittelbar gegossen werden. Härtere Stifte, Anschläge, Zapfen aus Rotguß oder Stahl werden eingegossen.

Abb. 138 zeigt ein Führungsstück aus Spitzguß. Der eingegossene Zapfen erhält gekordelte oder angefräste Enden, das Gewinde wird gegossen und nicht geschnitten.

Beim Entwerfen sind die besonderen Konstruktionsbedingungen des Verfahrens zu beachten.

C. Rücksicht auf Schmieden.

1. Einzelne Schmiedestücke, die ohne Gesenk herzustellen sind, halte man möglichst einfach. Wenn sich der Konstrukteur die Arbeiten vergegenwärtigt, die z. B. zur Herstellung eines längeren Winkelhebels mit langen, beiderseits sitzenden Naben auszuführen sind (Abb. 139), wird er vielleicht von den Naben ganz absehen oder die Naben wenigstens nur einseitig anordnen.

Der aus Abb. 140 ersichtliche Gabelhebel ist bei Einzelherstellung sehr teuer. Billiger sind Hebel nach Abb. 141 oder Abb. 142.

2. Größere Bunde an geschmiedeten runden Stangen sind zu vermeiden. Sie werden sich meist durch Muttern oder Stellinge ersetzen lassen. Soll eine Stahlstange in axialer Richtung einen großen Druck auf Gußeisen übertragen, so können die erforderlichen Auflagerflächen auch durch einen besonderen Druckring aus Stahl erzielt werden (Abb. 143). Für noch größere Kräfte kann man warm aufgezugene Bunde anordnen.

3. Längere Schmiedestücke mit vielen Kröpfungen (z. B. Kurbelwellen) ersetzt man oft durch ein mehrteiliges Werkstück.

4. Bei Massenfabrikation kommt das Schmieden im Gesenk in Frage¹⁾ und die Arbeit in Schmiedemaschinen. Auch dafür nehme man möglichst einfache

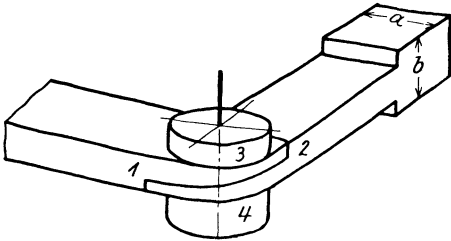


Abb. 139. Winkelhebel, aus 4 Teilen geschweißt (Einzelherstellung).

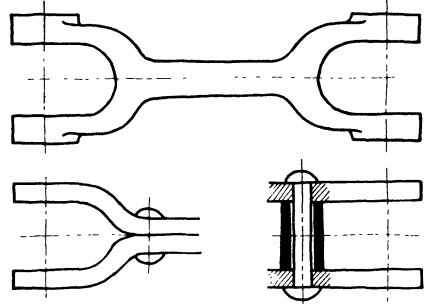


Abb. 140—142. Teuere und billige Gabelhebel (Einzelherstellung).

Formen, wobei zu beachten ist, daß auch die Herstellung des Gesenkes einfach und seine Abnutzung gering sein soll. Die Querschnittsform soll gesenkfähig sein, d. h. das Material muß gut fließen und die Gesenkhälften müssen sich gut vom Werkstück lösen (allmählicher Übergang, zweckmäßige Abrundungen, Vermeiden von Abzweigungen und scharfen Ecken). Auch ausspringende Ecken, z. B. an Vierkanten oder Sechskanten, sind gut zu runden, da sie sonst durch Kerbwirkung die Lebensdauer des Gesenkes verkürzen.

Die Seitenflächen erhalten eine Neigung von 5° bis 7° ; bei hohen Rippen,

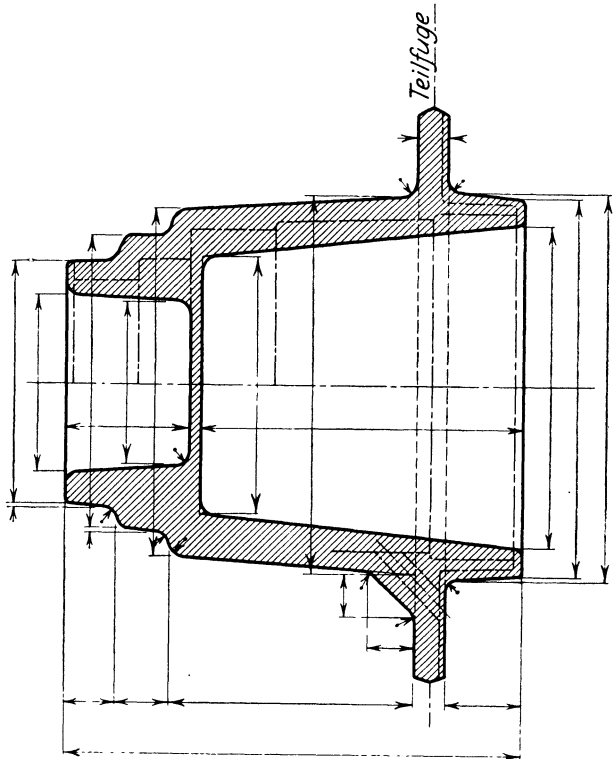


Abb. 144. Preßstück: voll ausgezogen. Bearbeitetes Werkstück: gestrichelt.

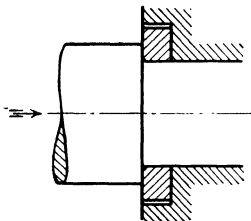


Abb. 143. Ersatz eines Bundes durch Scheibe.

¹⁾ Vgl. Abb. 9, die einen aus Flußeisen gepreßten Ventildeckel darstellt. Bei großer Stückzahl ist Gesenkschmieden billiger als Einformen und Gießen!

die sich verhältnismäßig stärker abkühlen, soll die Neigung 10 bis 15° betragen. Die Teilfuge ist so zu legen, daß das Abgratgesenk einfach wird und daß sich das Obergesenk bequem gegenüber dem Untergesenk ausrichten läßt. — Die Form von Schmiedeteilen, die im Gesenk hergestellt werden, kann oft erst nach Rücksprache mit dem Schmiedemeister und dem mit dem Entwurf oder der Herstellung des Gesenkes betrauten Fachmann endgültig festgelegt werden (vgl. Abb. 144).

Bei Schmiedemaschinen erfolgt die Formgebung durch Stauchen. Das Ausgangsmaterial sind Rund-, Profil- oder Flachstangen, die mit Köpfen, Bunden, Naben, Augen, Flanschen usf. versehen werden. Es können dabei aus Stangen von d mm Durchmesser Flanschen bis zu einem Durchmesser von $4d$ geschmiedet werden, doch kommt die Verwendung nur bei sehr hoher Stückzahl in Frage.

Für die Massenerzeugung (namentlich in der elektrotechnischen Industrie) werden vielfach warmgepreßte Messing- und Leichtmetallteile verwendet. Je nach Stückzahl ist von Fall zu Fall zu überlegen, ob man derartige Preßteile nehmen soll¹⁾, oder ob Drehen von der Stange vorteilhafter ist oder endlich Herstellung durch Guß. (Gegossenes Messing soll im guten Maschinenbau nur für untergeordnete Zwecke verwendet werden)²⁾. Oft werden gezogene oder auf Strangpressen gepreßte Profilstangen auf der Kreissäge zerschnitten und die Abschnitte durch Warmpressen in einem oder mehreren Arbeitsgängen auf die gewünschte Form gebracht.

Bei Preßteilen aus Metall sind ähnliche Rücksichten zu üben wie bei Preßteilen aus Stahl. Namentlich muß bei Flächen, die unbearbeitet bleiben sollen, die Neigung berücksichtigt werden.

D. Rücksicht auf Bearbeitung und Zusammenbau.

1. Allgemeines. Der Konstrukteur muß genau angeben, welche Stellen unbearbeitet bleiben sollen (vgl. S. 30), welche zu bearbeiten sind, welche Bearbeitungsgüte und welche Bearbeitungsgenauigkeit erforderlich ist.

Man überlege sich stets, ob der angestrebte Zweck nicht auch mit geringeren Bearbeitungskosten erreicht werden kann. Mit Rücksicht auf Lohn und Werkstoffpreis ist das Zerspanen möglichst einzuschränken.

Gepreßte, gezogene, gestanzte und gebogene Teile finden vermehrte Anwendung. Die neuzeitlichen Schweißverfahren ermöglichen es, Teile, die man früher aus einem Stück hergestellt hat, aus mehreren Teilen zusammenzusetzen.

Viele Teile, die man früher blank gemacht hat, können gestrichen werden, viele Teile, die man früher gestrichen hat, können roh bleiben³⁾. Man muß dann nur der Gießerei sauberen Guß, der Schmiede saubere Arbeit vor-

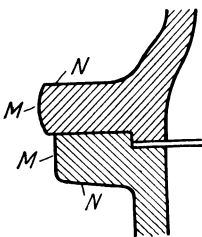


Abb. 145. Richtige Ausführung, falls Flanschen bei *M* und *N* unbearbeitet bleiben.

¹⁾ Bei Hohlkörpern mit geringer Wandstärke wird meist Ziehen wirtschaftlicher sein als Pressen.

²⁾ Festigkeit von Messingguß: rd. 15 kg/mm² bei 5 vH Dehnung

„ „ „ Preßmessing: 40—45 kg/mm² „ 25—20 vH Dehnung.

Einfluß der Temperatur auf die Festigkeit beachten!

