

WINKLER



TECHNISCHES ZEICHNEN

ING. HELMUT WINKLER

TECHNISCHES ZEICHNEN

Geräte- und Maschinenzichnen

6. Auflage · Mit 625 Bildern



VEB FACHBUCHVERLAG LEIPZIG 1967

Redaktionsschluß 30. 10. 1966

ES 20 C 7

Alle Rechte vorbehalten · VEB Fachbuchverlag

Verlagslektor: Dr. Walter Vogel

Einbandentwurf: Franz Askenasy, Leipzig

Zeichnungen: Rudi Puschmann, Machern

Satz: Fachbuchdruck Naumburg (Saale) (IV/26/14)

Druck: BBS Otto Grotewohl, Leipzig (III-18-3)

Veröffentlicht unter der Lizenznummer 114-210/72/67

12,50

Vorwort

Die Sprache des Technikers ist die Zeichnung. Sie ist das geeignetste Ausdrucksmittel für die Verwirklichung konstruktiver Gedanken in der Werkstatt. Die Anfertigung der technischen Zeichnung setzt eine gründliche Ausbildung, technisches Vorstellungsvermögen und stetige Weiterbildung voraus. Dieses Buch will dem technischen Zeichner gleichsam beim Erlernen der Handfertigkeit des Zeichners sowie bei Ausübung seiner Tätigkeit und zur Weiterbildung dienen.

Besonderes Augenmerk wurde den geometrischen Grundlagen gewidmet. Die neuesten Richtlinien über die Anfertigung von technischen Zeichnungen nach TGL 9727 über Darstellungen, Maßeintragung usw. wurden vollinhaltlich berücksichtigt.

Weitere Empfehlungen und Richtlinien wurden nach dem gegenwärtigen Stand bei der Erarbeitung zugrunde gelegt. Maßgebend sind jedoch jeweils die neuesten Ausgaben der TGL-Blätter im Format A 4.

Seit der 4. Auflage wurden nach Absprache mit den Mitgliedern der Fachkommission Technisches Zeichnen beim Staatssekretariat für das Hoch- und Fachschulwesen noch etwas stärker die Belange der Ingenieurschulen des Maschinenbaus berücksichtigt.

Den Betrieben

KOH-I-NOOR TUZKARNA L. & C. Harthmudt, BUDEJOVICE CSSR,

Fa. E. O. Richter & Co., Karl-Marx-Stadt,

VEB Meß- und Zeichengerätebau, Bad Liebenwerda und

VEB (K) Schreibgerätewerk Markant, Singwitz (Kreis Bautzen)

sei an dieser Stelle für die freundliche Überlassung von Unterlagen gedankt.

H. Winkler

Inhaltsverzeichnis

1.	Allgemeines	13
2.	Zeichengeräte und deren Anwendung	13
2.1.	Zeichenstifte	13
2.2.	Reißschienen . Zeichendreiecke, Schablonen	15
2.2.1.	Reißschienen	15
2.2.2.	Zeichendreiecke	16
2.2.3.	Winkelmesser	17
2.2.4.	Kurvenlineale	17
2.2.5.	Schriftschablonen	18
2.2.6.	Sonstige Zeichenschablonen	19
2.3.	Zirkel und Reißfedern	20
2.3.1.	Zirkel	20
2.3.1.1.	Einsatzzirkel	20
2.3.1.2.	Stechzirkel	21
2.3.1.3.	Teilzirkel	21
2.3.1.4.	Fallnullenzirkel	22
2.3.1.5.	Stangenzirkel	22
2.3.2.	Reißfedern	23
2.3.2.1.	Anwendung der Reißfedern	23
2.4.	Zeichenmaschinen	24
2.5.	Zeichenhilfsmittel	26
2.5.1.	Reißbretstifte	26
2.5.2.	Zellglaßband	27
2.5.3.	Zeichenmaßstäbe	27
2.5.4.	Ausziehtusche	27
2.5.5.	Radierpinsel	28
2.5.6.	Radiermesser	28
2.5.7.	Lineator	28
2.5.8.	Schmirgelbrett	29
2.5.9.	Schreibfedern	29
3.	Zeichenformate – Zeichenvordrucke	30
3.1.	Werkstoff der Zeichenbogen	30
3.1.1.	Lichtundurchlässige Zeichenpapiere	30
3.1.2.	Lichtdurchlässige Zeichenpapiere	30
3.1.3.	Öklarpapier	31
3.1.4.	Pausleinen	31
3.1.5.	Zeichenfolie	31
3.2.	Papierformate und Blattgrößen	31
3.3.	Zeichenvordrucke	37
3.4.	Falten der Zeichnungen	37

4.	Grundregeln des technischen Zeichnens	38
4.1.	Linien	38
4.2.	Maßstäbe	41
4.3.	Schrift für Zeichnungen	41
4.4.	Vorzugszahlen – Vorzugsmaße	45
4.5.	Einheiten – Kurzzeichen	48
5.	Geometrische Grundkonstruktion	52
5.1.	Grundaufgaben.	52
5.2.	Regelmäßige Vielecke	56
5.3.	Bogenanschlüsse	59
6.	Kurvenkonstruktionen	62
6.1.	Kreis, Ellipse, Oval, Eilinie	62
6.1.1.	Kreis	62
6.1.2.	Ellipse.	62
6.1.3.	Oval	65
6.1.4.	Eilinie	66
6.2.	Parabel	66
6.3.	Hyperbel	69
6.4.	Spiralen	71
6.4.1.	Archimedische Spirale	71
6.4.2.	Logarithmische oder Exponentialspirale	72
6.5.	Sinuslinie	73
6.6.	Schraubenlinie	74
6.7.	Evolvente (Fadenlinie)	75
6.8.	Zykloiden (Radlinien)	75
6.8.1.	Gemeine oder Ortho-Zykloide	75
6.8.2.	Epi-Zykloide (Aufradlinie)	77
6.8.3.	Hypo-Zykloide (Inradlinie)	77
6.8.4.	Peri-Zykloide.	78
6.9.	Anwendung von Rollkreislinien bei der Konstruktion der Zahnflanken	79
6.9.1.	Zykloidenverzahnung	79
6.9.2.	Evolventenverzahnung	80
7.	Projektionszeichen	85
7.1.	Projektion von Punkt, Gerade, Ebene	86
7.1.1.	Projektion des Punktes.	86
7.1.2.	Projektion der Geraden	86
7.1.3.	Projektion der Ebene	87
7.2.	Projektionen (Perspektive)	89
7.2.1.	Zentralprojektionen (Fluchtpunktperspektive)	89
7.2.2.	Parallelprojektion	90
7.2.2.1.	Isometrische Projektion	90
7.2.2.2.	Dimetrische Projektion	91
7.2.2.3.	Trimetrische Projektion	95
7.3.	Abwicklung von Körpern	95
7.4.	Darstellung der wahren Längen, Größen und Winkel	97

7.4.1.	Darstellung der wahren Länge	98
7.4.2.	Darstellung der wahren Größe	99
7.4.3.	Darstellung der wahren Winkel	101
7.5.	Durchdringungen	101
7.6.	Durchdringungen – Anwendung	108
8.	Einfache Darstellungen	109
8.1.	Die Ansichten	109
8.2.	Körperdarstellungen	110
8.2.1.	Rechteck-(Prisma), Dreikant-, Sechskantsäulen	111
8.2.2.	Zylinder	112
8.2.3.	Pyramide	113
8.2.4.	Kegel	114
8.2.5.	Kugel	116
8.3.	Darstellung zusammengesetzter Körper	117
9.	Zeichenregeln für Werkstattzeichnungen	118
9.1.	Schnittdarstellungen	118
9.1.1.	Schnittverlauf	119
9.1.2.	Anordnung der Schnittflächen	121
9.1.3.	Schraffur der Schnittflächen	122
9.1.4.	Weitere Regeln bei Schnittdarstellungen	122
9.2.	Bruchdarstellungen	122
9.3.	Einzelheiten	124
9.4.	Kennzeichnung von Flächen	125
9.4.1.	Runde Flächen	125
9.4.2.	Vierkantflächen	125
9.4.3.	Kennzeichnung der Flächen von Schlüsselweiten	125
9.4.4.	Übergänge bei Rundungen	126
9.5.	Maßeintragung, allgemein	126
9.5.1.	Regeln für die Maßeintragung	127
9.5.2.	Maßlinien, Maßhilfslinien	127
9.5.3.	Maßpfeile	131
9.5.4.	Maßzahlen	132
9.5.5.	Halbmessereintragung	135
9.5.6.	Durchmesserzeichen	136
9.5.7.	Kugelbemaßung	136
9.5.8.	Anordnung und Auswahl der Maße	138
9.5.8.1.	Kettenmaße	139
9.6.	Lochteilungen	140
9.7.	Kreisteilungen	141
9.8.	Bogenmaße	141
9.9.	Bemaßung von Stahlkonstruktionen	143
9.10.	Kegel, Verjüngung, Neigung	144
9.11.	Rändel- und Kordelangabe	149
9.12.	Zentrierbohrungen	149
9.13.	Freistichangabe	153
9.14.	Wärmebehandlung, Angabe auf Zeichnungen	155
9.15.	Maßeintragung bei Drehteilen	157
9.16.	Maßeintragung bei Blechteilen	162

9.16.1.	Biegehalbmesser bei Blechteilen	162
9.16.2.	Ermittlung gestreckter Längen und Breiten	162
9.16.3.	Abbohrlöcher in Zuschnitten abgebogener Bleche	162
9.16.4.	Zuschnittskizzen auf Zeichnungen	162
9.16.5.	Bemaßung von Blechteilen	165
9.17.	Maßeintragung bei Schmiedestücken	167
9.18.	Bemaßung bei Gußteilen	169
9.19.	Oberflächenangaben	170
9.20.	Schraffuren	178
9.21.	Werkstoffangaben	173
9.22.	Schriftfeld	180
9.23.	Benennungen	181
9.24.	Bemerkungen auf Zeichnungen	182
10.	Darstellung von geänderten Standardteilen	182
11.	Sinnbilder und Standardteile für Zeichnungen	184
11.1.	Keile, Paßfedern	184
11.1.1.	Keile	184
11.1.2.	Paßfedern	184
11.1.3.	Scheibenfedern	184
11.2.	Gewinde-, Schraubendarstellungen	188
11.2.1.	Gewindedarstellungen	188
11.2.2.	Schraubendarstellungen	195
11.2.3.	Senkungen für Schrauben	202
11.3.	Niete, Nietverbindungen	204
11.4.	Schweißverbindungen	206
11.4.1.	Preßschweißen	207
11.4.2.	Schmelzschweißen	207
11.5.	Federdarstellungen	217
11.6.	Zahnradarstellungen	222
11.6.1.	Stirnräder	223
11.6.2.	Kegelräder	225
11.6.3.	Schnecke, Schneckenräder	229
11.6.4.	Kettenräder	229
11.6.5.	Verschiedene Verzahnungen	229
12.	Skizzen	235
13.	Zeichnungsarten	236
13.1.	Verwendungszweck	236
13.2.	Inhalt	236
13.3.	Herstellungsart	237
14.	Werkstattzeichnung	238
14.1.	Zeichnungssysteme	238
14.1.1.	Teilzeichnungssystem	238
14.1.2.	Zerschneidesystem	238

14.2.	Stückliste	239
14.3.	Zeichnungssatz	248
14.3.1.	Einzelteilzeichnung	252
14.3.2.	Untergruppenzeichnung	252
14.3.3.	Hauptgruppenzeichnung	252
14.3.4.	Hauptzeichnung	252
14.4.	Zeichnungsbenummerung	252
14.5.	Änderungsdienst	255
14.5.1.	Durchführung	255
14.5.2.	Ausführung der Änderungen	256
14.5.3.	Kennzeichnung der Änderungen	256
14.5.4.	Ersatz durch neue Zeichnungen	257
14.6.	Zeichnungsverwaltung	260
14.6.1.	Zeichnungsregistratur	260
14.6.1.1.	Die Empfänger von Zeichnungen	260
14.6.1.2.	Zeichnungskartei	260
14.6.1.3.	Zeichnungsnachweiskarten	260
14.6.1.4.	Zeichnungskarte	260
14.6.1.5.	Kontrolle	260
14.6.2.	Die Lichtpauserei	261
14.6.3.	Zeichnungsausgabe	261
14.7.	Vervielfältigung von Zeichnungen	261
14.7.1.	Lichtpausverfahren	262
14.7.2.	Fotokopien	263
15.	Toleranzen und Passungen	264
15.1.	ISA-Passungen	264
15.1.1.	Grundlagen der ISA-Passungen	264
15.1.2.	Toleranzsystem	264
15.1.3.	Paßsystem	267
15.2.	Toleranzen	268
15.3.	Abweichung für Maße ohne Toleranzangabe	269
15.4.	Eintragung von Toleranzen und Passungen	270
16.	Zusatz- und Sonderzeichnungen	277
16.1.	Zusatzzeichnungen	277
16.1.1.	Modellzeichnungen	277
16.1.2.	Rohteilzeichnungen	277
16.1.3.	Schweißgruppenzeichnungen	277
16.2.	Sonderzeichnungen	277
16.2.1.	Spiegelbildzeichnungen	277
16.2.2.	Fundamentzeichnung	281
16.2.3.	Patentzeichnungen	281
16.2.4.	Schemazeichnungen	281
16.2.5.	Optikzeichnungen	283
16.2.6.	Zeichnungen; Holzzeugnisse, Holzteile	283
16.2.7.	Bauzeichnungen	283
16.3.	Schaltpläne	285
17.	Anlage von Musterzeichnungen	291

18.	Verzeichnis der für die zeichnerische Darstellung maßgebenden Standards	301
	Literaturnachweis.	302
	Bildquellennachweis.	302
	Sachwortverzeichnis.	303

1. Allgemeines

Das technische Zeichnen baut auf der Projektionslehre und der darstellenden Geometrie auf. Das Beherrschen dieser Fächer ist für die Ausführung technischer Zeichnungen unerlässlich. Diesen Grundlagen ist im vorliegenden Buch breiter Raum gewidmet. Zur Darstellung werkstattgerechter Zeichnungen gehören zusätzlich die genaue Kenntnis der bestehenden Standards und Empfehlungen des Zeichnungswesens. Nur die gemeinsame Anwendung der vorgenannten Punkte garantiert eine den Erfordernissen der Praxis gerecht werdende technische Zeichnung.