³⁾ Bei Abb. 145 ist vorausgesetzt, daß beide Flanschen bei *M* und *N* unbearbeitet bleiben. Des besseren Aussehens wegen wird der eine Flansch dann größer gehalten und außen wulstförmig ausgeführt. Die Sitzflächen für Mutter und Kopf werden nur angefräst. Dies setzt voraus, daß die Stellen für den Fräskopf oder Senker zugänglich sind!

schreiben, und kann dann viele Teile „katzgrau“ lassen. — Flächen, die von Hand bearbeitet werden müssen, sollen überhaupt nicht vorkommen, aber auch die Maschinenarbeit ist auf das geringste Maß zu beschränken. Der Konstrukteur muß es als seine Aufgabe betrachten, so zu konstruieren, daß möglichst wenig Arbeitsflächen und nur ganz wenig Paßflächen vorkommen.

Das Stangenauge in Abb. 146 (Gußstück oder Gesenkstück) mit dem Zusatz: „allseitig bearbeiten“ ist ein Schulbeispiel für eine schlechte, gedankenlose Gestaltung, hingegen ist es völlig einwandfrei, falls es außen nur bei A und an den Augenflächen bearbeitet wird und bei r roh bleibt.

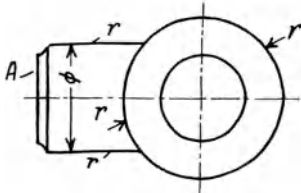


Abb. 146. Stangenauge.
Richtig, falls es bei „ r “ roh bleibt, falsch, wenn es „blank“ werden soll.

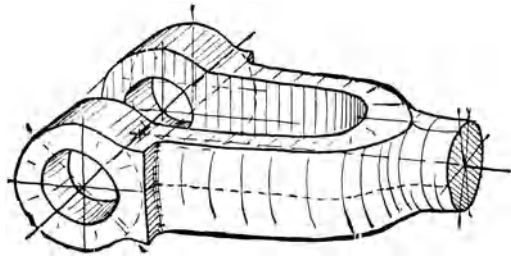


Abb. 147.

Eine richtige Form für ein allseitig bearbeitetes Gabelstück zeigt Abb. 147. Die Kurbel, Abb. 148, Form I kann bei A nur von Hand fertig bearbeitet werden. Man könnte den Rand zwar auch andrehen, doch ist der Übergang (bei \times) zwischen der Dreh- und Stoßfläche ungünstig. Besser ist Form II. Bei kleineren, im Gesenk geschmiedeten Kurbeln wird die Fläche F unbearbeitet bleiben können. Für allseitig gefräste Hebel und kleinere Kurbeln kommt Form III in Frage.

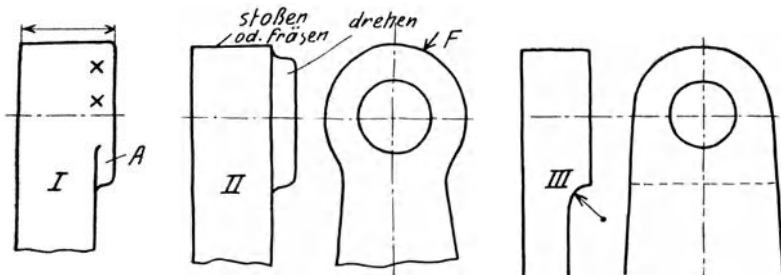


Abb. 148—152. Form I für „allseitig“ bearbeitete Kurbeln ungünstig. Form III für gefräste Kurbeln.

2. Benachbarte Flächen, die bearbeitet werden sollen, ordne man womöglich in gleicher Höhe an, damit die Bearbeitung in einer Aufspannung und mit der gleichen Werkzeugeinstellung erfolgen kann (Abb. 153—155).

Falls bei Abb. 153 die Zentrierung bei 3 entbehrt werden kann, lege man alle 3 Flächen in die gleiche Höhe und lasse die Rippe zurückspringen, damit sie nicht mitbearbeitet werden muß. Querschnitte nach Abb. 154 können richtig sein, falls es sich um Massenherstellung handelt und die Bearbeitung mit einem Sonderwerkzeug erfolgt.

Die gesamte Bearbeitung eines Stückes soll mit möglichst wenig Umspannen auf möglichst wenig Maschinen durchgeführt werden können.

Man gieße an große Stücke keine kleinen Teile an, die auf kleinen Maschinen bearbeitet werden müssen, sondern teile derartige Werkstücke, wodurch oft auch das Ausrichten und der Zusammenbau erleichtert wird.

Das Zusammengießen kann Vorteile bieten, falls Sondereinrichtungen (z. B. transportable Bohrmaschinen) bestehen oder geschaffen werden sollen, die an die großen, komplizierten Gußstücke herangebracht werden können und gleichzeitig mit den großen Bearbeitungsmaschinen in Betrieb sind. Auch beachte man, daß es im allgemeinen das Bestreben des Konstrukteurs sein muß, eine

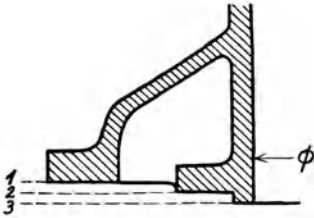


Abb. 153. Ungünstig, teuer.

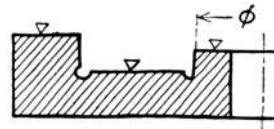


Abb. 154. Ungünstig, teuer.

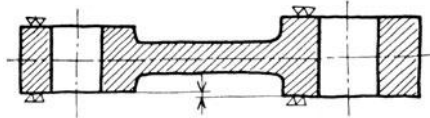


Abb. 155. Ungünstig, teuer.

Maschine oder einen Apparat aus möglichst wenig Teilen aufzubauen, um so die Montage und die Lagerhaltung zu vereinfachen und zu verbilligen. Namentlich in der Massenfabrikation ist dieser Gesichtspunkt zu beachten. Dort kann eine Beschränkung der Teile trotz höherer Auslagen für die Bearbeitungskosten zu wesentlichen Ersparnissen führen. Teile, die nicht aus einem Stück hergestellt werden können, werden dann oft durch Löten oder Schweißen unlösbar miteinander verbunden.

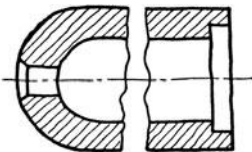


Abb. 156. Falsch.

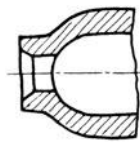


Abb. 157. Für kleine Tauchkolben ausreichend.

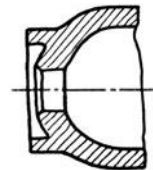


Abb. 158. Für größere, lange Kolben.

3. Bei sehr großen Werkstücken beachte man die größten Drehdurchmesser der vorhandenen Drehwerke, die größten Hobelbreiten, die größten Dreh- und Schleiflängen usf.

4. Das Aufspannen soll auf einfachste Weise, also rasch, bequem und genau möglich sein. Namentlich größere Stücke sollen nicht oft umgespannt werden. Für das Aufspannen sind Spannflächen oder Löcher zum Durchstecken von Spannschrauben vorzusehen.

Bei dünnwandigen Teilen (Aluminium-Guß!) beachte man die Gefahr des Verspannens und ordne besondere Spannleisten oder Rippen an.

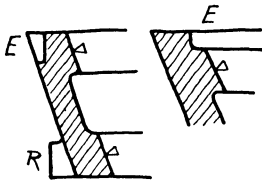


Abb. 159—161. Spannflächen bei konischen Teilen.

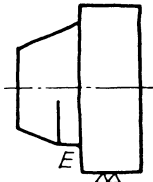


Abb. 162.

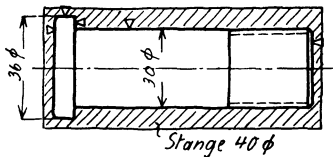


Abb. 163. Bolzen mit Bund, allseitig bearbeitet; teuer!

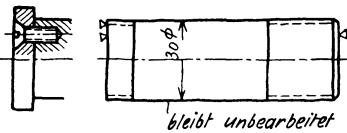


Abb. 164. Bolzen unbearbeitet, Bund aufgesetzt.

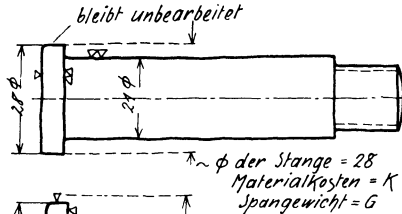


Abb. 165. Billig.

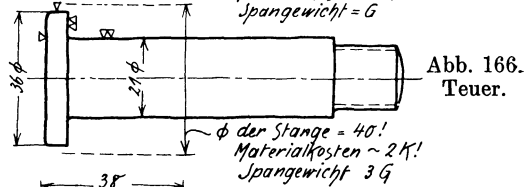


Abb. 166. Teuer.

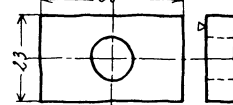


Abb. 167a.

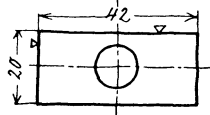


Abb. 167b.

Abb. 167a/b. Vorhanden seien die Querschnitte 38×23 , 42×25 und 46×27 . Dann ist Ausführung nach 167a richtig, nach 167b falsch, da zu 167b der Querschnitt 46×27 erforderlich wäre!

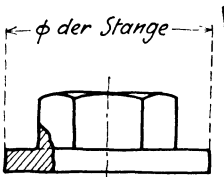


Abb. 168a.

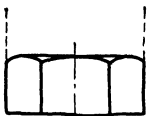


Abb. 168a. Sechskant aus runder Stange gefräst, sehr teuer!

Abb. 168b. Mutter von Sechskantstange abstechen, Scheibe von runder Stange.

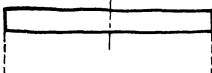


Abb. 168c.

Abb. 168c. Mutter von Sechskantstange abstechen, Bund andrehen (gut, billig).

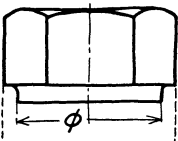
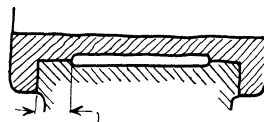


Abb. 168c.



Leisten zu schmal

Abb. 169. Falsch. Lagerschale nicht genügend gestützt, Berührungsflächen für den Wärmeübergang zu schmal.

Vorstehende Naben, Zapfen, Rippen usf. sollen das Aufspannen (namentlich auf Hobel- und Frästischen und auf Wagrecht Drehwerken) nicht erschweren.

Bei langen Drehkörpern Sorge man an beiden Enden für Spannflächen (Abb. 156—158). Wird der Körper außen nicht über die ganze Länge gedreht (z. B. Preßzylinder), sind außen Bunde zur Führung in Lünetten vorzusehen.

Stark konische Teile sind schwer zu spannen. Man sehe einen Spannring R vor oder einen zylindrischen Absatz E (Abb. 159—161).

5. Sehr viele Einzelteile (Schrauben, Bolzen, Buchsen, Flanschen, Beilagen, Ringe, Rollen usf.) lassen sich aus gezogenem Material (rund, rechteckig, sechskant) herstellen. In vielen Fällen kann der größte Durchmesser des Werkstückes dem größten Durchmesser der Stange entsprechen. Der betreffende Durchmesser bleibt dann unbearbeitet. Den Unterschied zwischen dem größten und kleinsten Durchmesser des Werkstückes halte man möglichst klein, man spart dadurch an Material und an Bearbeitungskosten. In vielen Fällen kann man Bunde aufsetzen, warm aufziehen oder aufschrauben oder den Bund durch eine Mutter oder durch Scheibe und Splint ersetzen (Abb. 163—167).

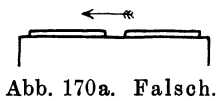


Abb. 170a. Falsch.

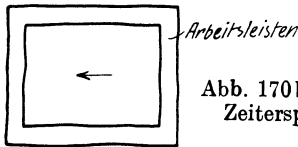
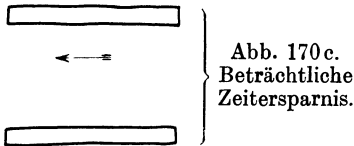
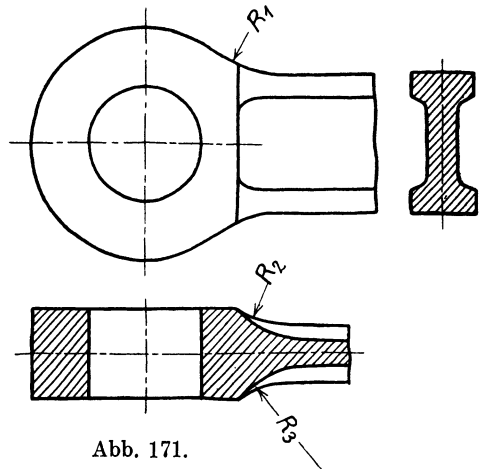
Abb. 170b. Keine
Zeitersparnis.Abb. 170c.
Beträchtliche
Zeitersparnis.

Abb. 171.

Besonders teuer sind Bunde an Sechskanten, Abb. 168a. Sie lassen sich in den meisten Fällen durch Unterlagscheiben ersetzen. Oder man wähle das Sechskant etwas größer und drehe unten einen Bund an, Abb. 168c. (Das gilt auch für große Rotgußmutter, die gegossen und allseitig bearbeitet werden. Hingegen können warmgepreßte Sechskantmutter, die unbearbeitet bleiben, mit Bund versehen werden.)

6. Die Höhe h der Arbeitsleisten sei je nach Größe des Gußstückes 8 bis 15 mm, damit bei Maßabweichungen das Werkzeug bei aa nicht die Gußhaut berührt, Abb. 162. (Ursachen für Maßabweichungen: Ungenaues Modell, Verziehen oder Werfen des Modelles, ungenaues Einformen, schlecht eingelegte oder schlecht gestützte Kerne, Gußspannungen, die ein Verziehen des Gußstückes bewirken usf.) Arbeitsleisten sind so kurz und so schmal als möglich zu machen. Dadurch spart man an Bearbeitungskosten und erleichtert eine beim Zusammenbau vielleicht erforderliche Nacharbeit. Natürlich darf man diesen Grundsatz nicht übertreiben (Abb. 169) und auch nicht gedankenlos anwenden. So wäre es ganz falsch, Arbeitsleisten, die in der Pfeilrichtung gehobelt werden müssen (Abb. 170a), abzusetzen. (Keine Zeitersparnis, ungünstige Beanspruchung des

Stahles.) Auch Aussparungen nach Abb. 170b verkürzen nicht die Bearbeitungszeit, verringern aber das Gewicht und erleichtern den Zusammenbau.

7. Abschrägungen und Abrundungen an Wellen, Bolzen usf. und Ausrundungen in Bohrungen mache man nach den vorgeschriebenen Normen¹⁾ unter Verwendung der vorhandenen Schablonen und Formstähle. Bei größeren Abrundungen, die nach Schablonen oder mit Formstahl oder mit Formdreheinrichtungen hergestellt werden oder die gefräst werden sollen, beschränke man sich gleichfalls auf wenige, bestimmte Halbmesser.

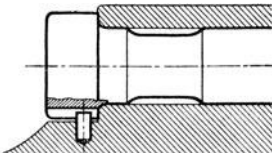


Abb. 172a. Richtig.

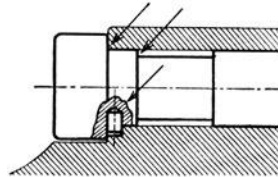


Abb. 172b. Falsch.

Abb. 172a/b. Schraube für einen Marinekopf. (Scharfe Eindrehungen und Einkerbungen vermeiden!)

Bei dem Stangenkopf, Abb. 171, wird ein gedankenloser Zeichner vielleicht die Maße $R_1 = 60$, $R_2 = 80$ und $R_3 = 100$ einschreiben, während ein an die Herstellung denkender Konstrukteur $R_1 = R_2 = R_3$ wählen wird. Er kann dann für R_1 und R_2 den gleichen Fräser und für alle 3 Rundungen die gleichen Schablonen verwenden. Die gleichen Halbmesser wird man auch noch für den nächst größeren und nächst kleineren Kopf beibehalten können.

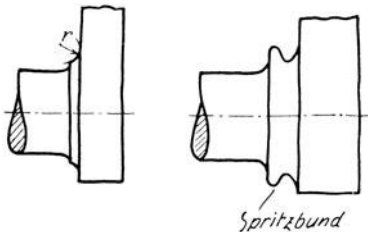


Abb. 173. Übergänge von der Kurbelwelle zum Kurbelarm.

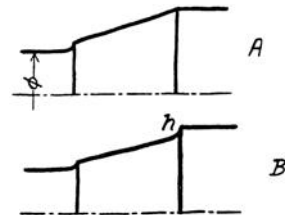


Abb. 174, 175. Konische Übergänge. Form A billig, Form B teuer.

Hochwertige Stähle von größerer Festigkeit und geringerer Dehnung sind gegen scharfe Eindrehungen besonders empfindlich. (Vgl. Abb. 184b.) Sehr ungünstig wirkt bei Abb. 172b die an der Übergangsstelle sitzende Bohrung für die Kopfsicherung. Bei hochbeanspruchten Teilen sind übrigens nicht nur scharfe einspringende, sondern auch scharfe ausspringende Kanten zu vermeiden. So müssen bei den Schwalbenschwanzfüßen der Dampfturbinschaufeln, die minutlich bis zu 3000mal von 0 bis zur Höchstlast beansprucht werden, auch die Außenkanten gut abgerundet werden. Sehr sorgfältig und mit großen Halbmessern sind die Übergänge von der Kurbelwelle zum Kurbelarm durchzubilden (Abb. 173). Manche Brüche sind auf zu kleine Abrundungshalbmesser zurückzuführen. Konische Übergänge sind möglichst zu vermeiden. Müssen sie

¹⁾ Nach DIN 250 sind vorzugsweise die folgenden Rundungshalbmesser zu verwenden: $r = 0,2 - 0,4 - 0,6 - 1 - 1,5 - 2,5 - 4 - 6 - 10$; dann um je 5 und von 30 ab um je 10 mm steigend.

ausgeführt werden, so wähle man Form *A* (Abb. 174, 175), nicht Form *B*, da die Hohlkehle *h* das Drehen und Messen des Kegels erschwert und verteuert.

Bei gefrästen Aus- oder Abrundungen vermeide man Flächen, die senkrecht zur Fräserachse stehen, weil zur Bearbeitung derartiger Flächen geteilte, seitlich hinterdrehte Fräser erforderlich sind (hoher Preis, teure Instandhaltung) (Abb. 176).

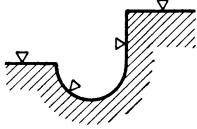


Abb. 176.

8. Bei Anlageflächen, Zentrierleisten usw. soll keine Überbestimmung eintreten (Abb. 177—180). Sattes Anliegen bei *a* und *b* ist weder möglich noch erforderlich.

Bei langen Büchsen usw., die zweimal eingepaßt werden müssen (Abb. 181), halte man die Zentrierringe im Durchmesser ungleich groß, damit nicht der Ring R_2 durch die Bohrung B_1 hindurchgepreßt werden muß. Die Montage wird sehr erleichtert, wenn $L_2 > L_1$, also $h_2 > h_1$ ist, damit nicht beide Ringe gleichzeitig anschnäbeln, sondern zuerst R_2 , dann R_1 .