Eine Einführung in die Zeichengeräte und deren Verwendung vervollkommen den Überblick über das Zeichnungswesen.

2. Zeichengeräte und deren Anwendung

2.1. Zeichenstifte

Eines der wichtigsten Arbeitsgeräte zur Herstellung von Zeichnungen ist der Zeichenstift. Recht gut geeignet sind sechskantige Stifte, da diese beim Zeichnen gut in der Hand liegen und nicht so leicht vom Tisch rollen.

Das Holz des Stiftes soll eine möglichst gleichbleibende Härte haben (Zedernholz oder durch chemische Verfahren aufbereitete andere Hölzer).

Die Bleistiftmine ist aus Graphit und Bindemitteln hergestellt und muß von gleichmäßiger Beschaffenheit sein, wobei die damit gezogenen Linien zur Lichtpausfähigkeit tiefschwarz sein müssen. Die Härte des Holzes sowie der Minen muß zum Erzielen einer guten Zeichenspitze im bestimmten Verhältnis stehen.

Mehr und mehr setzen sich in der Praxis wegen ihrer Einfachheit die Klemmstifte durch, bei denen das lästige Spitzen wegfällt. Durch den sparsamen Minenverbrauch wird der relativ hohe Anschaffungspreis des Stiftes bald ausgeglichen. Diese Klemmstifte werden in den verschiedensten Ausführungen im Fachhandel angeboten. Besonders bewährt haben sich die Klemmstifte der Fa. L. & C. Hardtmuth (Bild 1), da hier gleichzeitig am Klemmstift ein Minenspitzer angebracht ist (Bild 2).

Die Verwendung des Minenspitzers ist im Bild 3 dargestellt.

Je nach dem Verwendungszweck sowie der Beschaffenheit des Zeichenpapiers sind bei den Zeichenstiften und den Zeichenminen verschiedene Härtegrade notwendig. Erfahrungsgemäß schwanken die angebotenen Härten nach den festgelegten Tabellen in den einzelnen Herstellerbetrieben der Zeichenstifte. Eine Tabelle der Härtegrade zeigt Bild 4.



Bild 1. Klemmstift mit Minenspitzer



Bild 2. Anordnung des Minenspitzers

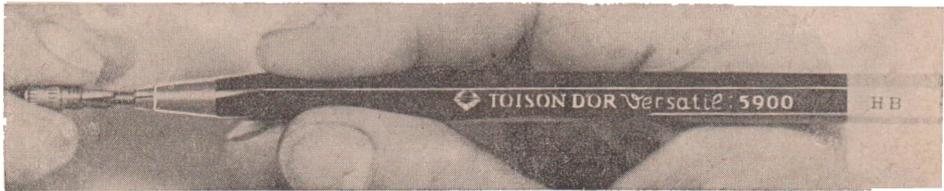


Bild 3. Anwendung des Minenspitzers

Härte	Härtegrade bei Blei- und Zeichenstiften		Verwendungszweck (Richtlinie)
	Zeichenstift	Bleistift	
weich	6 B	00	für Künstler Ma'ler usw.
	5 B	0	
	4 B	1	
	3 B	1 ¹ / ₂	
mittel	2 B	2	zum Schreiben usw.
	B	2 ¹ / ₄	
	HB	2 ¹ / ₂	
	F	3	
	H	3 ¹ / ₂	
hart	2 H	4	für techn. Zeichnungen usw.
	3 H	4 ¹ / ₃	
	4 H	5	
	5 H	5 ¹ / ₂	
	6 H	6	
sehr hart	7 H	7	für Lithographie usw.
	8 H	8	
	9 H	9	

Bild 4. Tabelle der Härtegrade bei Zeichen- und Bleistiften

Die Angaben der Tabelle nach Bild 4 können nur als Richtwerte dienen. Jeder Zeichner wird nach kurzer Zeit selbst feststellen, welche Härte zur Durchführung seiner Arbeiten am zweckmäßigsten ist. Die Auswahl von Zeichenstiften ist vom Verwendungszweck (z. B. Vorzeichnen, Ausziehen von Zeichnungen, Anfertigung von Skizzen usw.), der Papierart (Transparentpapier, Zeichenkarton usw.) und der Handhabung durch den Zeichner selbst abhängig.

Kopierstifte, Tintenstifte, Farbstifte, Drehstifte und ähnliche sind zur Anfertigung techn. Zeichnungen ungeeignet.

Das Anspitzen der Bleistifte führt man zweckmäßig mit einem scharfen Messer oder handelsüblichen Spitzmaschinen durch. Um eine Kegelspitze oder Keilspitze zu erhalten, bedient man sich eines Schmirgelblockes (auf feste Unterlage geheftete Schmirgelstreifen) oder einer feinen Feile.

Eine Zuordnung der Kegelspitze oder der Keilspitze (Bild 5) zu einer bestimmten Ausführung ist nicht möglich, da dies wieder von der Handhabung des Zeichners abhängig ist. Beim Gebrauch des Zeichenstiftes ist darauf zu achten, daß die Spitze unmittelbar an der Kante des Lineals, Winkels usw. gleitet, wie im Bild 6 dargestellt.

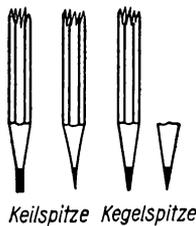


Bild 5. Spitzen von Zeichenstiften

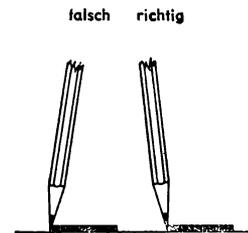


Bild 6. Anwendung des Zeichenstiftes

Überflüssige Linien werden mit dem Radiergummi entfernt, wobei zu beachten ist, daß Linien von harten Stiften mit hartem und Linien von weichen Stiften mit weichem Radiergummi entfernt werden. Bei sehr verschmierten oder sehr alten Radiergummis schneidet man an der alten Abriebfläche eine dünne Scheibe Gummi ab, um diesen wieder gebrauchsfähig zu machen.

2.2. Reißschienen, Zeichendreiecke, Schablonen

2.2.1. Reißschienen

Reißschienen werden aus verzugsfreiem Holz oder aus Formstoff gefertigt. Sie dienen dazu, auf dem aufgespannten Bogen Linien zu ziehen, zur Führung von Zeichenwinkeln und Schablonen.

Es ist darauf zu achten, daß die benutzte Reißschiene nicht wackelt oder verzogen ist, ebenso muß die Anlagekante des Reißbrettes gerade sein. Ohne diese Voraussetzungen ist ein einwandfreies Arbeiten nicht möglich.

Reißschieben für Reißbretter (Bild 7) sind nach TGL 4665 in zwei Ausführungen festgelegt. Ausführung A mit fester Anlage, Ausführung B mit 2 Anlagen fest und stellbar. Weiterhin sind in dieser TGL die Qualitätsmerkmale vermerkt.

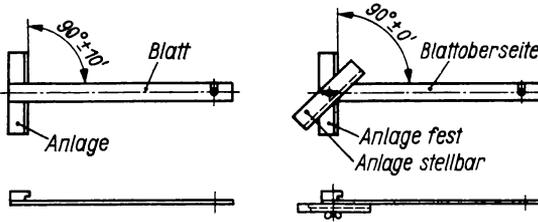


Bild 7. Reißschieben für Reißbretter nach TGL 4665 mit fester und stellbarer Anlage

2.2.2. Zeichendreiecke

Zeichendreiecke dienen zum Ziehen der senkrechten sowie aller in einem Winkel zur Grundlinie liegenden Linien. Im allgemeinen werden $30^\circ/60^\circ$ und $45^\circ/45^\circ/90^\circ$ Winkel benötigt, die ebenfalls nach einer TGL festgelegt sind. Als Werkstoff wird wieder verzugs-freies Holz oder Formstoff verwendet.

Bild 8 zeigt die Zeichendreiecke, die nach TGL 4660 benutzt werden. Häufig werden auch verstellbare Dreiecke, wie sie Bild 9 zeigt, benutzt. Hier kann jeder beliebige Winkel von 45° bis 90° leicht eingestellt werden.

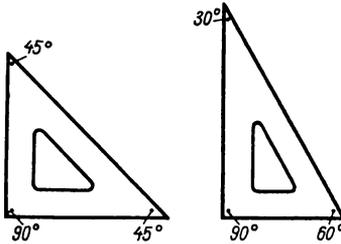


Bild 8. Zeichendreiecke

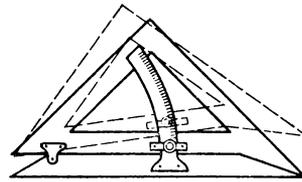


Bild 9. Zeichendreieck verstellbar

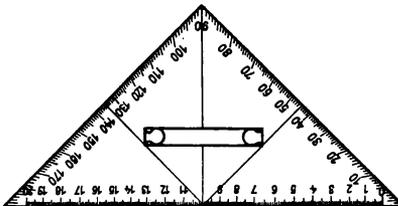


Bild 10. Spezial-Zeichendreieck

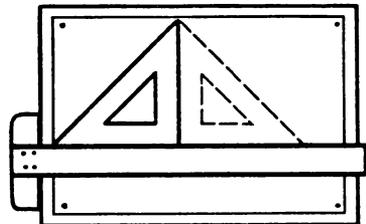


Bild 11. Prüfung der Zeichendreiecke

Als gute Kombination hat sich das Zeichendreieck nach Bild 10 eingeführt. Man hat hier in einem Gerät gleichzeitig Zeichendreieck, Winkelmesser und Maßstab. Zur besseren Handhabung ist es mit einem Griff versehen.

Die Brauchbarkeit des Zeichenwinkels prüft man, indem mit diesem eine senkrechte Linie gezogen wird. Nach Umschlag des Zeichenwinkels und erneuter Linie dürfen sich keine Abweichungen der beiden Linien zeigen, wie im Bild 11 wiedergegeben.

2.2.3. Winkelmesser

Bei den zeichnerischen Darstellungen müssen oft Linien an den verschiedensten Winkeln gezogen werden. Auch bereits bestehende Linien, die einen Winkel einschließen, müssen oft nachgeprüft werden. Hierzu benutzt man den Winkelmesser, der in verschiedenen Ausführungen nach TGL 4667 geliefert wird. Mit diesem ist es möglich, jeden beliebigen Winkel bis zu einer Genauigkeit von $\frac{1}{2}^\circ$ zu messen bzw. anzutragen. Ein Winkelmesser in Grad- und Neugradeinteilung ist in Bild 12 dargestellt.

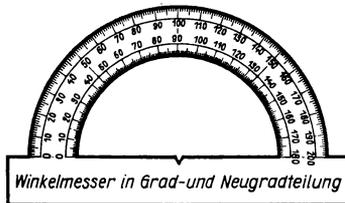


Bild 12. Winkelmesser

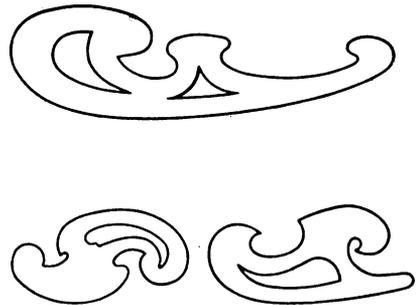


Bild 13. Kurvenlineale nach Burmester

2.2.4. Kurvenlineale

Die Kurvenlineale dienen zum Ziehen und Ausziehen von Krümmungen und Kurven, die keine Kreisform haben und nicht mit Hilfe des Zirkels gezogen werden können.

Meist kommt man mit den 3 handelsüblichen Größen von Kurvenlinealen nach Burmester aus (Bild 13). In verschiedenen Industriezweigen (Kraftfahrzeugbau, Flugzeugbau usw.) bedient man sich der Spezial-Kurvenlineale. Neuerdings werden auch biegsame Gummi- oder Kunststofflineale verwendet, die auf der einen Seite mit Aussparungen versehen sind und dadurch jeder beliebigen Krümmung angepaßt werden können.

Die einzelnen Kurven der Kurvenlineale sind Ellipsen und nach der Gleichung

$$x^2/a^2 + y^2/b^2 = 1 \text{ (Gleichung der Ellipse)}$$

aufgebaut.

2.2.5. Schriftschablonen

Da die Schrift für Zeichnungen, von den Zeichnern geschrieben, recht unterschiedlich ausfällt, verwendet man bei besonderen Zeichnungen, wie z. B. Angebotszeichnungen, Standardblättern, Druckstockzeichnungen usw., zum Schreiben der Schrift Schablonen. Diese sind in der Regel aus durchsichtigem Werkstoff hergestellt und in zwei Führungsschienen gehalten. Die Führungsschienen haben gleichzeitig den Zweck, vom zu beschreibenden Papier zur Schablone einen Abstand zu erreichen, um ein Auswischen der Buchstaben zu vermeiden. Schriftschablonen werden für Schrift für Zeichnungen nach TGL 0-16 (schräge Schrift) und TGL 0-17 (senkrechte Schrift) hergestellt und sind in den Nenngrößen (Schrifthöhe) $h = 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 16, 20$ und 25 mm (Bilder 14 und 15) erhältlich.



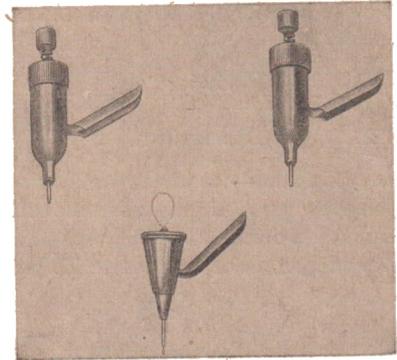
Bild 14. Schriftschablonen für Schrift nach TGL 0-16



Bild 15. Schriftschablonen für Schrift nach TGL 0-17

Zur Ausführung der Schrift für Zeichnungen mit Schriftschablonen sind Spezialfedern (Röhrchen- oder Trichterfedern wie Bild 16) notwendig. Diese Federn sind auf das Verhältnis Liniendicke zu Schrifthöhe abgestimmt. Sie nehmen einen bestimmten Tuschevorrat auf und gewährleisten somit ein zügiges Arbeiten. Neuerdings verwendet man auch Tusche-füllhalter (Bild 17) für die verschiedenen Liniendicken.

Bild 16. Röhrenfedern für Schriftschablonen



2.2.6. Sonstige Zeichenschablonen

Zeichenschablonen erleichtern die Zeichenarbeit wesentlich und tragen somit zur Rationalisierung in den Konstruktionsbüros bei. Diese Schablonen sind ebenfalls aus glasklarem oder gefärbtem durchsichtigem Plast hergestellt. Gebräuchlichste Zeichenschablonen sind: Oberflächenzeichen-, Rundungs-, Radius-, Schrauben-, Muttern-, Kreis-, Tangenten-, Kegelschnitt-, Niet-, Parabel-, Ellipsen-, Schweißzeichenschablonen und andere sowie Axonograph, Kurvograph usw. Verschiedene Zeichenschablonen sind in Bild 18 wiedergegeben.

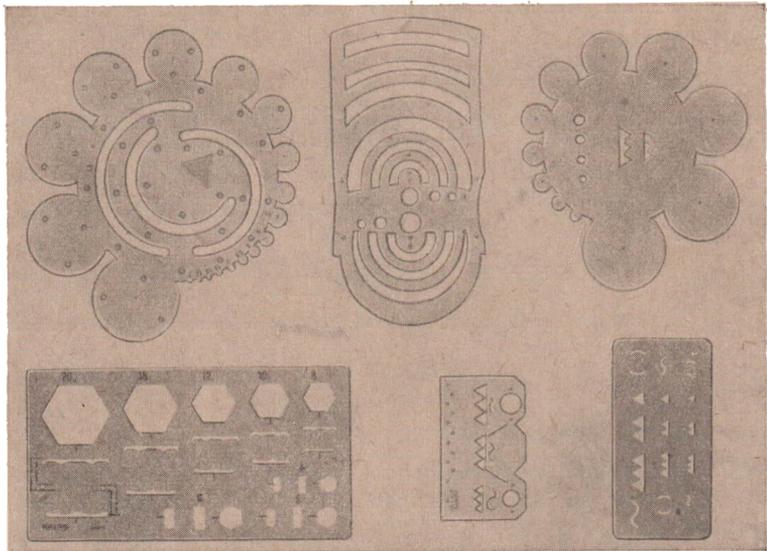


Bild 18. Verschiedene Zeichenschablonen

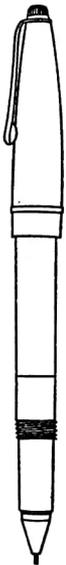


Bild 17. Tuschefüllhalter

2.3. Zirkel und Reißfedern

2.3.1. Zirkel

2.3.1.1. Einsatzzirkel

Zum Zeichnen der Linien von Kreisen, Halbkreisen und allen Kurven, die vom Mittelpunkt den gleichen Abstand haben, benutzt man den Einsatzzirkel. Wie bereits der Name sagt, kann man diesen Zirkel je nach Bedarf durch verschiedene Einsätze für verschiedene Verwendungszwecke verändern. Zu jedem Einsatzzirkel (Bild 19) gehören:

- | | |
|--------------------|-----------------------|
| 1 Bleieinsatz | 1 Spitzeneinsatz |
| 1 Reißfedereinsatz | 1 Verlängerungsstange |

Mit Spitzeneinsatz dient der Zirkel überwiegend zum Abstechen bestimmter Strecken oder Teilungen.

Der Bleieinsatz und Reißfedereinsatz dienen jeweils zum Arbeiten mit Blei bzw. Tusche. Die Verlängerungsstange ermöglicht das Ziehen größerer Kreise bzw. Kreisbogen.

Es ist zweckmäßig, bei der Wahl von Einsatzzirkeln Präzisionsgeräte zu verwenden, denn nur damit kann eine genaue Zeichnung hergestellt werden.

Die Einsatzzirkel werden in den Größen 92 und 140 (Länge vom Drehpunkt bis Zirkelspitze) hergestellt.

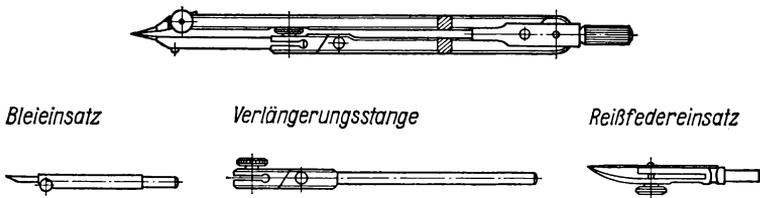


Bild 19. Einsatzzirkel mit Bleieinsatz, Verlängerungsstange und Reißfedereinsatz

Die Anwendung des Einsatzzirkels

Der Zirkel wird am oberen Griffende mit Daumen und Zeigefinger angefaßt und so der Kreis, Halbkreis, Radius usw. gezogen. Dabei ist es gleichgültig, ob mit Blei oder Tusche gearbeitet wird.

Der Blei- oder Tuscheinsatz und die Stahlspitze müssen beim Ziehen von Kreisen möglichst senkrecht zur Zeichenebene stehen. Die Zeichenstellung des Zirkels ist im Bild 20 dargestellt.

Beim Ziehen ist weiterhin zu beachten, daß der Zirkel nur nach einer Seite bedient werden darf, um einwandfreie Linien zu erhalten. Als Zirkelspitzen werden Doppelspitznadeln oder Schulternadeln verwendet. Schulternadeln haben den Vorteil, durch die abgesetzte Fläche eine bessere Zentrierung zu gewährleisten, sie dringen außerdem nicht so tief in die Zeichenfläche ein.

2.3.1.2. Stechzirkel

Dieser ist mit zwei Doppelspitznadeln versehen und dient zum Abtragen von Strecken oder ähnlichen Arbeiten.

Einen Stechzirkel zeigt Bild 21.



Bild 21. Stechzirkel



Bild 23. Fallnullenzirkel

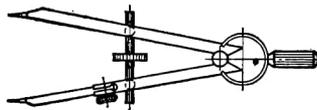


Bild 20. Zeichenstellung des Einsatzzirkels

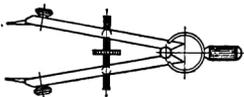
2.3.1.3. Teilzirkel

Das wesentliche Merkmal der Teilzirkel, die in Bild 22 gezeigt werden, ist die Verstelle schraube, durch die ein genaues Einstellen zur Teilung von Strecken erreicht wird. Mit dem jeweiligen Einsatz lassen sich auch mit dem Teilzirkel kleine Kreise oder Radien herstellen.

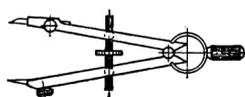
Einsatz-Teilzirkel



A Spitzen-Teilzirkel



B Blei-Teilzirkel



C Reißfeder-Teilzirkel

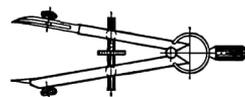


Bild 22. Verschiedene Teilzirkel

2.3.1.4. Fallnullenzirkel

Der Fallnullenzirkel (Bild 23) hat eine bei der Arbeitsweise feststehende Fallnadel, um die der Zirkel beim Ziehen von Kreisen betätigt wird. Man kann mit ihm kleinste Kreise und Radien ziehen. Weiterhin ist er mit einer Verstellerschraube versehen, um gleiche Kreise ohne Vorziehen der Linien zeichnen zu können.

Bei Benutzung des Zirkels wird, um Kreise und keine „Nullen“ zu erhalten, einige Übung vorausgesetzt.

Auch hier ist es wiederum möglich, einen Bleieinsatz oder einen Reißfedereinsatz zu verwenden. Alle beschriebenen Zirkel sind analog dem Einsatzzirkel zu benutzen.

2.3.1.5. Stangenzirkel

Für größere Kreise steht der Stangenzirkel (Bild 24) zur Verfügung. Hierbei sind an einer Stange, meist aus Holz oder Metall, die benötigten Einsätze verstellbar angebracht.

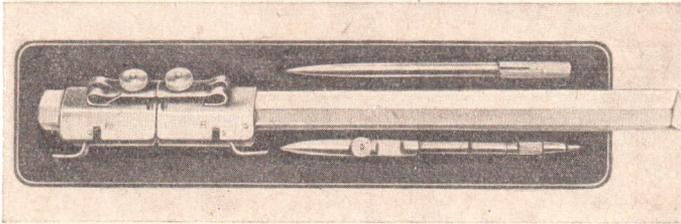


Bild 24. Stangenzirkel im Etui

Um alle Zirkelarten sowie die Reißfedern immer zur Hand zu haben, ist es zweckmäßig, ein komplettes Reißzeug, wie Bild 25 zeigt, zu verwenden. Hier sind die verschiedensten Zirkel und deren Einsätze zweckmäßig geordnet. Das Etui schützt die Zeichengeräte vor Beschädigung und garantiert somit eine hohe Lebensdauer. Gleichzeitig ist eine gute Übersicht gewährleistet.

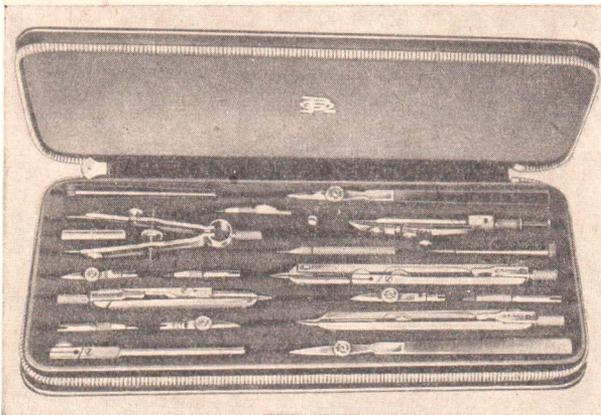


Bild 25. Präzisionsreißzeug

2.3.2. Reißfedern

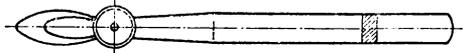
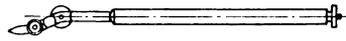
Die Reißfeder (auch *Ziehfeder* genannt) dient zum Ausziehen der Linien mit Tusche. Sie besteht aus zwei gleich langen Federzungen, welche nach unten angeschliffen sind. Um einwandfreie Linien zu erhalten, sind diese Federzungen gehärtet und müssen von Zeit zu Zeit je nach Benutzung mit einem Abziehstein vorsichtig nachgeschliffen werden. Die jeweils gewünschte Liniendicke kann mittels einer Stellschraube eingestellt werden.

Beim Reinigen der Reißfeder von Tuscheresten kann man bei guten Reißfedern eine der beiden Zungen seitlich verdrehen.

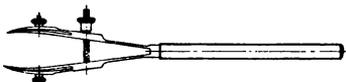
Bei dicken Linien bedient man sich der Schwedenfedern, die, bedingt durch die größeren Zungen, eine größere Menge Tusche aufnehmen können. Bild 26 zeigt verschiedene Reißfedern, die für die verschiedensten Verwendungszwecke benutzt werden.



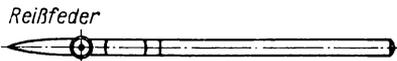
Doppel-Kurvenreißfeder



Reißfeder schwedische Form



Wegereißfeder



Reißfeder

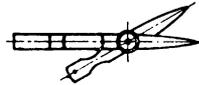
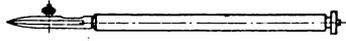


Bild 26. Verschiedene Reißfedern



Kurvenreißfeder

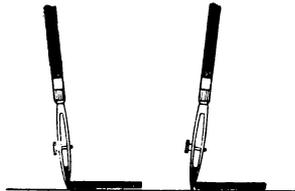


Bild 27. Haltung der Reißfeder

Bild 26. Verschiedene Reißfedern

2.3.2.1. Anwendung der Reißfedern

Die Reißfeder wird während des Arbeitens so gehalten, daß beide Federzungen den Zeichenbogen gleichzeitig berühren. Die Reißfeder ist nun mit dem entsprechenden Gefühl an Reißschiene, Winkel usw. entlang zu ziehen. Während des Ziehens ist die Feder leicht nach der Seite geneigt zu halten. In Bild 27 ist links die richtige Handhabung der Reißfeder dargestellt. Rechts im Bild erkennt man deutlich durch die falsche Handhabung den Abstand zwischen Anlegkante und Federzunge. Bei falscher Federhaltung kann nie eine gerade Linie erreicht werden.

Zum Füllen der Reißfedern mit Ausziehtusche werden vorwiegend Tuschepatronen verwendet, die sich für diesen Zweck besonders eignen. Das Füllen der Reißfedern wird in Bild 28 gezeigt.

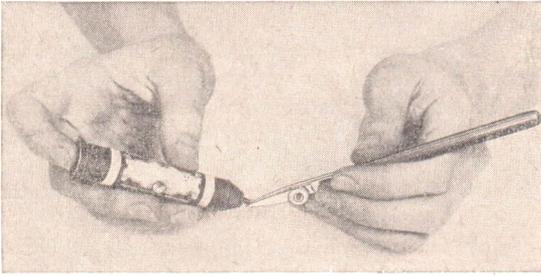


Bild 28. Füllen der Reißfeder

2.4. Zeichenmaschinen

Die früher üblichen Zeichentische mit Parallelführung oder mit Reißschieben werden nur noch selten benutzt, da durch die Zeichenmaschinen ein leichteres, schnelleres und besseres Arbeiten erreicht wird.

Der Zeichentisch besteht meist aus einem Metallständer sowie dem Reißbrett. Verschiedene Arten von Reißbrettern und weitere Hinweise sind in TGL 4664 festgelegt. Das Reißbrett ist nach allen Lagen verstellbar und feststellbar. Weiterhin ist am Reißbrett die Zeichenmaschine angebracht. Die Zeichenmaschine hat einen Zeichenkopf, der mit der linken Hand betätigt wird. Dieser ist in seiner Anwendung um 360° in der Zeichenebene schwenkbar (ältere Ausführungen 150°). Alle gewünschten Gradzahlen lassen sich hier mühelos einstellen, darüber hinaus ist er mit einer Rastenschaltung von 15° zu 15° versehen. Bild 29 zeigt links einen Zeichenkopf mit 150° -Teilung und rechts einen Zeichenkopf mit 360° Teilung.

Am Zeichenkopf sind die Zeichenlineale angebracht, die sich leicht auswechseln lassen.

Nach dem Einsetzen der Lineale ist durch Umschlagen zu prüfen, ob diese den Winkel von 90° genau einhalten.

Wie Bild 30 zeigt, unterscheidet man zwei Arten von Zeichenmaschinen, und zwar die Laufwagenzeichenmaschine und die Parallelogrammzeichenmaschine.