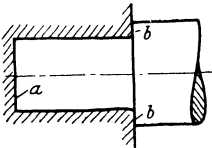


Abb. 177. Falsch.

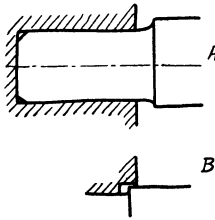


Abb. 178. Richtig.
(Ausführung *B* schöner als *A*.)

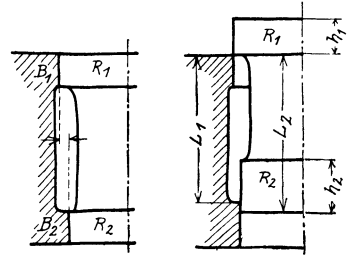


Abb. 181.

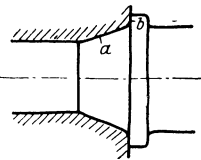


Abb. 179. Falsch.

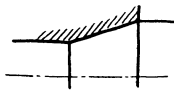


Abb. 180. Richtig, erlaubt auch sicheres Messen des Kegels.

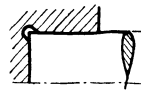


Abb. 182a. Ecke ausgespart.

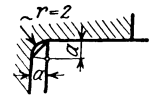


Abb. 182b. Kante gebrochen, Ecke abgerundet.

Zentrierte Teile müssen in den Ecken Luft haben. Die einspringende Ecke wird meist abgerundet (mitunter auch ausgespart), die Kante abgeschrägt. (Für $\varnothing = 100$ sei $a = 2$ mm, $r = 2$ mm, Abb. 182b, oder $r = 2$ mm, $r_1 = 3$ mm,

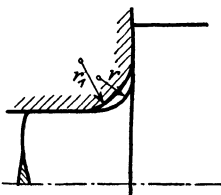


Abb. 183.

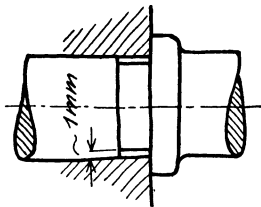


Abb. 184a.

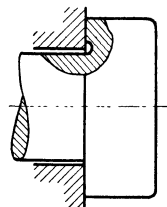


Abb. 184b.

Abb. 183.) Für Teile, die nur mäßig auf Zug oder Drehung beansprucht sind, ist oft die Ausführung nach Abb. 184a billiger, die außerdem am Bund eine größere Auflagefläche darbietet. Bei sehr ungünstig beanspruchten Schrauben aus hartem Stahl wird der Übergang vom Schaft zum Kopf oft nach Abb. 184b ausgeführt, um jede Kerbwirkung zu vermeiden.

Eingeschraubte Büchsen, die genau zentrieren sollen, müssen mit besonderem Zentriersitz versehen werden. Das Gewinde allein gibt keine ausreichende Zentrierung (Abb. 185 a/b).

Können zwischen 2 Teilen keine Zentrierleisten angebracht werden oder soll die genaue Einstellung erst bei Montage erfolgen, so wird die gegenseitige Lage durch Zylinder- oder Kegelstifte (Paßstifte) gesichert. Etwa vorhandene Befestigungsschrauben erhalten dann Spiel in den Löchern. Da das Bohren und Reiben der Löcher für die Paßstifte erst beim Zusammenbau erfolgt, ist auf ihre Zugänglichkeit besonders zu achten. Meist werden 2 Paßstifte angeordnet, deren Abstand möglichst groß zu wählen ist. Die Kegelstifte müssen sich auch lösen (zurückschlagen) lassen, andernfalls sind Zylinderstifte oder Kegelstifte mit Gewindezapfen zu nehmen.

9. Alle Löcher, die gebohrt werden sollen, sind daraufhin zu kontrollieren, ob sie auf der Bohrmaschine bequem gebohrt werden können.

Die Lochdurchmesser an ein und demselben Werkstück sind so zu wählen, daß möglichst viele Löcher mit dem gleichen Bohrer gebohrt werden können.

Lange und weite Löcher in Gußstücken, die nachgebohrt werden müssen, sind mit Rücksprung zu versehen (Abb. 186—188). Soll aber in das Loch eine Büchse genau eingepaßt werden und muß das Loch mit der Reibahle nachgerieben werden, so ist Abb. 186 vorzuziehen, da bei Abb. 187 die Reibahle schlecht geführt wird. Eingegossene Löcher¹⁾, die nicht nachgebohrt werden sollen, müssen im Durchmesser wesentlich größer gehalten werden als die Schraubenbolzen (siehe DIN 69). Man muß dann „eingießen“ beischreiben.

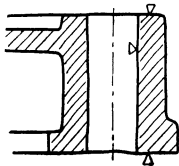


Abb. 186.

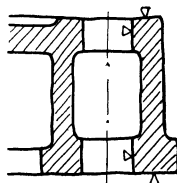


Abb. 187.

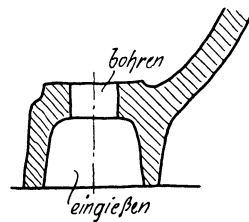


Abb. 188.

Sollen die Maße schon im Guß möglichst genau eingehalten werden, so ist „sauber gießen, Maße einhalten“ beizuschreiben, wodurch freilich die Herstellung verteuert wird.

Ein Nocken an einer höheren Wand, der gebohrt werden soll, muß von der Wand so weit abstehen, daß nicht nur Raum für die Mutter, sondern auch für die Bohrspindel vorhanden ist (Abb. 189). (Namentlich bei kleinen Löchern ist a wesentlich größer als b !)

¹⁾ Unter 30 mm Durchmesser ordne man bei Gußeisen im allgemeinen Maschinenbau keine eingegossenen Löcher an, über 50 mm werden sie meist vorgegossen. Zwischen 30 und 50 mm Entscheidung von Fall zu Fall. Oft wählt man vorgegossene Löcher, um Gußanhäufung und porösen Guß zu vermeiden.

Gebohrte Löcher nach Abb. 190 a lassen sich nicht herstellen. Müssen Löcher, die schräg zu einer Wand liegen, gebohrt werden, so ist eine Abflachung vorzusehen, damit das Loch vorgekörnt und der Bohrer gut angesetzt werden kann (Abb. 190b). Winkel α wähle man 30° oder 45° , damit vorhandene Spannwinkel benützt werden können. Für Ösenschrauben usf. in schrägen Wänden sind Warzen vorzusehen, die später eventuell weggearbeitet werden¹⁾ (Abb. 191). Auch an der Austrittsstelle soll die Wand senkrecht zur Bohrerachse stehen, damit der Bohrer sich nicht verläuft oder bricht.

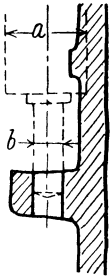


Abb. 189. Falsch. Loch kann nicht auf der Maschine gebohrt werden!

Hintereinander liegende Bohrungen, deren Durchmesser zunimmt (Abb. 192) sind von A aus schwer zu bearbeiten. Nur auf der Drehbank, mit langem Stahl. Man sehe Öffnung (mit Deckel) bei B vor, dann ist auch die Bearbeitung auf der Bohrmaschine möglich. Auch kann die Durchmesser verringering von d_2 auf d_1 in manchen Fällen durch eine Büchse herbeigeführt oder ganz vermieden werden. Man vergleiche auch die Abb. 193—197.

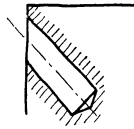


Abb. 190a. Falsch.

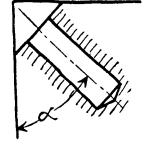


Abb. 190b. Richtig.

Auch kann die Durchmesser verringering von d_2 auf d_1 in manchen Fällen durch eine Büchse herbeigeführt oder ganz vermieden werden. Man vergleiche auch die Abb. 193—197.

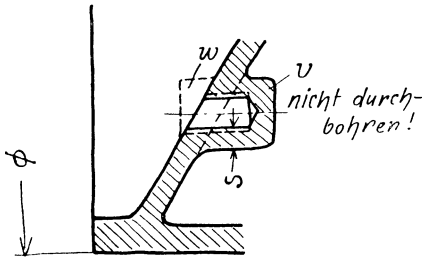


Abb. 191. Loch in schräger Wand. Warze W vorsehen.

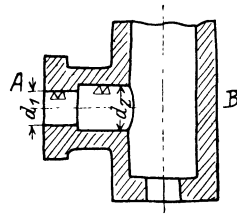


Abb. 192. Teuer.

10. Löcher für Stiftschrauben sollen durchgebohrt werden. Doch beachte man, daß gewöhnliche Stiftschrauben nicht dicht halten. Befindet sich also

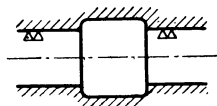


Abb. 193. Billig.

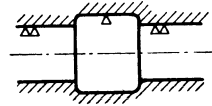


Abb. 194. Teuer.

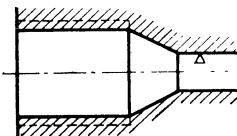


Abb. 195. Teuer.

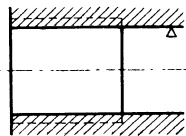


Abb. 196. Billig.

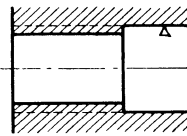


Abb. 197. Teuer.