Weiterhin verwendet man für die verschiedensten Zwecke Sonderzeichenmaschinen, z. B.:

Großzeichenmaschinen, wie Bild 31 zeigt (für Schiffbau, Kraftfahrzeugbau, Flugzeugbau usw.), Zeichenmaschinen für Versehrte, Kleinzeichenmaschinen wie im Bild 32, usw.

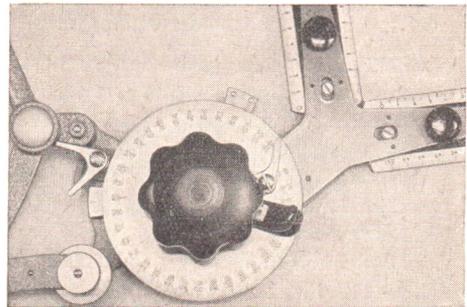
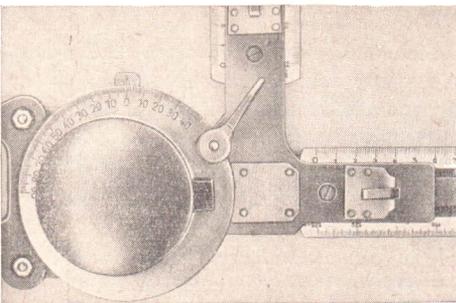


Bild 29. Zeichenköpfe

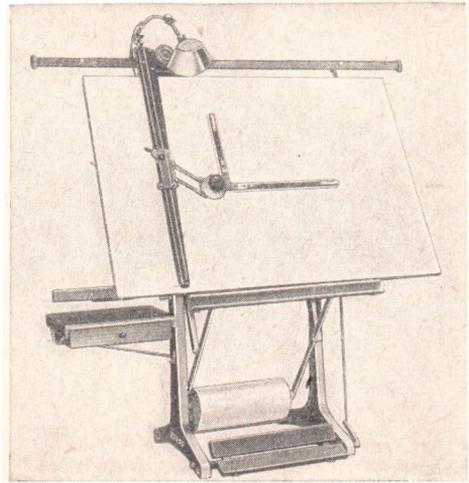
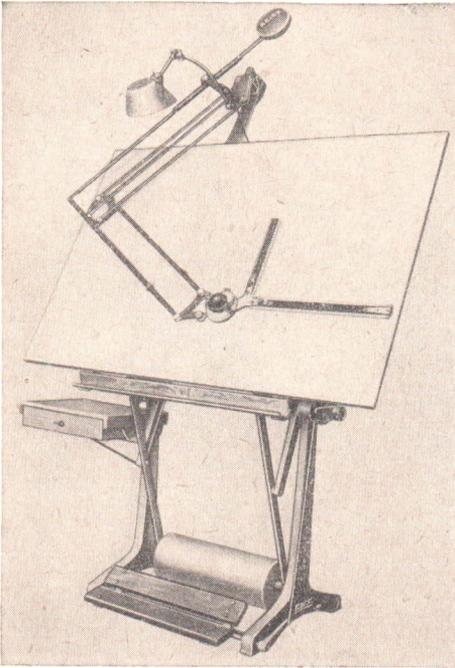


Bild 30. Parallelogrammzeichnenmaschine und Laufwagenzeichnenmaschine mit Zeichentisch

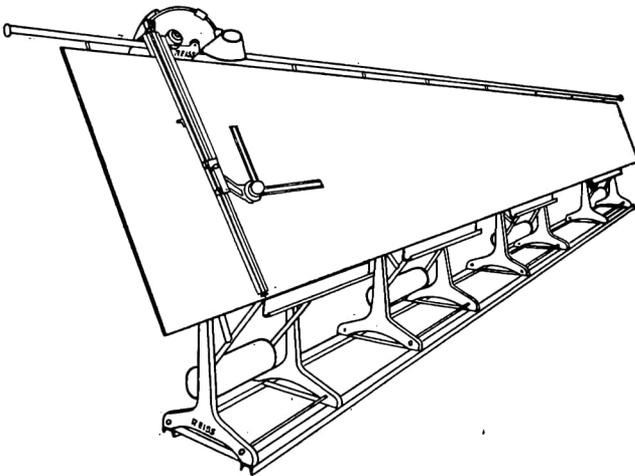


Bild 31. Großzeichnenmaschine

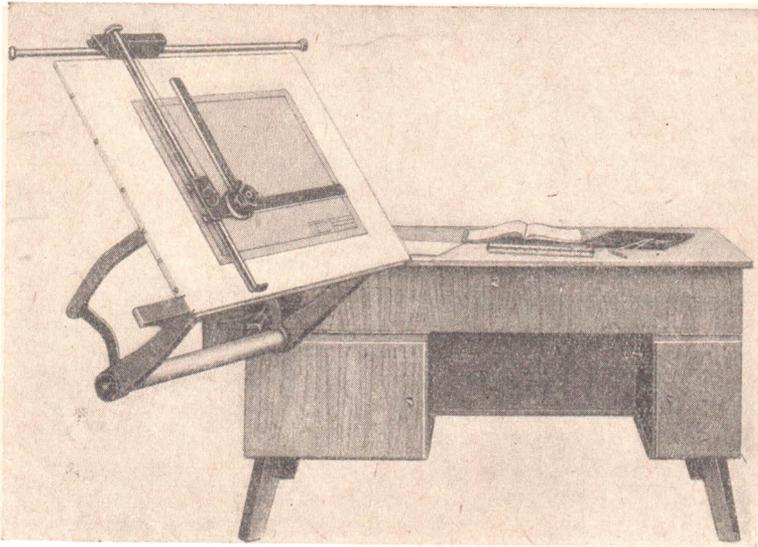
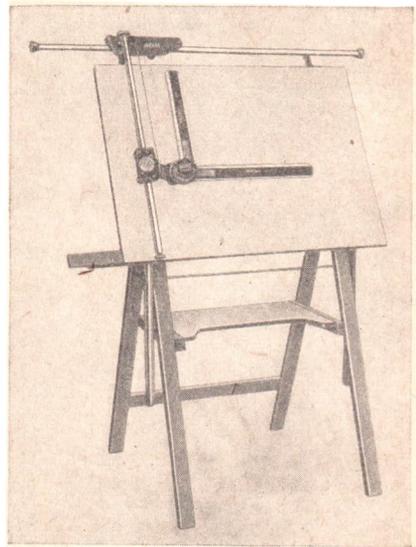


Bild 32. Sonderzeichenmaschinen



2.5. Zeichenhilfsmittel

2.5.1. Reißbrettstifte

Für das Aufzwecken der Zeichenbogen eignen sich besonders Reißbrettstifte mit geschliffenen Stahlspitzen. Diese lassen sich leicht eindrücken und mittels Hebers leicht entfernen. Vorteilhaft sind die Reißbrettstifte mit gewölbtem Kopf, da hierbei ein Hängenbleiben der Zeichenlineale vermieden wird.

2.5.2. Zellglasband

Ofthmals werden Zeichenbogen auch mit Zellglasband (Nadierband, Prenaband usw.) auf dem Zeichenbrett befestigt. Dies hat den Vorteil, daß keine Erhöhung auf der Zeichenfläche das Arbeiten behindert.

Weiterhin nimmt man dieses Band auch zum Kleben beschädigter oder eingerissener Zeichenbogen bzw. Zeichnungen.

2.5.3. Zeichenmaßstäbe

Zeichenmaßstäbe sind in den verschiedensten Arten nach TGL 3518 festgelegt.

Häufig werden in den Konstruktionsbüros Dreikantmaßstäbe mit mehreren Maßverhältnissen, z.B. 1:1, 1:2, 1:2,25, 1:2,5, 1:5 und 1:7,5, verwendet. Sie eignen sich besonders zum Abnehmen der Maße mit dem Zirkel und ersparen bei Verkleinerungen das Umrechnen, schließen dadurch entstehende Fehlerquellen aus. Auch Maßstäbe mit nur einem Maßverhältnis werden für einfache Arbeiten verwendet. Die Maßstäbe für Zeichenmaschinen sind mit einer Haltevorrichtung für den Zeichenkopf versehen und haben meist die Maßverhältnisse 1:1, 1:2,5 und 1:5. Als Werkstoff wird Hartholz, Formstoff oder Aluminium verwendet. Die nach der obengenannten TGL bekannten Maßstäbe sind in Bild 33 dargestellt.

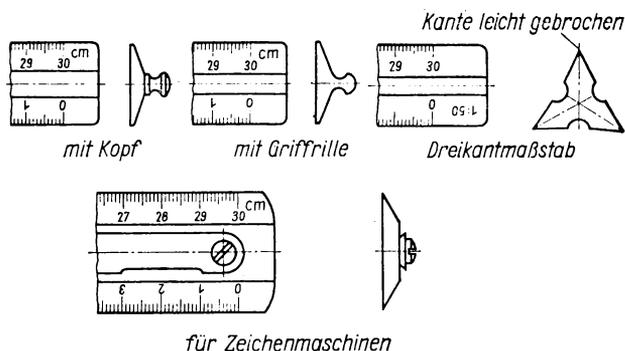


Bild 33. Zeichenmaßstäbe nach TGL 3518

2.5.4. Ausziehtusche

Zum Ausziehen von Linien, Kreisen, Kurven usw. sowie für das Beschriften der Zeichnungen, für die Maßzahlen und Maßpfeile verwendet man schwarze Ausziehtusche. Für diese Arbeiten eignet sich nur dünnflüssige Tusche, die trotzdem eine hohe Deckkraft besitzen muß, um einwandfreie Lichtpausen zu erreichen. Die Tusche muß wasserfest sein und gleichmäßig aus der Feder fließen. Schwarze Ausziehtuschen müssen tiefschwarz decken, im Halbglanz aufrocknen und Linienzeichnungen bis 0,1 mm Dicke ermöglichen. Bei Gebrauch eines weichen Radiergummis zur Entfernung von Bleistiftstrichen dürfen die

Tuschestriche nicht zerstört werden. Außer schwarzer Ausziehtusche werden für verschiedene Zwecke andersfarbige Tuschen verwendet. Die Lieferbedingungen der Ausziehtuschen sind nach TGL 448163:1 bestimmt.

Verwendet wird die Ausziehtusche meist aus kleinen Glasfläschchen, es setzt sich jedoch mehr und mehr die Verwendung von Tuschepatronen durch, bei denen eine leichte, saubere und sparsame Verwendung der Tusche gewährleistet ist.

2.5.5. Radierpinsel

Für das Entfernen von Tuschelinien usw. ist der Radierpinsel sehr gut geeignet. Der Einsatz dieses Radiergerätes der sich nach dem Verbrauch leicht auswechseln läßt, besteht aus dünnen Glasfäden.

2.5.6. Radiermesser

Neben Radiergummi und Radierpinsel benutzt man auch häufig das Radiermesser. Es muß für diese Arbeiten sehr gut geschliffen und mit einem Ölstein abgezogen sein. Andere Arbeiten mit dem Radiermesser, wie das Spitzen von Zeichenstiften usw., machen dieses Gerät für den vorgesehenen Zweck unbrauchbar. Sehr oft verwendet man zum Radieren die Rasierklinge, die sich für diesen Zweck recht gut eignet und immer zur Verfügung steht.

2.5.7. Lineator

Ein brauchbares Zeichengerät für alle Linien und Schriften ist der Lineator, wie er im Bild 34 dargestellt ist. Er ist nach dem Prinzip eines Tuschefüllhalters aufgebaut und gewährleistet dadurch ein zügiges Arbeiten. Da Zieh- oder Schreibfedern an dieses Gerät angebracht werden können, läßt es sich universell verwenden.



Bild 34. Lineator mit Zieh- und Schreibfedern

2.5.8. Schmirgelbrett

Zum Schärfen der Zeichenstiftspitzen dient ein Schmirgelbrett (Bild 35). Hierbei sind auf einer festen Unterlage (meist Holz oder Pappe) mehrere Lagen feines Schmirgelpapier befestigt. Die einzelnen Lagen können nach Verbrauch entfernt werden. Oft wird auch zum Anschärfen eine kleine Schlichfeile verwendet.

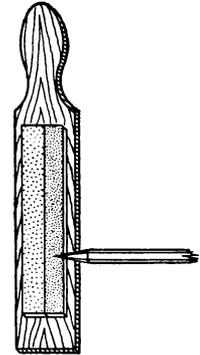


Bild 35. Schmirgelbrett

2.5.9. Schreibfedern

Zeichen- und Schreibfedern

Diese Federn haben eine schlanke Spitze, die einen sehr feinen Strich ergibt. Sie werden meist zum Schreiben kleinster Buchstaben und Zahlen sowie zum Antragen der Maßpfeile u. ä. in den Zeichnungen gebraucht.

Kugelspitzfedern

Da diese Federn einen kräftigeren Strich ergeben, werden sie für Maßzahlen und kleinere Beschriftung verwendet. Außerdem ist damit das Schreiben auf Zeichenpapier mit rauher Oberfläche möglich.

Redisfedern

Sie werden für die verschiedensten Strichdicken von 0,5...5 mm angefertigt. Die aufgeklebte Überfeder gestattet eine größere Aufnahme von Tusche und ermöglicht dadurch ein besseres, schnelleres Arbeiten als die vorgenannten Federn. Sie eignen sich besonders zum Schreiben von Schrift für Zeichnungen. Beim Schreiben mit Redisfedern ist darauf zu achten, daß die ganze Fläche der nach oben gebogenen Schreibplatte aufliegt. Nach Gebrauch der verschiedenen Schreibfedern sind diese sofort von den noch anhaftenden Tuscheresten zu säubern. Dies ist zweckmäßig mit einem weichen Lappen durchzuführen. Die verschiedensten Schreibfedern zeigt Bild 36.



Zeichenfeder

Kugelspitzfeder

Redisfeder

Bild 36. Schreibfedern

3. Zeichenformate — Zeichenvordrucke

3.1. Werkstoff der Zeichenbogen

Die Zeichenbogen werden je nach dem Verwendungszweck aus verschiedenen Werkstoffen hergestellt.

Vorwiegend werden die nachfolgenden aufgeführten Zeichenpapiere verwendet:
Lichtundurchlässige Zeichenpapiere (Zeichenkarton),
lichtdurchlässige Zeichenpapiere.