¹⁾ Die Warze W sitzt am Modell, die Verstärkung V ist im Kern ausgespart. Damit bei Kernversetzung eine genügende Stärke s verbleibt, ist der Durchmesser von V sehr reichlich zu bemessen oder V auf eine Rippe zu setzen. Auch kann man vorschreiben, daß der Vorzeichner nicht nach Mitte W, sondern nach Mitte V ankörnt. Besser ist es, die Verstärkung V durch einen rundherum laufenden Ring zu ersetzen.

im Gehäuse G Wasser oder Dampf von höherer Spannung, so ist ausdrücklich „dicht einsetzen“ vorzuschreiben (Abb. 198). Man muß dann Stiftschrauben mit stärkerem Schaft oder mit konischem Gewinde oder mit Senkbund nehmen. Sollen die Gewindelöcher nicht durchgebohrt werden, so ist der Abstand s reichlich zu halten (Abb. 199). Wenige Millimeter genügen nicht, da man mit Kernversetzungen, Gußfehlern, blasiem Guß oder zu tiefem Vorbohren (genormte Bohrlochtiefen beachten!) rechnen muß.

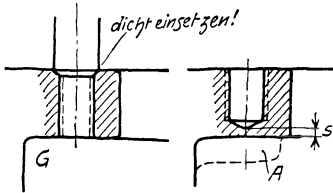


Abb. 198/199.

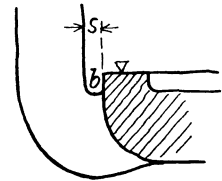


Abb. 200. Falsch. Abstand s ist zu klein; auch hält die schmale Sandleiste bei b nicht und reißt durch.

Verstärkungen nach A sind nicht zu empfehlen, sie kommen beim Abguß oft an die falsche Stelle. Man vermeide in solchen Fällen die Stiftschrauben lieber ganz. Gewindeschneiden in Sacklöchern ist außerdem teuer und

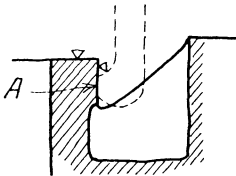


Abb. 201. Falsch. Werkzeug stößt an. Verstärkung bei A erschwert das Einformen.

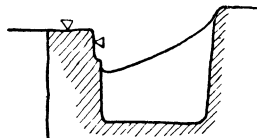


Abb. 202. Richtig.

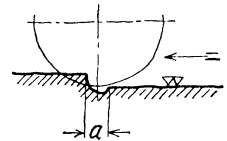


Abb. 203. Auslauf für das Werkzeug!

erfordert besondere Gewindebohrer (Grundbohrer) und mehrmaligen Werkzeugwechsel.

11. Arbeitsflächen müssen so weit von Wänden oder Rippen abstehen, daß Platz für die Werkzeuge vorhanden ist (Abb. 200—202). Für den Auslauf des Werkzeuges ist genügend Raum zu lassen. Soll eine Platte (Abb. 203) in der Richtung des Pfeiles gehobelt oder gefräst werden, so muß a entsprechend groß gewählt werden. Auch bei Flächen, die geschliffen werden sollen, muß der Auslauf der Schleifscheibe berücksichtigt werden (Abb. 204), sofern die Bearbeitung nicht auf Breitschleifmaschinen erfolgt.

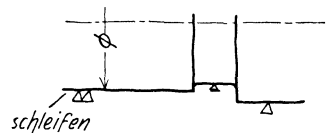


Abb. 204. Überlauf für die Schleifscheibe!

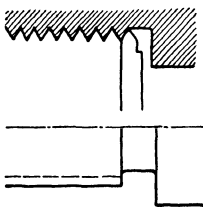


Abb. 205 a. Außengewinde, richtig.

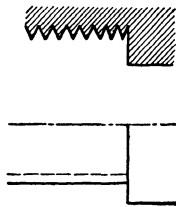


Abb. 205 b. Außengewinde, falsch.

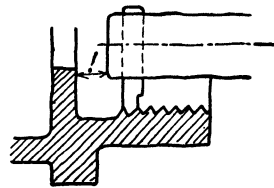


Abb. 205 c. Innengewinde, richtig (Vgl. DIN 2352).

Bei Gewinde, das auf der Drehbank geschnitten wird, ist freier Auslauf für den Stahl vorzusehen (Abb. 205). (Namentlich bei Innengewinde und Sacklöchern, bei denen eine Bohrstange verwendet werden soll, zu beachten!)

Schrauben, die mit dem Schneideisen geschnitten sind, haben „Anschnitt“ und verlangen in bestimmten Fällen Aussenkung des Loches.

Arbeitsflächen, die nur mit sehr lang eingespannten Werkzeugen bearbeitet werden können, sind zu vermeiden. Sehr störend ist in Abb. 206 der innere Vorsprung (rechts oben), der zum Umspannen des Stahles zwingt.

Bei innenverzahnten Zahnrädern, die mit Stoßrädern (Fellows-Shaper) bearbeitet werden, ist, damit das Stoßrad nicht gegen die Nabe läuft, entweder ein Spielraum a oder ein Spielraum b vorzusehen. Der Auslauf c soll 4–5 mm betragen (Abb. 207).

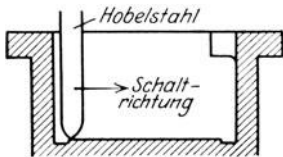


Abb. 206. Sehr ungünstig.

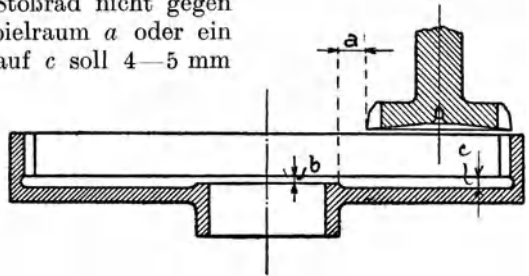


Abb. 207. Ausstoßen eines innen verzahnten Rades. Spiel und Überlauf vorsehen.

12. Verschiedenes. Bei Führungen sind Überschleifkanten vorzusehen (Abb. 203 u. 209). — Überlauf ist anzuordnen bei Kolben, Schiebern, Stangen und Spindeln, die durch Buchsen laufen, Kreuzköpfen, Ventilen mit Führungsrippen usf.

Hin- und hergehende Teile (Kolben, Ventile usf.) und schwingende Teile (Schubstangen usf.) sind in beiden Endlagen zu zeichnen. Man überzeuge sich, ob in beiden Endlagen die Betriebsbedingungen (Spiel, Überlauf, Länge der Führung, Durchgangsquerschnitt usf.) erfüllt sind.

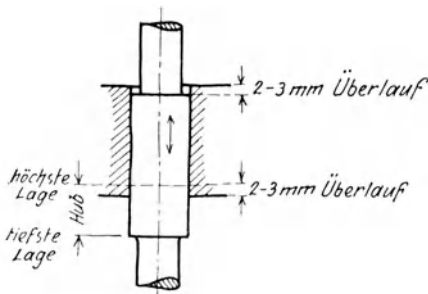


Abb. 208. Überlauf.

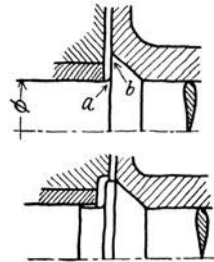


Abb. 209. Pleuelstange. Oberes Bild falsch. (Scharfe Ecke bei a , scharfer Rand bei b , kein Überlauf).

Auf Nachstellen (und Zugänglichkeit der zum Nachstellen dienenden Schrauben) ist Rücksicht zu nehmen.

Schrauben sind möglichst nahe an jene Konstruktionsteile heranzurücken, welche die Kräfte weiterleiten; lange Flanschen oder lange unversteifte, auf Biegung beanspruchte Platten sind zu vermeiden. Andererseits muß der Abstand der Schrauben von den Wandungen so groß gewählt werden, daß auch bei Abweichungen im Guß genügend Platz für die Mutter vorhanden ist. Man überzeuge sich namentlich, ob die Muttern mit gewöhnlichen Schraubenschlüsseln angezogen werden können. Ist dies nicht der Fall, so muß die Mitlieferung von Spezialschlüsseln vorgesehen werden (möglichst vermeiden!).

Stopfbüchsen sind herausgezogen zu zeichnen (vgl. Abb. 72 u. 91). Dadurch erkennt man die Zugänglichkeit, die Möglichkeit des Nachziehens im Betrieb, die Länge der Schrauben usf.

Bei schweren Gußstücken und bei vollständigen Maschinen muß das Anhängen an den Kran möglich sein. Lassen sich Ösen nicht anbringen, so muß auf das Umschlingen durch das Seil Rücksicht genommen werden. Es sind daher

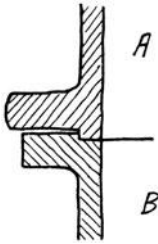


Abb. 210a. Richtig,
falls B heißer wird als A.

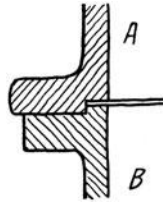


Abb. 210b. Richtig, falls A
heißer wird als B.

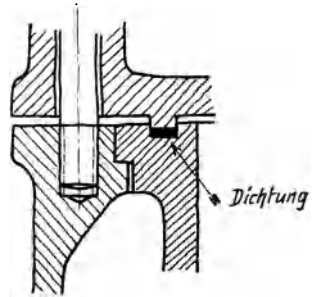


Abb. 211. Falsch.

scharfe Kanten zu vermeiden, welche das Seil beschädigen, aber auch dünne Angüsse, Hauben, Ölrinnen usf., die vom gespannten Seil zerdrückt werden können.

Wird von zwei zusammenstoßenden Teilen der eine heißer (oder kälter) als der andere, so ist die Wärme-
dehnung zu ermöglichen (Abb. 210).