3.1.1. Lichtundurchlässige Zeichenpapiere

Diese sind je nach Qualität ein holzfreies, mit oder ohne Hadernzusatz (Baumwolle, Hanf, Leinen, Nessel) gearbeitetes oder holzhaltiges, vollgeleimtes, vorwiegend schwach ge-
glättetes Papier. Die Farbe dieser Papiere ist meist weiß bis gelblich. Die Qualitätsmerkmale der Zeichenpapiere sind nach TGL 4757 festgelegt.

Diese Papiere müssen tusch- und radierfest sein und dürfen sich bei Temperaturschwankungen nicht wesentlich verziehen. Die Prüfung ist wie folgt vorzunehmen: Unter Verwendung von schwarzer Ausziehtusche ist mittels einer Zweizungenfeder ein 0,8 mm breiter Strich zu ziehen und nach dem Trocknen mit einem Schreibmaschinenradiergummi wegzuradiieren. Der Radierabrieb soll fein sein und nicht mehr als 50% der Blattdicke betragen. Die radierte Stelle wird geglättet und darauf nochmals ein Tuschestrich wie vorher gezogen. Der nun gezogene Strich muß randscharf stehen.

Weiter unterscheidet man die üblichen Zeichenpapiere sowie Papiere, die aus mehreren Schichten bestehen.

Für Schablonenzeichnungen und ähnliches wird verzugsfreier Zeichenkarton verwendet. Dieser hat in der Mitte eine dünne Blechfolie, die ein Verziehen in jedem Falle verhindert.

3.1.2. Lichtdurchlässige Zeichenpapiere

Diese Zeichenpapiere werden auch Klarpapiere genannt. Das gebräuchlichste ist das Transparentzeichenpapier. Es ist nach TGL 4684 standardisiert.

Transparentzeichenpapier ist ein aus gebleichtem Zellstoff hergestelltes, durchscheinendes, maschinengeglättetes, feines Papier, das zum Auftragen von Bleistift- und Tuschezeichnungen und direkter Vervielfältigung durch Lichtpausen geeignet ist.

Es ist meist von hellgrauer Farbe und muß radierfest sein sowie eine gute Festigkeit haben. Die Prüfung dieses Papiers erfolgt genau wie beim Zeichenpapier.

Nach TGL 4684 wird Transparentpapier mit einer Flächenmasse von 50...80 g/m² hergestellt. Es ist in die Sorten A (hochtransparent), B (feintransparent) und C (normal) eingeteilt.

3.1.3. Öklarpapier

Öklarpapier wird in verschiedenen Farbtönen hergestellt und hat meist eine glänzende Oberfläche. Es zeichnet sich durch eine hohe Lichtdurchlässigkeit aus und ist fast unempfindlich gegen Feuchtigkeit. Diese Papiere eignen sich jedoch nur für Tuschezeichnungen.

3.1.4. Pausleinen

Pausleinen ist im Innern mit einem groben Gewebe versehen, welches eine überaus große Festigkeit gewährleistet. Es zeichnet sich ebenso wie die Öklarpapiere durch hohe Lichtdurchlässigkeit aus.

3.1.5. Zeichenfolie

Mehr und mehr setzt sich jetzt die Zeichenfolie an Stelle der Öklarpapiere und Pausleinen durch. Diese Plastikfolie hat filmartige Eigenschaften, wobei eine Seite glatt ist, die andere eine raue Oberfläche hat. Sie ist völlig unempfindlich gegen Feuchtigkeit und Wärme, unbedingt radierfest und verzugsfrei. Diese Folie ist für Bleistift- und Tuschezeichnungen gleich gut geeignet.

3.2. Papierformate und Blattgrößen

Die Papierformate sind nach TGL 0-476, die Blattgrößen nach dem derzeit gültigen Standard festgelegt.

Am häufigsten werden die Formate der Reihe A angewendet. Weitere Zusatzformate sind durch die Reihen B und C festgelegt. Die Formate der Reihe A nach TGL 0-476 zeigt Bild 37. Sie gelten für alle unabhängigen Papiergrößen als Fertigformate. Die Formate der Zusatzreihen B und C gelten für abhängige Papiergrößen (z. B. Ordner, Briefhüllen usw.). Die Abmessungen der Formate ergeben sich gemäß der standardisierten Formatordnung. Der Flächeninhalt des Ausgangsformates ist 1 m^2 und als Rechteck nach dem Verhältnis $1:\sqrt{2}$ dargestellt. Daraus ergeben sich die Seitenlängen des Formates A0 von $x = 0,841 \text{ m}$ und $y = 1,189 \text{ m}$.

Je zwei benachbarte Flächen einer Formatreihe gehen durch Hälften oder Doppeln auseinander hervor. Die Flächen beider Formate verhalten sich demnach wie 1:2 (Bild 38.1).

Die Formate sind einander ähnlich. In Ver-

A-Reihe	
Kurzzzeichen	mm
4 A 0	1682 × 2378
2 A 2	1189 × 1682
A 0	841 × 1189
A 1	594 × 841
A 2	420 × 594
A 3	297 × 420
A 4	210 × 297
A 5	148 × 210
A 6	105 × 148
A 7	74 × 105
A 8	52 × 74
A 9	37 × 52
A 10	26 × 37

Bild 37. Formate der A-Reihe nach TGL 0-476

bindung mit dem Vorhergesagten ergibt sich für die beiden Seiten x und y eines Formates die Gleichung:

$$x : y = 1 : \sqrt{2} \quad (\text{Bild 38.2}).$$

Beide Seiten verhalten sich also zueinander wie die Seite eines Quadrates zu dessen Diagonale (Bild 38.3).

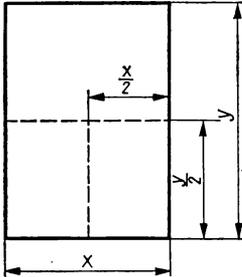


Bild 38.1

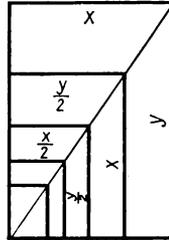


Bild 38.2

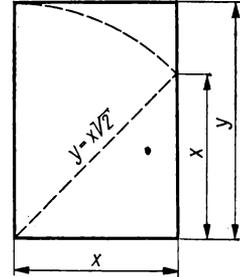


Bild 38.3

Für das Ausgangsformat mit den Seiten x und y gelten nach den aufgezeigten Grundsätzen die beiden Gleichungen:

$$x : y = 1 : \sqrt{2} \quad \text{und} \quad x \cdot y = 1$$

Das Ausgangsformat, ein Rechteck mit dem Flächeninhalt 1 m^2 , hat somit die Seiten $x = 0,841 \text{ m}$ und $y = 1,189 \text{ m}$.

Durch fortgesetztes Halbieren des Ausgangsformates wird die A-Reihe abgeleitet.

Die geometrischen Mittelformate zwischen den Formaten der A-Reihe ergeben die B-Reihe, aus den geometrischen Mittelwerten zwischen den Formaten der A- und B-Reihe ist die C-Reihe gebildet. Die Zusatzreihen zeigt die Tabelle in Bild 39.

Streifenformate

Streifenformate werden durch Langhälften, -vierteln, -achteln der Hauptformate gewonnen, wie die Tabelle nach Bild 40 zeigt.

Anwendung der Streifenformate: Briefhüllen, Schilder, Fahrscheine, Zinsscheine, Zeichnungen usw.

Die nach Standard festgelegten Blattgrößen sind vornehmlich für alle Arten von technischen Zeichnungen, gedruckten Maßskizzen, gedruckten Zeichnungen und Standardblättern zu verwenden.

Die Blätter aller Größen können in Hoch- und Querlage verwendet werden. Bild 41 zeigt die festgelegten Blattgrößen.

In Sonderfällen können lange Blätter durch Aneinanderreihen gleicher oder benachbarter Blattgrößen der Blattreihe gewonnen werden, wie Bild 42 zeigt.

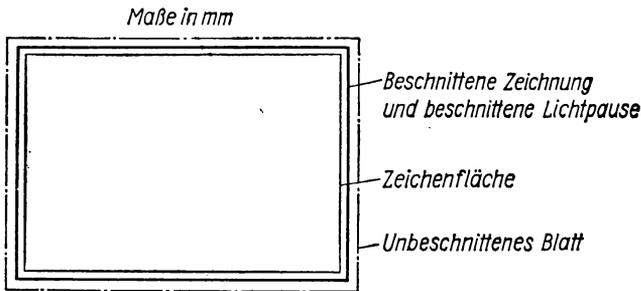
¹⁾ Die Größe der Zeichenfläche ist jeweils aus den Maßen der beschrifteten Zeichnungen unter Berücksichtigung des Schriftfeldabstandes von 5 mm errechnet. Die wirklich zur Verfügung stehende Zeichenfläche ist um das Schriftfeld, den Hefrand usw. kleiner.

Format- bezeichnung	Zusatzreihen		Format- bezeichnung	Zusatzreihen	
	B	C		B	C
B 0	1000 × 1414	—	B 5	176 × 250	—
C 0	—	917 × 1297	C 5	—	162 × 229
B 1	707 × 1000	—	B 6	125 × 176	—
C 1	—	648 × 917	C 6	—	114 × 162
B 2	500 × 707	—	B 7	88 × 125	—
C 2	—	458 × 548	C 7	—	81 × 114
B 3	353 × 500	—	B 8	62 × 68	—
C 3	—	324 × 458	C 8	—	57 × 81
B 4	250 × 353	—	B 9	44 × 62	—
C 4	—	229 × 324	B 10	31 × 44	—

Bild 39. Zusatzreihen B und C nach TGL 0-476

Format	Kurz- zeichen	mm
Längshälfte von A 4	1/2 A 4	105 × 297
Längsviertel von A 4	1/4 A 4	52 × 297
Längsachtel von A 7	1/8 A 7	9 × 105
Längshälfte von C 4	1/2 C 4	114 × 324
usw.		

Bild 40. Tabelle der Streifenformate nach TGL 0-476



Blatt- größen nach TGL 0-476 Reihe A	Beschnittene Zeichnung und beschnittene Lichtpause (Fertigblatt)	Zeichen- fläche ¹⁾	Unbeschnittenes Blatt (Rohblatt für den Einzeldruck) Kleinmaß	Verwendbare günstige Rollenbreite			Rohblatt aus 660 × 900
A 0	841 × 1189	831 × 1179	880 × 1230	—	900	—	—
A 1	594 × 841	584 × 831	625 × 880	—	900	660	660 × 900
A 2	420 × 594	410 × 584	450 × 625	(2 × 450)	900	660	450 × 660
A 3	297 × 420	287 × 410	330 × 450	(2 × 330) (2 × 450)	660	900	330 × 450
A 4	210 × 297	200 × 297	240 × 330	250	660	—	225 × 330
A 5	148 × 210	138 × 200	165 × 240	—	660	—	—
A 6	105 × 148	95 × 138	120 × 165	—	660	—	—

¹⁾ Fußnote siehe Seite 32

Bild 41. Blattgrößen nach Standard



Bild 42. Verlängerung der Blattgrößen

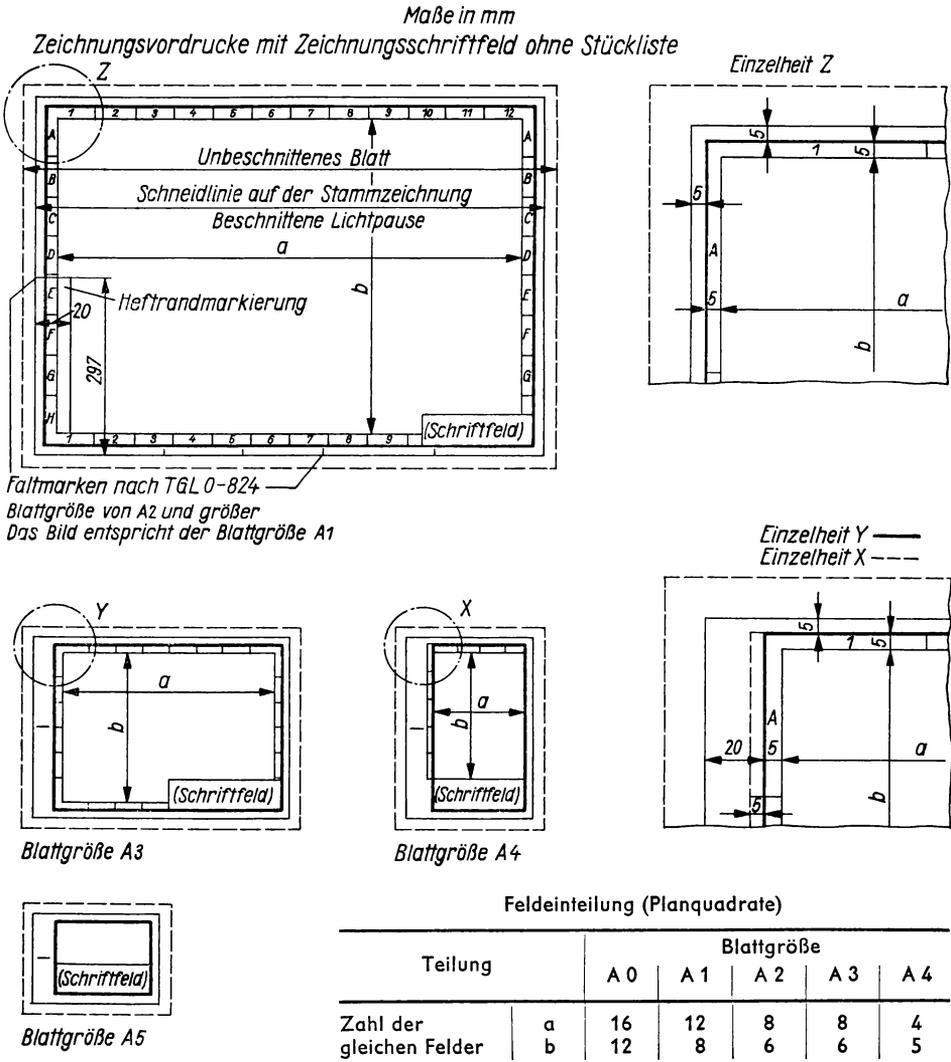
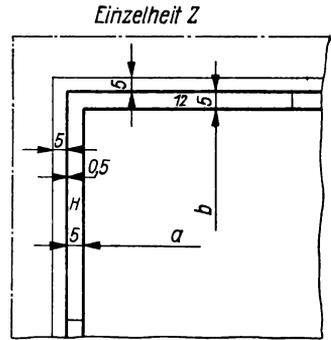
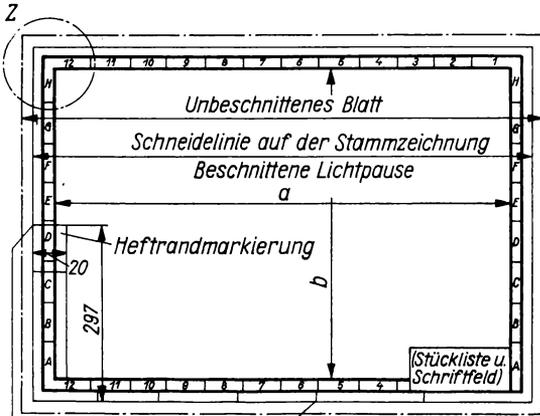
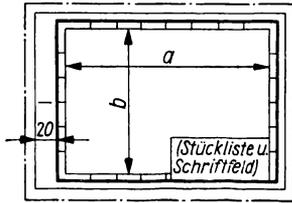