Bei stark belasteten Flanschen ist ein Verspannen des Flansches durch die Schrauben zu vermeiden. Falsche Ausführung nach Abb. 211 führt oft den Bruch des Deckflansches herbei. — Man lege die Dichtung unter den Flansch (Abb. 212). Kann die Dichtung die auftretenden Kräfte nicht aufnehmen, so ist eine Stützfläche *L* vorzusehen (Abb. 213).

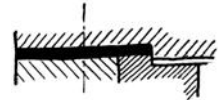


Abb. 212.

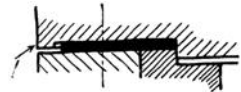


Abb. 213.

E. Rücksicht auf den Werkstoff.

Die Wahl des Werkstoffes wird bestimmt durch die Betriebsanforderungen, durch Herstellung und Bearbeitung und in vielen Fällen durch Gewicht, Preis, Lagerbestand und Lieferfrist.

Die Betriebsanforderungen — soweit sie den Werkstoff betreffen — umfassen die Rücksichten auf Festigkeit, Abnutzung, Ermüdung, Erwärmung, chemische Einflüsse usw.

Bei normaler Beanspruchung genügen meist die landläufigen Formeln zur Berechnung der Spannungen in den Bauteilen. Wachsen aber die Kräfte oder die Drehzahlen, treten starke örtliche Temperaturerhöhungen auf oder rascher Wechsel der Temperaturen, müssen schwer zu bestimmende Montagespannungen, Guß- oder Schmiedespannungen berücksichtigt werden, so zeigt sich oft, daß die oben erwähnten Formeln auf Voraussetzungen beruhen, die von der Wirklichkeit um 50 vH und mehr abweichen! Dann müssen die besonderen Erfahrungen der Praxis, womöglich ergänzt durch umfangreiche Versuche mit dem Werkstoff oder ganzen Bauteilen, an Stelle der Rechnung treten oder es müssen neue, zuverlässigere Rechnungsgrundlagen geschaffen werden. Der wirklich denkende und verantwortlich schaffende Konstrukteur darf nicht gutgläubig hinnehmen, was in den Büchern steht, für ihn ist der Zweifel oberste Pflicht.

Die Angaben über den Baustoff sind genau und eindeutig in die Stückliste einzutragen. Allgemeine Angaben, wie Gußeisen, Stahl, Bronze usf. genügen nicht. (Vgl. Abb. 214; dort ist auch auf die Liefervorschriften verwiesen, die noch

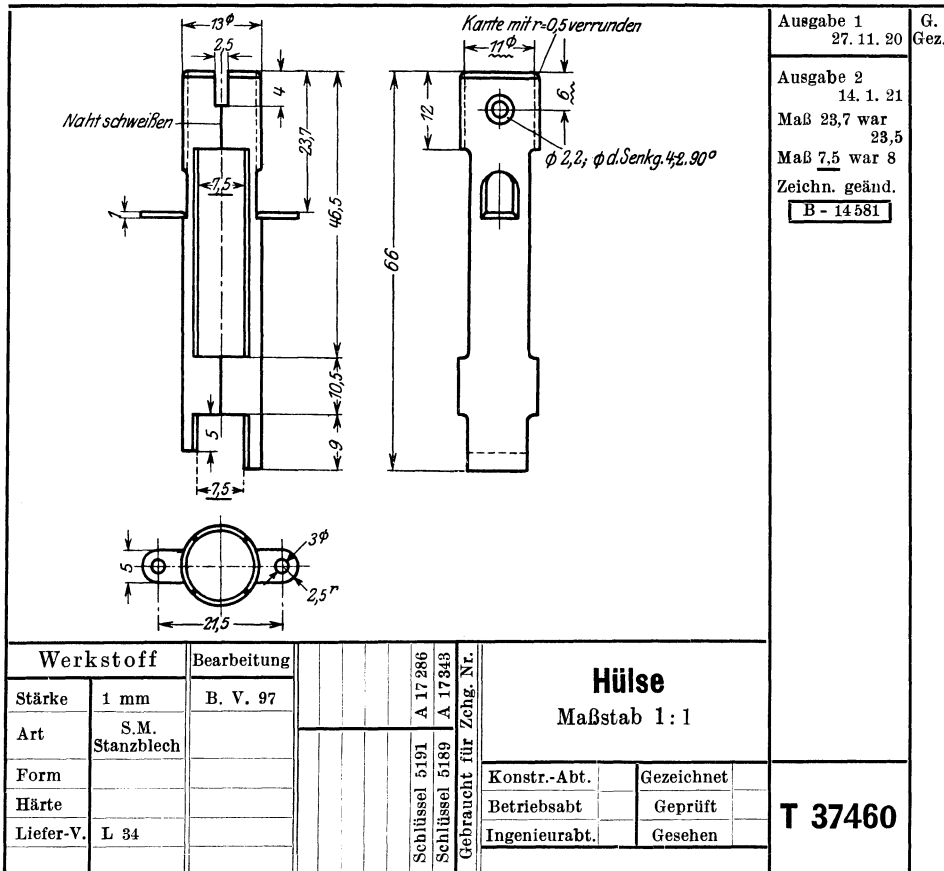


Abb. 214. (Unterstrichene Maße, Maße mit Wellenlinien, amerikanische Projektionsart, Hinweis auf Liefervorschriften und Bearbeitungs-Vorschriften.)

nähere Angaben über Eigenschaften, Abmessungen, Toleranzen usf. des zu verwendenden Siemens-Martin-Stanzbleches enthalten.)

Meist sind Werkstoffverzeichnisse vorhanden, aus denen die verschiedenen Sorten, die wichtigsten Festigkeitseigenschaften, der Preis, die Verwendung und die Abmessungen der Lagerbestände entnommen werden können.

Einen Auszug aus einer derartigen Liste zeigt Tafel III, S. 76 (Anhang).

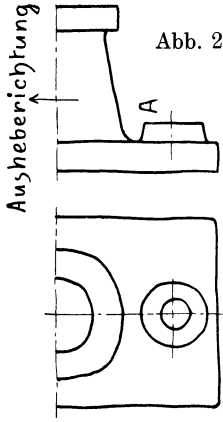
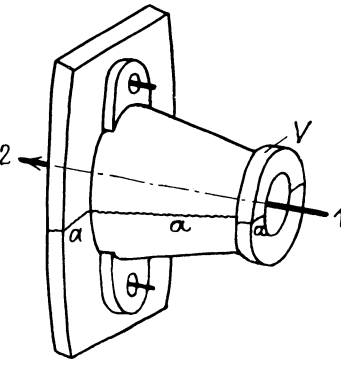
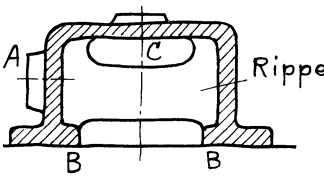
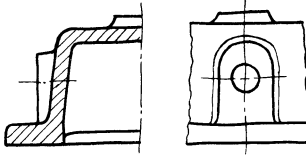
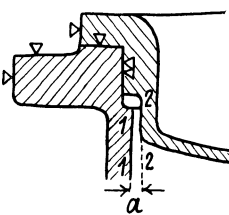
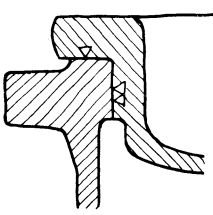
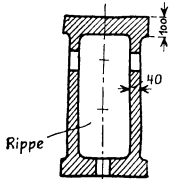
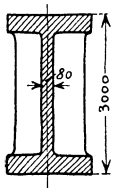
In Spalte 3 sind nur Festigkeit und Dehnung angegeben. Für Sonderzwecke reichen diese Zahlenwerte nicht aus, man benötigt noch Angaben über Bearbeitbarkeit, Kerbzähigkeit, Widerstand gegen Dauerbeanspruchung, Härte, chemische Zusammensetzung usf.

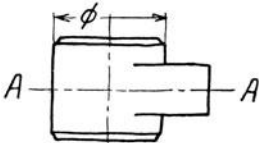
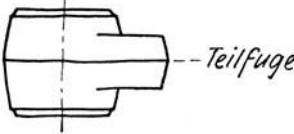
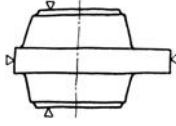
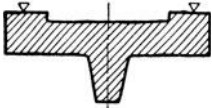
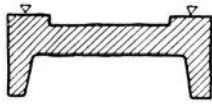
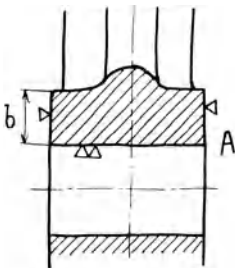
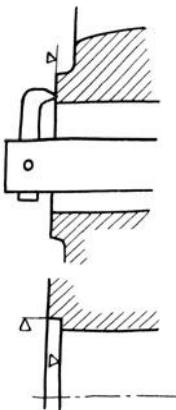
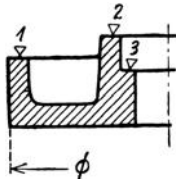
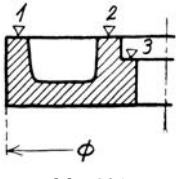
Derzeit sind bei vielen Werkstücken die Stoffpreise höher als die Löhne. Man muß daher möglichst leicht konstruieren und die Eigenschaften des Werkstoffes bis zur zulässigen Grenze ausnützen. Das setzt natürlich voraus, daß man einerseits diese Eigenschaften genau kennt, andererseits aber auch die auftretenden Beanspruchungen sicher zu beurteilen vermag.

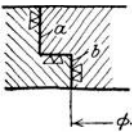
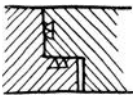
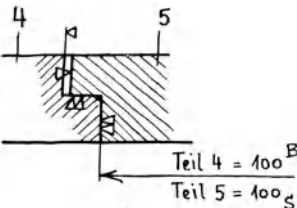
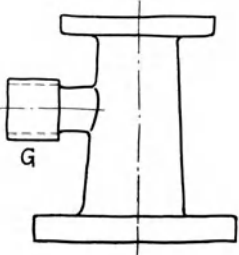
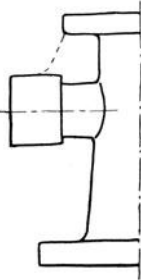
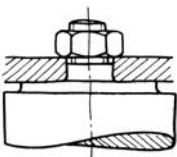
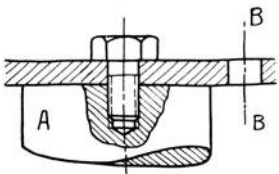
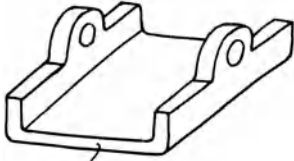
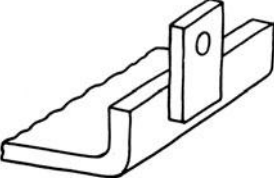
F. Für und Wider.

Die vorhergehenden Abschnitte bringen bereits eine Reihe von Beispielen und Gegenbeispielen. Andere Fälle, deren Lösung vom jungen Konstrukteur

oft verlangt wird, sind hier unter der Überschrift Für und Wider zusammengestellt. Die Ausdrücke Falsch und Richtig wurden vermieden, da sie nicht immer völlig zutreffen. Was heute richtig ist, kann morgen falsch sein, falls der Werkstoffpreis, die Werkstoffgüte, der Lohn, die Bearbeitungsfolge oder der Liefertermin sich ändern. Diese Zusammenstellung soll den jungen Konstrukteur auch anregen, seine eigenen Erfahrungen in ähnlicher Form niederzulegen.

Erster Entwurf	Kritik	Erste Verbesserung
 <p>Abb. 215.</p>	<p>Modell läßt sich nicht ausheben. 1. Verbesserung ergibt unschönen Grat bei aa. Dieser Grat läßt sich durch einteiliges Modell vermeiden, falls der Konstrukteur auf die Verstärkung V verzichtet. Ausheberichtung ist dann 1—2. Dann können auch die Augen A die Form des 1. Entwurfes erhalten.</p>	 <p>Abb. 216.</p>
 <p>Abb. 217.</p>	<p>Teures Modell, teurer Kernkasten. Auge A hindert das Ausheben des Modelles, muß daher lose sein! Bei den Seitenwänden fehlt die Neigung. Einspringende Flanschen B und Aussparung C bedingen teuren Kern.</p>	 <p>Abb. 218.</p>
 <p>Abb. 219.</p>	<p>Schlechte Stoffverteilung, schlechte Übergänge, zuviel bearbeitete Flächen. Soll 1—1, 2—2 unbearbeitet bleiben, so ist a reichlich zu wählen. Ein enger Spalt ist nur bei bearbeiteten Flächen zulässig (Modell- und Formkosten sind beim Entwurf geringer als bei der 1. Verbesserung.)</p>	 <p>Abb. 220.</p>
 <p>Abb. 221. Träger aus Stahlguß, 10 m lang.</p>	<p>Seitenwände im Verhältnis zu den Gurtungen zu schwach. Kastenform und innere Rippen erschweren das Schrumpfen und Frei stoßen.</p>	 <p>Abb. 222.</p>

Erster Entwurf	Kritik	Erste Verbesserung
 <p>Abb. 223. Werkstück (Muffe mit Steuerdaumen), allseitig bearbeitet.</p>  <p>Abb. 224. Preßstück.</p>	<p>Die Muffe, für Massenfertigung bestimmt, soll im Gesenk geschlagen werden. Dann erfordert die gewählte Form und die verlangte allseitige Bearbeitung das nebengezeichnete Preßstück. Hohe Bearbeitungskosten, teilweise Nacharbeit von Hand!</p>	 <p>Abb. 225.</p>
 <p>Abb. 226.</p>	<p>Aufspannen unbequem. Erste Verbesserung erleichtert das Aufspannen, doch ist nicht ersichtlich, wie es erfolgt. Entweder sind Löcher für Spannschrauben vorzusehen, oder (bei großen, langen Gußstücken) seitliche Nocken.</p>	 <p>Abb. 227.</p>
 <p>Abb. 228. Nabe eines Schwungrades.</p>	<p>Falls b verhältnismäßig groß ist, wird man das schwere Rad zur Bearbeitung von b umspannen müssen. Ein schmaler Rand läßt sich ohne Umspannen von A her bearbeiten (1. Verbesserung). Noch billiger ist eine Eindrehung.</p>	 <p>Abb. 229.</p>
 <p>Abb. 230.</p>	<p>Werkzeug muß dreimal neu eingestellt werden, bei erster Verbesserung nur zweimal. Die verbesserte Konstruktion bedingt auch geringere Modell- und Formkosten. Handelt es sich um eine aus Stahl gedrehte Scheibe, so sind die Werkstoffkosten vermindert.</p>	 <p>Abb. 231.</p>

Erster Entwurf	Kritik	Erste Verbesserung
 <p>Abb. 232.</p>	<p>Zentrierung bei a und b würde sehr genaue und teure Arbeit verlangen und ist völlig überflüssig. Erste Verbesserung ist brauchbar, falls die Zentrierung durch Schlichtlaufsitz erfolgt. Muß aber die Paßbohrung gerieben oder geschliffen werden, so ist Ausführung Abb. 234 zu wählen.</p>	 <p>Abb. 233.</p>  <p>Abb. 234.</p>
 <p>Abb. 235.</p>	<p>Außengewinde G kann im vorliegenden Fall nur auf der Drehbank geschnitten werden; kann außerdem leicht beschädigt oder abgeschlagen werden. Die 1. Verbesserung ermöglicht Innengewinde, Bearbeitung auf Bohrmaschine und (falls erforderlich) Versteifung durch Quer- oder Längsrippe.</p>	 <p>Abb. 236.</p>
 <p>Abb. 237.</p>	<p>Schwache Zapfen (mit Gewinde) an starken Bolzen sind in der Herstellung teuer, oft auch bei Montage unbequem. 1. Verbesserung zeigt eine andere Lösung. Muß Mitte von A gegen $B-B$ genau festgelegt werden, ist 1. Entwurf vorzuziehen; ebenso falls A eine lange Welle ist, da Loch und Gewinde dann von Hand zu schneiden sind.</p>	 <p>Abb. 238.</p>
 <p>Blech</p> <p>Abb. 239.</p>	<p>Bei geringer Stückzahl teuer. Viel Abfall, Ausschneiden mit der Schere nur teilweise möglich, Feilarbeit! Bei 1. Verbesserung werden die Augen angenietet oder punktgeschweißt. Bei sehr großer Stückzahl (Verwendung eines Schnittes) und billigem Werkstoff kann 1. Entwurf wirtschaftlicher sein.</p>	 <p>Abb. 240.</p>

Anhang.

Tafel III. Werkstoffverzeichnis. Gruppe Stahl (Auszug).

Bezeichnung	Abkürzung	Besondere Eigenschaften, Zugfestigkeit k_z (kg/mm^2) und Dehnung	Preis für 100 kg Mk.	Verwendungsbeispiele	Lagerhaltung, Bemerkungen
Weicher Siemens-Martin-Stahl Härte I.	St. I. ¹⁾	Wenig härtbar, nicht schweißbar, $k_z = 50$ bis 55 kg/mm^2 bei $22-18\%$ Dehnung.		Größere Schmiedeteile, namentlich Kurbelwellen, Pleuelstangen usf. für niedere Drehzahlen, große Muttern, Bügel, Schrumpfringe, Transmissionswellen über 80 mm Durchmesser, ungehärtete Zapfen aller Art. Drehteile, welche ohne Schmiedearbeit aus dem Vollen gedreht werden.	□ 120, 130, 140, 160, 180, 200, 250 mm. □ 200×100, 200×150, 220×110, 250×100, 250×150, 300×150, 400×200, je 4–6 m lang. ○ 18–30, von 2 mm zu 2 mm steigend, 35–100 von 5 zu 5 mm steigend, 100–200 mm von 10 zu 10 mm steigend, gewalzt in Längen von 5–7 m. ○ 220, 240, 260, 280, 300, 350, 400 mm geschmiedet, 3–5 m lang.
Mittelharter Siemens-Martin-Stahl Härte II.	St. II.	Härtbar, vergütbar, nicht schweißbar. $k_z = 55$ bis 60 kg bei $20-16\%$.		Hochbeanspruchte Schrauben, Zahnräder, Schnecken, Kolbenstangen, Schieberstangen und Wellen mit hoher Drehzahl.	Vorgearbeitet auswärts zu bestellen.
Harter Siemens-Martin-Stahl Härte III.	St. III.	Hoch härtbar, vergütbar, nicht schweißbar. $k_z = 65-70 \text{ kg}$ bei $16-12\%$.		Stark beanspruchte Maschinenteile, Zapfen, Büchsen, Schwungradkeile, hochbeanspruchte Kran-Zapfen, Spindeln für Steuerungsteile, ungehärtete Klinken.	○ von 20–140 mm, von 5 zu 5 mm steigend. □ 90, 100, 150 mm, 5 bis 6 m lang.
Feder-Stahl.	Fe. St.	$k_z = 60-80 \text{ kg}$ bei $16-12\%$.		Für Federn und ähnlich beanspruchte Teile.	□ 8×4, 20×3, 28×11, 30×12, 40×3; 50×3, 4, 5; 70×10. Länge 4–5 m.
Tiegel-Stahl Nr. 3.	T. St. 3.	Sehr rein, in Wasser härtbar. $k_z = 65-70 \text{ kg}$ bei $18-15\%$.		Teile, die Stoßwirkungen erleiden oder die sehr glatt sein müssen (z. B. Schneiden, Wälzhebel, Kolbenstangen für Dampf- u. Ölmaschinen, Ventilspindeln).	Werden vorgearbeitet auswärts bestellt.