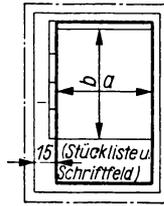
Bild 43. Vordrucke für Zeichnungen mit Feldeinteilung



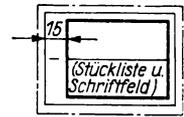
Faltmarken nach TGL 0-824
 Blattgröße A2 und größer
 Das Bild stellt die Blattgröße A1 dar



Blattgröße A3



Blattgröße A4



Blattgröße A5

Feldeinteilung (Planquadrate)

Teilung für	Zahl der gleichen Felder bei Blattgröße				
	A 0	A 1	A 2	A 3	A 4
a	16	12	8	8	4
b	12	8	6	6	4

Bild 44. Vordrucke für Zeichnungen mit Feldeinteilung

Maße in mm

Blattgröße	Faltungsschema	Längsfalten	Querfalten
A0 841×1189			
A1 594×841			
A2 420×594			
A3 297×420			

Zeichnung Blattgröße	l_1	l_2
A 0 A 1 A 3	20	190
A 2	18	192

Zeichnung fertig gefaltet zum Einheften

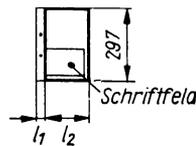


Bild 45. Faltung auf Format A 4 nach TGL 0-824

3.3. Zeichenvordrucke

Zeichenvordrucke sind nach TGL 0-6771 festgelegt. Durch diese Festlegung wird eine Einheitlichkeit auf größerer Ebene erreicht und willkürliche Abmessungen ausgeschaltet. Die Festlegung der Vordrucke bringt ebenfalls für alle im Zusammenhang stehenden Nebenarbeiten große Vorteile. Aus volkswirtschaftlichen Gründen ist es unbedingt zu vermeiden, Zeichnungsvordrucke im Konstruktionsbüro anfertigen zu lassen. Die Vordrucke zeigen die Bilder 43 und 44.

Zur besseren Weitergabe von Änderungen, Einzelheiten usw. auf Zeichnungen bedient man sich der Feldeinteilung (Bilder 43 und 44). Der Zeichenbogen wird hierbei in eine bestimmte Anzahl Planquadrate eingeteilt. Diese Planquadrate werden horizontal mit Ziffern und vertikal mit Großbuchstaben bezeichnet. Durch diese Einteilung ist besonders bei telefonischen Rückfragen eine schnelle und einwandfreie Verständigung möglich, und Irrtümer sind ausgeschlossen.

3.4. Falten der Zeichnungen

Transparentzeichnungen, dürfen niemals gefaltet werden, weil sie dann recht bald unbrauchbar sind.

Lichtpausen und andere Unterlagen werden für Ordner auf A 4 gefaltet (Bild 45). Dies ist notwendig, um große Zeichnungen in Mappen und Heftern ablegen zu können. Zur Erleichterung und Zeitersparnis sind auf jedem Format die Faltmarken nach TGL 0-824 aufgebracht. Für das Einheften in Ordner sind die Zeichnungen wie folgt auf A 4 zu falten: Das Schriftfeld muß obenauf und in richtiger Lage sichtbar sein. Bei Beginn des Falzens muß für Zeichnungen A 2 die Breite 210 mm (1. Falte) festgehalten werden, und zwar zweckmäßig durch Auflegen einer Schablone 210 mm × 297 mm. Von *c* aus wird ein dreieckiges Stück der Zeichnung zurückgefaltet (2. Falte), damit bei der vollständig zusammengelegten Zeichnung nur das linke untere, durch ein Diagonalkreuz gekennzeichnete Feld gelocht oder festgeheftet wird.

Die Zeichnung wird von Seite *a* ausgehend auf 190 mm Breite und A 2 auf 192 mm – zweckmäßig mit einer Schablone – nach links weitergefaltet. Der bei dem Falten nicht angehende Teil wird halbiert eingefaltet und bringt so den Zeichnungsteil mit dem Schriftfeld obenauf. Die bei Zeichnungen A 2 durch das Längsfalten entstandenen Streifen werden von Seite *b* quergefaltet.

Bei Beachtung vorstehender Regeln ist auch das Falten jeder beliebigen Blattgröße möglich. Im allgemeinen ist nicht zu empfehlen, größere Zeichnungen als A 1 in Akten einzulegen oder einzuheften.

4. Grundregeln des technischen Zeichnens

4.1. Linien

Zur Darstellung von Zeichnungen werden Linien verwendet. Die Festlegung der Linien und Linienarten ermöglicht es, Hinweise bezüglich der Darstellung zu geben und bietet die Voraussetzung für einheitliche technische Zeichnungen. Man kann dadurch leicht feststellen, ob es sich um die Mitte des dargestellten Gegenstandes handelt, ob ein Gewinde oder ein Schnittverlauf anzugeben ist.

Die Linien sind nach TGL 9727 standardisiert. Festgelegt sind vier Linienarten und vier Liniengruppen (Bild 46 und Bild 47), die die Belange der Praxis vollauf befriedigen.

Für die technische Darstellung einer Ansicht oder eines Schnittes sollen nur Linien einer Liniengruppe angewendet werden. Anzustreben ist die Anwendung der Liniengruppen mit den dicksten Linien, die nach Art und Größe der Zeichnung möglich sind. Das gilt gleichermaßen für Tusche- und Bleizeichnungen.

Bild 48 zeigt einige Anwendungsbeispiele der Linien. Anwendungshinweise zu diesen Anwendungsbeispielen sind in der nachfolgenden Tabelle aufgeführt.

<i>Linienarten</i>	<u><i>Volllinie</i></u>	<u><i>Strichlinie</i></u>	<u><i>Strichpunktlinie</i></u>	<u><i>Freihandlinie</i></u>				
								
<i>Liniendicken in mm</i>	1,2	0,8	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1

Bild 46. Linienarten und Liniendicken nach TGL 9727

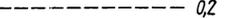
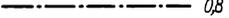
<i>Liniengruppe 1,2</i>		<i>Liniengruppe 0,5</i>	
<i>a</i>	 1,2	 0,5	
<i>b</i>	 0,4	 0,2	
<i>c</i>	 0,6	 0,3	
<i>d</i>	 1,2	 0,5	
<i>e</i>	 0,4	 0,2	
<i>f</i>	 0,4	 0,2	
<i>Liniengruppe 0,8</i>		<i>Liniengruppe 0,3</i>	
<i>a</i>	 0,8	 0,3	
<i>b</i>	 0,3	 0,1	
<i>c</i>	 0,4	 0,2	
<i>d</i>	 0,8	 0,3	
<i>e</i>	 0,3	 0,1	
<i>f</i>	 0,3	 0,1	

Bild 47. Liniengruppen nach TGL 9727

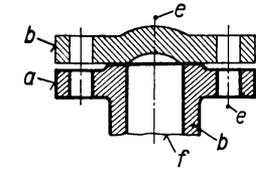


Bild 1

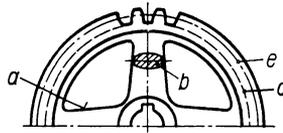


Bild 2

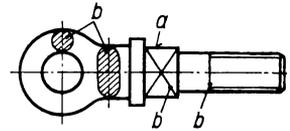


Bild 3

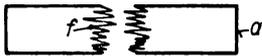


Bild 4



Bild 5

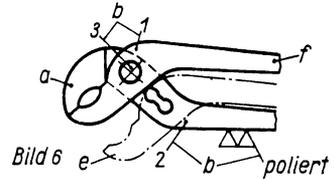


Bild 6

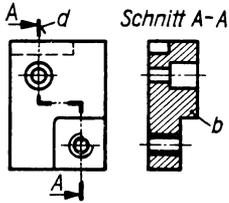


Bild 7

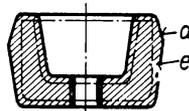


Bild 8

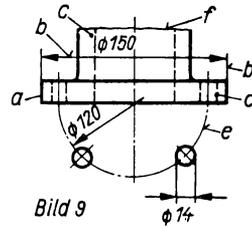


Bild 9

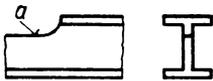


Bild 10

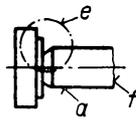


Bild 11

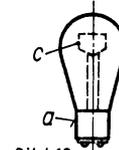


Bild 12

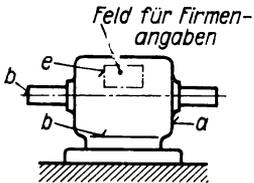


Bild 13

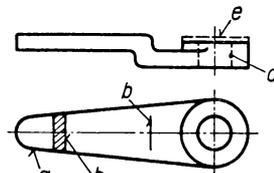


Bild 14

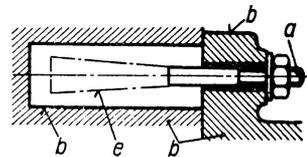


Bild 15

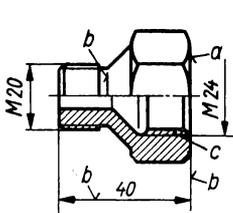


Bild 16

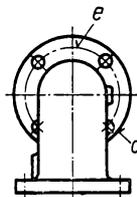
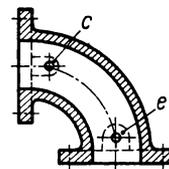


Bild 17



Linienarten	Anzuwenden für	Beispiele siehe Bild 48 Bild ¹⁾
	a Sichtbare Kanten von Körpern, Umrisse;	1 bis 17
Volllinien	b Querschnitte in einer zur Zeichenfläche senkrechten Ebene (Armquerschnitte bei Rädern); Umrisse benachbarter Teile zum Andeuten des Zusammenhangs; Umrisse von wahlweisen Ausführungen; Maß- und Maßhilfslinien; Gewindebegrenzung; Schraffur von Schnittflächen; Bezugslinien, Oberflächenzeichen; Bezugshaken für Wortangaben; Diagonalkreuz; Licht- und Biegekanten;	2, 3, 14 1, 15 13 3, 9, 16 1, 2, 3, 7, 9, 11, 15 6 3, 12, 14, 16
Strichlinien	c Verdeckte (nicht sichtbare) Kanten und Umrisse, wobei durchsichtige Werkstoffe wie undurchsichtige behandelt werden; Fußkreis bei Zahnrädern, Zahnstangen und Schnecken;	9, 12, 14, 17 2
	d Schnittverlauf (mit kürzeren Strichen als unter e);	7
Strichpunktlinien	e Mittellinien; Teilkreise bei Zahnrädern; Lochkreise bei Flanschen usw.; Fertigteil, in ein Rohteil eingezeichnet; Bearbeitungszugaben für ein Fertigteil; Grenzstellungen bei Hebeln, Griffen usw.; Teile, die vor dem dargestellten Schnitt liegen; Darstellung der ursprünglichen Form (z. B. gestreckte Länge); Umgrenzung von herausgezeichneten oder ange deuteten Einzelheiten und des Platzes für Kennzeichnungen, z. B. Firmenschild;	1, 2, 9, 17 8, 14 6, 17 5 11, 13, 15
Freihandlinien	f Bruchlinien bei Metallen, Isolierstoffen, Steinen usw., sowie für Sprengfugen; Bruchlinien bei Holz (als Zickzacklinien), Holzquerschnitte	1, 6, 9, 11 4

Anwendungsbeispiele der Linienarten siehe Bild 48

¹⁾ Zwecks Vereinfachung stehen die kennzeichnenden Buchstaben b bis f nur an einigen Bildern.

Um mit der Zweckmäßigkeit der verschiedenen Linienarten und -dicken vertraut zu werden, ist es ratsam, Linienübungen durchzuführen, wie einige in Bild 49 angegeben sind.

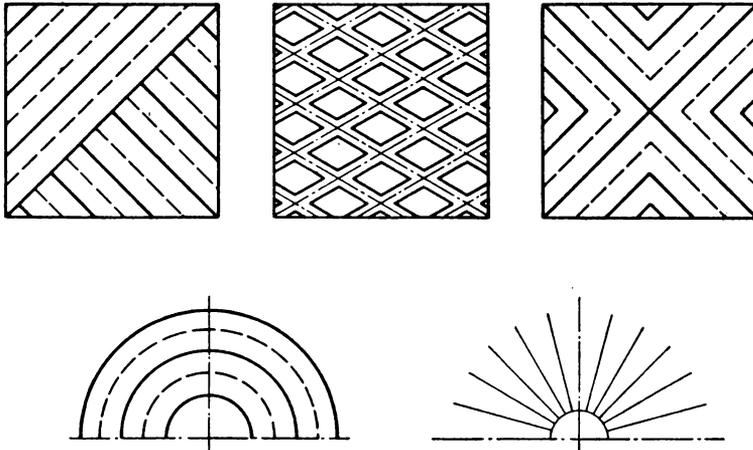


Bild 49. Linienübungen

4.2. Maßstäbe

Da eine klare Vorstellung von einem gezeichneten Teil oder Gegenstand gewährleistet sein muß, sind alle Darstellungen maßstäblich auszuführen. Es ist anzustreben, möglichst in natürlicher Größe zu zeichnen. Dabei ist auf die Kompliziertheit des Teiles oder Gegenstandes sowie auf das Bogenformat Rücksicht zu nehmen. Die Wahl des zweckmäßigsten Maßstabes trägt wesentlich zur Anfertigung einer übersichtlichen und gefälligen Zeichnung bei.