¹⁾ Für die unlegierten, geschmiedeten Stahlsorten bestehen seit kurzem Werkstoffnormen, deren Übereinstimmung mit den handelsüblichen Marken noch nicht restlos herbeigeführt ist. Die obigen Bezeichnungen St. I, St. II und St. III würden ungefähr den Marken St. 50. 11 DIN 1611, St. 60. 11 DIN 1611 und St. 70. 11 DIN 1611 entsprechen.

Bezeichnung	Abkürzung	Besondere Eigenschaften, Zugfestigkeit k_z (kg/mm ²) und Dehnung	Preis für 100 kg Mk.	Verwendungsbeispiele	Lagerhaltung, Bemerkungen
5% Nickel-Stahl.	Ni. St. 5.	Sehr zähe, widerstandsfähig gegen Rost; vergütet: $k_z = 70$ bis 80 kg bei 20 bis 15%. Streckgrenze etwa 60 kg.		Hochbeanspruchte Teile, die ständig starken Erschütterungen ausgesetzt sind (Getriebeteile für raschlaufende Heißdampfmaschinen, Ölmaschinen).	○ 20, 30, 40, 50, 60 mm.
Mangan-Stahl.	Mn.-St.	Naturhart, in der Bearbeitung teuer. $k_z = 85-90$ kg bei 15-12%.		Für hochbeanspruchte Teile, die eine harte Lauffläche haben müssen, aber nicht gehärtet werden können (Ersatz für Einsatzstahl).	In Stangen von 40 bis 100 Ø, um 10 mm steigend; andere Abmessungen auswärts bestellen.
Blank gezogener Keil-Stahl.	Kl. St.	Vor dem Ziehen k_z rd. 55 kg bei 20%.		Keile aller Art.	Siehe Keiltabelle.
Kalibrierter Stahl.	Ka. St.	Ander Oberfläche ziemlich hart, im Durchmesser 0,03 bis 0,45 mm Toleranz ¹⁾ . k_z rd. 90 kg bei mindestens 5% (in gezogenem Zustand).		Bleibt an der Oberfläche unbearbeitet. Ersatz für gehärtete Zapfen, Rollen und glatte Bolzen.	○ 8, 10, 12, 15, 18, 20, 25 mm in Stäben von 4-5 m.

¹⁾ Nach DIN 175 beträgt bei blank gezogenem Präzisions-Rundstahl die zulässige Abweichung vom Nenndurchmesser = -3 Paßeinheiten (Toleranz der Schlichtwelle sW). Die zulässige Unrundheit ist unter 6 mm $\varnothing = \frac{5}{1000}$ mm, darüber $\frac{7}{1000}$ und über 18 mm \varnothing ein Hundertstel mm.

Druck von Oscar Brandstetter in Leipzig.

Das Maschinen-Zeichnen. Begründung und Veranschaulichung der sachlich notwendigen zeichnerischen Darstellungen und ihres Zusammenhanges mit der praktischen Ausführung. Von Prof. **A. Riedler**, Berlin. Zweite, neubearbeitete Auflage. Mit 436 Textfiguren. (242 S.) 1919. Zweiter, unveränderter Neudruck. 1923.
Gebunden 9 Reichsmark

Leitfaden für das Maschinenzeichnen. Von Studienrat Dipl.-Ing. **K. Sauer**, Dortmund. Zweite, verbesserte Auflage. Mit 159 Textabbildungen. (68 S.) 1923.
1.50 Reichsmark

Wie fertigt man technische Zeichnungen? Leitfaden zur Herstellung von technischen Zeichnungen zum Gebrauch in technischen Lehranstalten und Büros, mit besonderer Berücksichtigung des Bauzeichnens und des topographischen Zeichnens. Nach eigenen Erfahrungen herausgegeben von **A. zur Megede**. Siebente Auflage. Neu bearbeitet von **M. Weßlau**, Regierungsbaumeister. Mit 8 in den Text gedruckten Figuren und 2 Farbentafeln. (128 S.) 1920.
Gebunden 2 Reichsmark

Das Anreißen in Maschinenbau-Werkstätten. Von Ingenieur **Hans Frangenheim**. (Werkstattbücher, Heft 3.) Mit 105 Textfiguren. (7.—12. Tausend.) (56 S.) 1922.
1.50 Reichsmark

Für den Konstruktionstisch. Leitfaden zur Anfertigung von Maschinenzeichnungen nach neuesten Gesichtspunkten. Von Dipl.-Ing. **W. Leuckert**, Berlin und Dipl.-Ing. **H. W. Hiller**, Konstruktions-Ingenieur. Mit 64 Abbildungen im Text und 3 Tafeln. (71 S.) 1920.
1.25 Reichsmark

Maschinenbau und graphische Darstellung. Einführung in die Graphostatik und Diagrammentwicklung. Von Dipl.-Ing. **W. Leuckert**, Assistent an der Technischen Hochschule zu Berlin und Dipl.-Ing. **H. W. Hiller**, Stadtbaumeister. Zweite, verbesserte und vermehrte Auflage. Mit 72 Textabbildungen und 2 Tafeln. (96 S.) 1922.
1.80 Reichsmark

Keil, Schraube, Niet. Einführung in die Maschinenelemente. Von Dipl.-Ing. **W. Leuckert**, Ständ. Assistent an der Technischen Hochschule zu Berlin und Dipl.-Ing. **H. W. Hiller**, Magistrats-Baurat in Berlin. Dritte, verbesserte und vermehrte Auflage. Mit 108 Textabbildungen, 29 Tabellen. (118 S.) 1925. 4.50 Reichsmark

Maschinenelemente. Leitfaden zur Berechnung und Konstruktion für technische Mittelschulen, Gewerbe- und Werkmeisterschulen sowie zum Gebrauche in der Praxis. Von **Hugo Krause**, Ingenieur. Vierte, vermehrte Auflage. Mit 392 Textfiguren. (336 S.) 1922.
Gebunden 8 Reichsmark

Der praktische Maschinenbauer. Ein Lehrbuch für Lehrlinge und Gehilfen, ein Nachschlagebuch für den Meister. Herausgegeben von Dipl.-Ing. **H. Winkel.**

Erster Band: **Werkstattausbildung.** Von August Laufer, Meister der Württemberg. Staatseisenbahn. Mit 100 Textfiguren. (214 S.) 1921. Gebunden 6 Reichsmark

Zweiter Band: **Die wissenschaftliche Ausbildung.**

1. Teil: **Mathematik und Naturwissenschaft.** Bearbeitet von R. Kramm, K. Rüegg und H. Winkel. Mit 369 Textfiguren. (388 S.) 1923.

Gebunden 7 Reichsmark

2. Teil: **Fachzeichnen, Maschinenteile, Technologie.** Bearbeitet von W. Bender, H. Frey, K. Gotthold und H. Guttwein. Mit 887 Textfiguren. (420 S.) 1923.

Gebunden 8 Reichsmark

Dritter Band: **Maschinenlehre.** Kraftmaschinen, Elektrotechnik, Werkstatt-Förderwesen. Bearbeitet von H. Frey, W. Gruhl und R. Hänchen. Mit 390 Textabbildungen. (324 S.) 1925. Gebunden 12 Reichsmark

Der vierte Band wird die Betriebsführung behandeln.

Angewandte darstellende Geometrie insbesondere für Maschinenbauer. Ein methodisches Lehrbuch für die Schule sowie zum Selbstunterricht. Von Studienrat **Karl Keiser,** Leipzig. Mit 187 Abbildungen im Text. (159 S.) 1925. 5.70 Reichsmark

Analytische Geometrie für Studierende der Technik und zum Selbststudium. Von Prof. Dr. **Adolf Heß,** Winterthur. Mit 140 Abbildungen. (179 S.) 1925. 7.50 Reichsmark

Lehrbuch der Mathematik. Für mittlere technische Fachschulen der Maschinenindustrie. Von Prof. Dr. **R. Neuendorff,** Kiel. Zweite, verbesserte Auflage. Mit 262 Textfiguren. (280 S.) 1919. Gebunden 7.35 Reichsmark

Leitfaden der Mechanik für Maschinenbauer. Mit zahlreichen Beispielen für den Selbstunterricht. Von Prof. Dr.-Ing. **Karl Laudien.** Mit 229 Textfiguren. (178 S.) 1921. 4 Reichsmark

Technische Elementar-Mechanik. Grundsätze mit Beispielen aus dem Maschinenbau. Von Prof. Dipl.-Ing. **Rudolf Vogdt,** Regierungsbaumeister a. D., Aachen. Zweite, verbesserte und erweiterte Auflage. Mit 197 Textfiguren. (164 S.) 1922. 2.50 Reichsmark

Freytags Hilfsbuch für den Maschinenbau für Maschineningenieure sowie für den Unterricht an technischen Lehranstalten. Unter Mitarbeit zahlreicher Fachleute herausgegeben von Prof. **P. Gerlach.** Siebente, vollständig neu bearbeitete Auflage. Mit 2484 in den Text gedruckten Abbildungen, 1 farbigen Tafel und 3 Konstruktionstafeln. (1502 S.) 1924. Gebunden 17.40 Reichsmark