Die bei Zeichnungen angewendeten Maßstäbe sind durch eine Auswahlreihe nach TGL 9727, festgelegt. Andere Maßstäbe, als hier aufgeführt, sind auf Zeichnungen nicht zulässig.

Maßstäbe (M) nach TGL 9727

Natürliche Größe: M 1:1

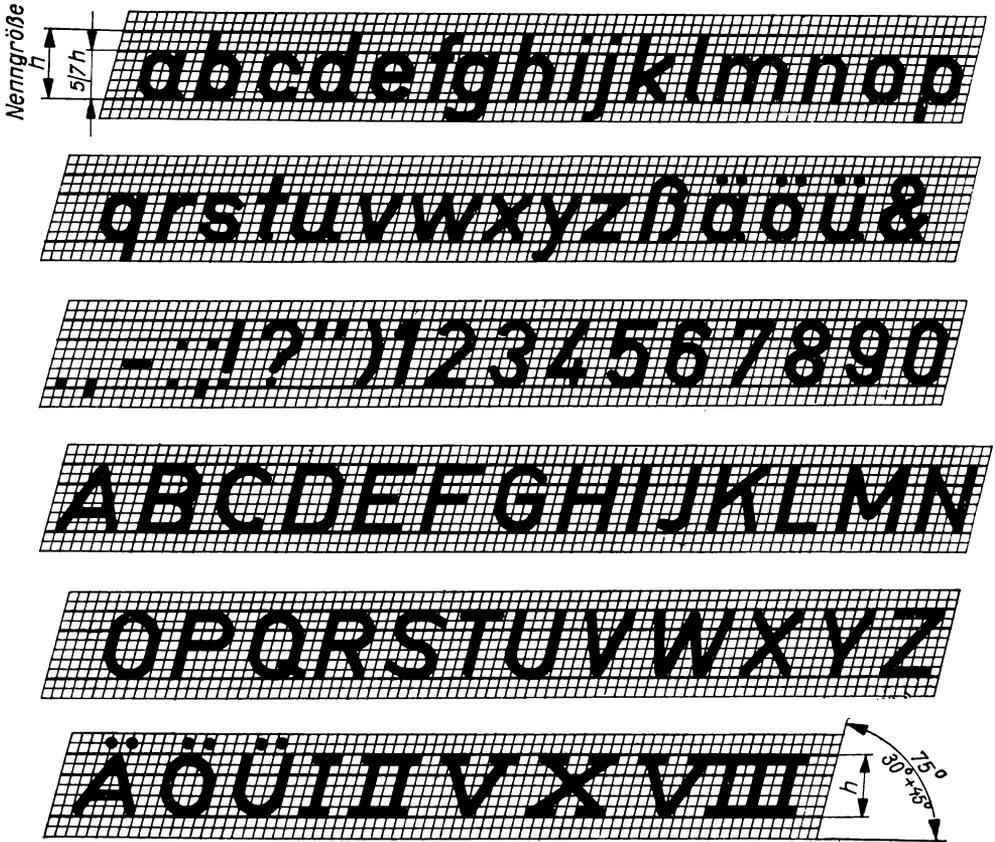
Für Verkleinerungen: M 1:2,5, 1:5, 1:10, 1:20, 1:50,
1:10ⁿ, 1:(2 · 10ⁿ), 1:(5 · 10ⁿ). Hierbei ist n eine ganze Zahl

Für Vergrößerungen: M 2:1, 5:1, 10:1, 10ⁿ:1. Hierbei ist n eine ganze Zahl.

4.3. Schrift für Zeichnungen

Auf die Beschriftung der Zeichnungen ist größter Wert zu legen, da dies auch zur besseren Verständlichkeit der Unterlagen beiträgt. Die beste Zeichnung kann durch eine schlechte Schrift verdorben werden.

Zur Beschriftung von Zeichnungen eignet sich besonders die schräge Schrift für Zeichnungen nach TGL 0-16. Sie läßt sich leicht schreiben, ist einfach, hat ein gefälliges Aussehen, gute Lesbarkeit und ist als lateinische Schrift auch in anderen Ländern lesbar.



Römische Zahlen können auch ohne „Füße“ geschrieben werden, z. B. V, X.
Mit Hilfe des gleichen Hilfsnetzes können auch „Eng- und Breitschriften“ geschrieben werden.

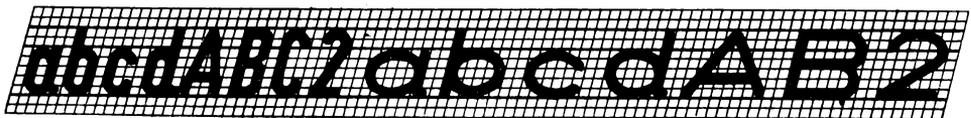


Bild 50. Schräge Schrift für Zeichnungen nach TGL 0-16

Die Schräge der Schrift beträgt 75° und ist leicht durch die Winkel von 30° und 45° darzustellen. Geschrieben wird die Schrift mit den dazugehörigen Redisfedern (Plattenfedern) oder bei besonderen Zeichnungen mit Schriftschablone und Röhrenfeder (siehe Abschnitt 2.2.5.). Bild 50 zeigt die schräge Schrift für Zeichnungen nach TGL 0-16.

Die Nenngrößen richten sich nach der jeweiligen Zeichnung und sind ebenfalls nach TGL 0-16 wie folgt festgelegt:

Nenngrößen h in mm

2	2,5	3	4	5	6	8	10	12	16	20	25	Weitere Nenngrößen siehe TGL 0-1451
---	-----	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	--

Höhe der Großbuchstaben: $\frac{2}{7} h =$ Nenngröße der Schrift

Höhe der Kleinbuchstaben: $\frac{5}{7} h$

Strichdicke: $\frac{1}{7} h$ (oder dünner, der verwendeten Schreibfeder entsprechend)

Buchstabenabstand je nach Platzbedarf: $\frac{1}{7} h$, $\frac{1,5}{7} h$ oder $\frac{2}{7} h$ (bevorzugen)

Mittlerer Zeilenabstand: $\frac{11}{7} h$

Die Schrift für Zeichnungen kann auch mit Hilfsnetz geschrieben werden. Bei Transparentpapier kann das bei TGL 0-16 rückseitig aufgedruckte Hilfsnetz als Unterlage benutzt werden. Dadurch ist ein aufgezeichnetes Hilfsnetz nicht nötig.

Nachfolgende Nenngrößen können für die Beschriftung von Zeichnungen empfohlen werden:

8 mm für Benennung und Zeichnungsnummer

6 mm für hervorzuhebende Beschriftung, z. B. Schnitt A-A

4 mm für alle sonstigen Zeichnungsvermerke, z. B. bei Zusammenbau gebohrt, für Maßzahlen usw.

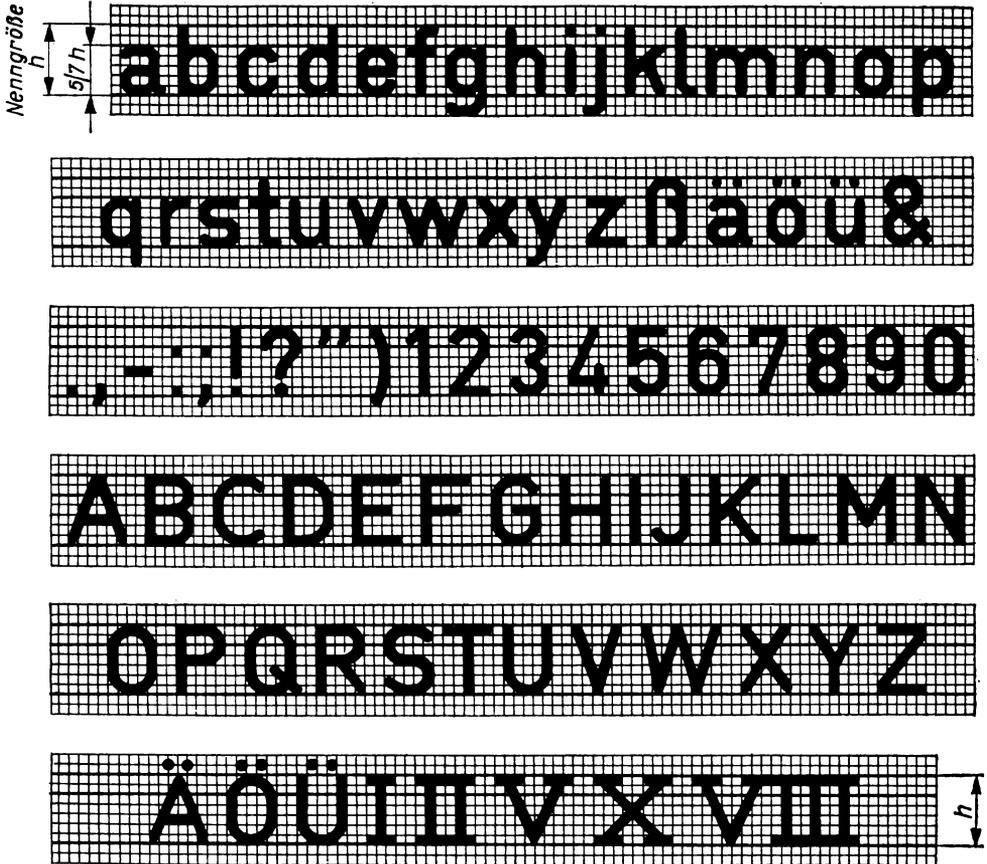
3 mm für die Beschriftung der Schriftfelder, z. B. Änderungsvermerke, für Maßzahlen bei kleinen Zeichnungen, Angaben über Farbanstrich, Oberflächenbehandlung (z. B. gehärtet, verzinkt) usw.

Zur Beschriftung von Schildern, Standardblättern usw. benutzt man die senkrechte Schrift für Zeichnungen nach TGL 0-17 (Bild 51). Auch hier gelten die gleichen Verhältnisse, z. B. Nenngröße, Höhe der Buchstaben, Zeilenabstand usw. wie bei der schrägen Schrift für Zeichnungen nach TGL 0-16.

Hinweise zum Schreiben der Schrift für Zeichnungen:

Um eine gute Schrift zu schreiben, bedarf es einer ausgiebigen Übung. Je umfangreicher und intensiver die Übung, um so besser die Schrift. Als großer Vorteil ist zu nennen, daß sich die Buchstaben der Schrift aus nur zwei geometrischen Formen, der Geraden und dem Kreisbogen, zusammensetzen.

Durch die runde Schreibplatte der Redisfeder wird eine gleichmäßige Dicke der Striche erreicht.



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

Mit Hilfe des gleichen Hilfsnetzes können auch schräge Eng- und Breitschriften geschrieben werden.

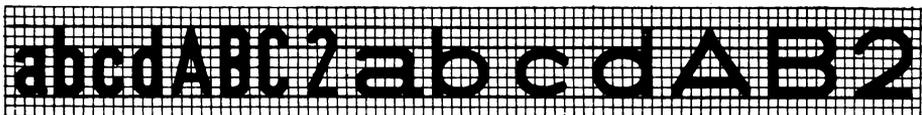


Bild 51. Senkrechte Schrift für Zeichnungen nach TGL 0-17

4.4. Vorzugszahlen – Vorzugsmaße

Um für technische Größen nicht jeden beliebigen Zahlenwert zuzulassen, muß aus wirtschaftlichen Gründen eine Auswahl getroffen werden. Diese nach einer gesetzmäßigen Stufung geschaffenen Auswahlreihen heißen Vorzugszahlen und sind nach TGL 0-323 festgelegt (Bild 52). Die Vorzugszahlen bilden vor allem ein wertvolles Hilfsmittel zur Schaffung einer standardisierten Größenreihe in jedem Fertigungsprogramm. Der praktische Wert ist daraus zu ersehen, daß an Stelle der zufälligen Zahlenwerte die Grundreihen treten. Diese Grundreihen gehen von unserem Zahlensystem aus. Jede folgende Zahl ist um einen bestimmten Prozentsatz der vorausgegangenen Grundzahl erhöht; man bezeichnet das als den Stufensprung.

Die einzelnen Grundreihen und der dazugehörige Stufensprung sind folgende:

Reihe R 5 mit 60%	Reihe R 20 mit 12%
Reihe R 10 mit 25%	Reihe R 40 mit 6%

Weiterhin kennt man noch abgeleitete Reihen, z. B. R 10/3, R 20/3, R 40/3.

R 10/3 z. B. bedeutet dann Grundreihe R 10 mit je drei ausgelassenen Stufensprüngen. Die Vorzugszahlen sind vereinbarte gerundete Glieder dezimal-geometrischer Reihen, die die ganzen Potenzen von

$$\begin{array}{ll} \sqrt[5]{10} \text{ (Reihe R 5)} & \sqrt[10]{10} \text{ (Reihe R 10)} \\ \sqrt[20]{10} \text{ (Reihe R 20)} & \sqrt[40]{10} \text{ (Reihe R 40)} \end{array}$$

enthalten. Die Wurzelexponenten dieser Stufensprünge geben die Anzahl der Glieder in einem Dezimalbereich an. Die Werte der Glieder der Dezimalbereiche unter 1 und über 10 lassen sich von den Werten der Tabelle in Bild 52 durch Multiplikation mit ganzen positiven oder negativen Potenzen von 10 ableiten.

Die Vorzugszahlen finden vorwiegend bei Typungsaufgaben Verwendung. Es lassen sich dadurch alle in einem Erzeugnis vorhandenen größeren Einzelteile, Aggregate, Übertragungsverhältnisse u. a. gesetzmäßig zueinander stufen.

Vorzugsmaße nach TGL 8250

Die Vorzugsmaße (Bild 53) sind eine nach den Vorzugszahlen ausgerichtete Auswahl von Maßen, die dazu dient, die Verwendung willkürlicher Maße einzuschränken. Sie sind die Grundlage für die Wahl der Maße von Konstruktionen. Durch die Anwendung der Vorzugsmaße soll erreicht werden, daß möglichst dieselben Maßzahlen immer wieder auftreten und so die technischen Erzeugnisse möglichst einfach und wirtschaftlich hergestellt, verwendet, eingebaut und ausgewechselt werden können. Auch soll dadurch die Zahl der erforderlichen Lehren, Werkzeuge, Vorrichtungen usw. eingeschränkt werden. Die Vorzugsmaße sind insbesondere für Anschlußmaße und für solche Maße anzuwenden, von denen andere Größen oder Werkzeugabmessungen abhängen. Abweichungen von den Vorzugsmaßen sind nur dann zu vertreten, wenn sie durch Standard für besondere Anwendungsgebiete oder in anderer Weise zwingend begründet sind.

Die Vorteile der Verwendung von Vorzugsmaßen sollen an den nachfolgend angeführten Beispielen (Bilder 54.1. ... 54.4.) gezeigt werden.

Hauptwerte Grundreihen				Genau- werte	Abweichung der Haupt- werte von den Genau- werten %	Ordnungsnummern für die Vorzugszahlen			Mantissen
R 5	R 10	R 20	R 40			von 0,1 bis 1	von 1 bis 10	von 10 bis 100	
1,00	1,00	1,00	1,00	1,0000	0	— 40	0	40	000
			1,06	1,0593	+ 0,07	— 39	1	41	025
		1,12	1,12	1,1220	— 0,18	— 38	2	42	050
			1,18	1,1885	— 0,71	— 37	3	43	075
	1,25	1,25	1,25	1,2589	— 0,71	— 36	4	44	100
			1,32	1,3335	— 1,01	— 35	5	45	125
		1,40	1,40	1,4125	— 0,88	— 34	6	46	150
			1,50	1,4962	+ 0,25	— 33	7	47	175
1,60	1,60	1,60	1,60	1,5849	+ 0,95	— 32	8	48	200
			1,70	1,6788	+ 1,26	— 31	9	49	225
		1,80	1,80	1,7783	+ 1,22	— 30	10	50	250
			1,90	1,8836	+ 0,87	— 29	11	51	275
	2,00	2,00	2,00	1,9953	+ 0,24	— 28	12	52	300
			2,12	2,1135	+ 0,31	— 27	13	53	325
		2,24	2,24	2,2387	+ 0,06	— 26	14	54	350
			2,36	2,3714	— 0,48	— 25	15	55	375
2,50	2,50	2,50	2,50	2,5119	— 0,47	— 24	16	56	400
			2,65	2,6607	— 0,40	— 23	17	57	425
		2,80	2,80	2,8184	— 0,65	— 22	18	58	450
			3,00	2,9854	+ 0,49	— 21	19	59	475
	3,15	3,15	3,15	3,1623	— 0,39	— 20	20	60	500
			3,35	3,3497	+ 0,01	— 19	21	61	525
		3,55	3,55	3,5481	+ 0,05	— 18	22	62	550
			3,75	3,7584	— 0,22	— 17	23	63	575
4,00	4,00	4,00	4,00	3,9811	+ 0,47	— 16	24	64	600
			4,25	4,2170	+ 0,78	— 15	25	65	625
		4,50	4,50	4,4668	+ 0,74	— 14	26	66	650
			4,75	4,7315	+ 0,39	— 13	27	67	675
	5,00	5,00	5,00	5,0119	— 0,24	— 12	28	68	700
			5,30	5,3088	— 0,17	— 11	29	69	725
		5,60	5,60	5,6234	— 0,42	— 10	30	70	750
			6,00	5,9566	+ 0,73	— 9	31	71	775
6,30	6,30	6,30	6,30	6,3096	— 0,15	— 8	32	72	800
			6,70	6,6834	+ 0,25	— 7	33	73	825
		7,10	7,10	7,0795	+ 0,29	— 6	34	74	850
			7,50	7,4989	+ 0,01	— 5	35	75	875
	8,00	8,00	8,00	7,9433	+ 0,71	— 4	36	76	900
			8,50	8,4140	+ 1,02	— 3	37	77	925
		9,00	9,00	8,9125	+ 0,98	— 2	38	78	950
			9,50	9,4406	+ 0,63	— 1	39	79	975

Bild 52. Vorzugszahlen Haupt- und Genauwerte nach TGL 0-323

Vorzugsmaße in mm

R _a 5	R _a 10	R _a 20	R _a 40	R _a 5	R _a 10	R _a 20	R _a 40	R _a 5	R _a 10	R _a 20	R _a 40													
1	1	1	1	10	10	10	10	100	100	100	100													
			1,05				10,5				105													
			1,1				11				110													
		1,15	11,5				120																	
	1,2	1,2	1,2			12	12			12	12	125	125	125										
			1,3				13				130													
		1,4	1,4				14				14			14	140									
			1,5								15				150									
			1,6								1,6				1,6	16	16	16	160	160	160	160		
															1,7							17	170	
1,8	1,8	18		18	18	180																		
	1,9			19		190																		
2	2	2		20	20	20	200	200	200	200														
		2,1								21	210													
	2,2	2,2				2,2			22	22	22	220	220	220	220									
															2,4			24			240			
		2,5				2,5					2,5			25	25			25			250	250	250	250
																								2,6
2,8	2,8		28	28	28		280																	
								3	30	300														
3	3		3,2	32	32	32	320	320	320	320														
										3,4	34	340												
	3,6		3,6			36			36	36	360	360	360			360								
																3,8	38	380						
			4							4			4			40	40	40	400	400			400	400
																								4,2
4,5	4,5	45		45	45	450																		
							4,9	48	480															
5	5	5		50	50	50	500	500	500	500														
										5,2	52	530												
	5,5	5,5				55			55	55	560	560	560	560										
														6	60			600						
		6								6			6,3	60	60			60			630	630	630	630
																								6,5
7	7		70	70	70	710																		
							7,5	75	750															
8	8		8	80	80	80	800	800	800	800														
										8,5	85	850												
	9		9			90			90	90	900	900	900			900								
																9,5	95	950						

Bild 53. Vorzugsmaße nach TGL 8250

Bild 54.1. zeigt die Bemaßung nach freier Konstruktion, Vorzugsmaße sind nicht berücksichtigt worden. Nachteilig und unübersichtlich wirken sich hier die vielen beliebigen Maße aus. Bild 54.2. zeigt das gleiche Teil, bemaßt mit Vorzugsmaßen. Die Vorteile dieser Bemaßung sind im Bild klar zu erkennen.

Bild 54.3. zeigt wiederum ein Teil, das in Gebrauchslage gezeichnet und willkürlich bemaßt wurde. Auch hier sind die damit verbundenen Nachteile leicht zu erkennen.

Bild 54.4. zeigt das gleiche Teil, gezeichnet in Fertigungslage und mit Vorzugsmaßen bemaßt. Eine wesentliche Vereinfachung der Darstellung und somit Erleichterung für den Betrieb ergeben sich durch diese Maßnahme.

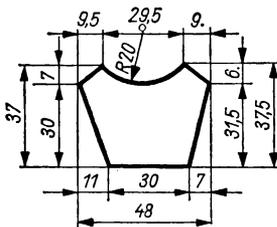


Bild 54.1. Bemaßung nach freier Konstruktion

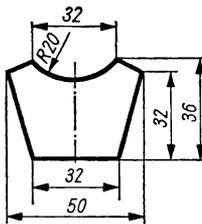


Bild 54.2. Bemaßung nach geometrischer Ordnung

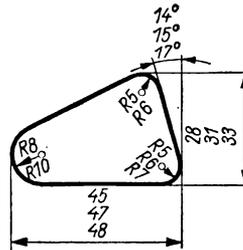


Bild 54.3. Einzelteil in der Gebrauchslage. Willkürliche Maße mit geringem Unterschied

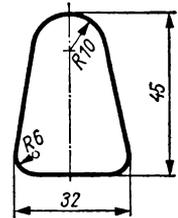


Bild 54.4. Einzelteil in der Fertigungslage mit Vorzugsmaßen

Mit Vorzugsmaßen werden bei der Konstruktion von Einzelteilen ähnlicher Form geringe Maßunterschiede vermieden, und bei mehreren Maßen, z. B. 28, 31 und 33, ist nur das Vorzugsmaß 32 richtig. Ist es nicht möglich, alle Maße nach TGL 8250 einzuordnen, so müssen zumindest die wichtigsten Maße Vorzugsmaße sein.

4.5. Einheiten – Kurzzeichen

Für die Anfertigung technischer Zeichnungen ist es notwendig, die nach Standard festgelegten Einheiten anzuwenden.

Vorsätze zur Bezeichnung von Vielfachen und Teilen der Einheiten:

da	Deka = 10^1	d	Dezi = 10^{-1}
h	Hekto = 10^2	c	Zenti = 10^{-2}
k	Kilo = 10^3	m	Milli = 10^{-3}
M	Mega = 10^6	μ	Mikro = 10^{-6}
G	Giga = 10^9	n	Nano = 10^{-9}
T	Tera = 10^{12}	p	Pico = 10^{-12}

Jeder Vorsatz ist bei jeder Einheit zulässig, wenn keine Mißverständnisse entstehen können, Produkte von Vorsätzen sollten vermieden werden. Die Vorsätze sind keine selbständigen Abkürzungen für Zehnerpotenzen, sondern jeder Vorsatz bildet mit dem dahinterstehenden Einheitenzeichen ein Ganzes.

Es ist also z. B.

$$\text{cm}^2 = (\text{cm})^2 = 10^{-4}\text{m}^2 \text{ (und nicht } \text{c} \cdot \text{m}^2 = 10^{-2}\text{m}^2\text{)}$$

Man sagt deshalb auch nicht „Zentiquadratmeter“, sondern „Quadratzentimeter“ (oder Zentimeterquadrat). Ebenfalls falsch ist die ab und zu verwendete Wortbildung „Megakubikmeter“ für 10^6m^3 . Man kann hier nur die Abkürzung hm^3 verwenden und sie „Kubikhektometer“ nennen.

Zeichen und Sprechweise:

1. Längeneinheiten		Zeichen mit Vorsätzen (Beispiele)
m	Meter	km, mm, μm , nm
2. Brechkraft-Einheiten		
dpt	Dioptrie	
3. Flächeneinheiten		
m^2	Quadratmeter	$\text{mm}^2 (= 10^{-6}\text{m}^2)$
a	Ar	$1 \text{ a} = 100 \text{ m}^2$
4. Volumeinheiten		
m^3	Kubikmeter	$\text{cm}^3 (= 10^{-6}\text{m}^3)$
l	Liter	
5. Winkeleinheiten		
L	Rechter Winkel	
°	(Alt-)Grad	
'	(Alt-)Minute	
''	(Alt-)Sekunde	
g	Neugrad, Gon	
rad	Radian	
sr	Steradian	
6. Zeiteinheiten		
s	Sekunde	ms, μs , ns
min	Minute	
h	Stunde	
d	Tag	
a	Jahr	
7. Frequenzeinheiten		
Hz	Hertz	kHz, MHz
8. Masseinheiten		
g	Gramm	kg, mg, μg
t	Tonne	dt (Dezifonne = 100 kg)

9. Kräfteinheiten

dyn	Dyn	
N	Newton	
p	Pond	kp, Mp, mp, μ p

10. Energieeinheiten

erg	Erg	
J	Joule	kJ, mJ

11. Leistungseinheit

W	Watt	kW, MW, mW, μ W
---	------	---------------------

12. Druck- und Spannungseinheiten

bar	Bar	mbar, μ bar
atm	(phys.) Atmosphäre	
Torr	Torr	mTorr, μ Torr
at	(techn.) Atmosphäre	

13. Viskositätseinheiten

P	Poise (dynamische Viskosität)	cP, μ P
St	Stokes (kinematische Viskosität)	cSt, mSt

14. Temperatureinheiten

°K	Grad Kelvin	
°C	Grad Celsius	
°F	Grad Fahrenheit	

15. Wärmemengeneinheiten

J	Joule	
cal	Kalorie	kcal, Mcal

16. Elektrische und magnetische Einheiten

V	Volt	MV, kV, mV, μ V
A	Ampere	kA, mA, μ A
W	Watt	MW, kW, mW, μ W
Ω	Ohm	k Ω , m Ω
S	Siemens	kS, mS
Wb	Weber	
C	Coulomb	
J	Joule	
H	Henry	kH, mH, μ H
F	Farad	μ F, nF, pF

17. Photometrische Einheiten

cd	Candela
sb	Stilb
lm	Lumen
lx	Lux
ph	Phot

Außer den in den Abschnitten 3 und 4 aufgeführten Einheitenzeichen für Flächen und Räume findet man zuweilen noch folgende nicht mehr zulässige Bezeichnungen:

qm	Quadratmeter	cbm	Kubikmeter
qkm	Quadratkilometer	cdm	Kubikdezimeter
qdm	Quadratdezimeter	ccm	Kubikzentimeter
qcm	Quadratcentimeter	cmm	Kubikmillimeter
qmm	Quadratmillimeter		

5. Geometrische Grundkonstruktionen

5.1. Grundaufgaben

1. Im Punkt O einer Geraden ist die Senkrechte zu errichten, Bild 55:

Von Punkt O sind nach beiden Seiten mit dem Zirkel in beliebig großen, gleichen Abständen die Punkte A und B anzugeben. Von den Punkten A und B werden nun Kreisbögen geschlagen, die sich im Punkt C schneiden. Die Verbindung des gefundenen Punktes C mit dem Punkt O ist die gesuchte Senkrechte.

2. Eine gegebene Strecke ist zu halbieren oder auf ihr die Mittelsenkrechte zu errichten, Bild 56:

Um die gegebenen Punkte A und B sind mit beliebigem, aber gleichem Radius Kreisbögen zu schlagen, die sich in den Punkten C und D schneiden. C und D sind miteinander zu verbinden. \overline{CD} halbiert die Strecke AB und ist die Mittelsenkrechte dazu.

3. Von einem gegebenen Punkt O ist das Lot auf eine Gerade zu fällen, Bild 57:

Ein Kreisbogen, der um den gegebenen Punkt O mit beliebigem Radius geschlagen wird, ergibt die Schnittpunkte A und B . Nun wird von A und B aus durch Kreisbögen mit beliebigem Radius der Schnittpunkt C ermittelt. Die Verbindung OC ist das gesuchte Lot.

4. In einem gegebenen Endpunkt O einer Strecke oder eines Strahls ist die Senkrechte zu errichten, Bild 58 und 59:

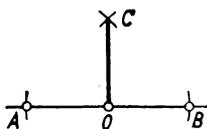


Bild 55. Senkrechte errichten

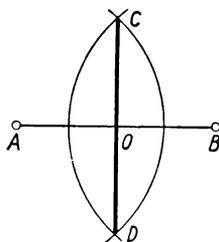


Bild 56. Strecke halbieren

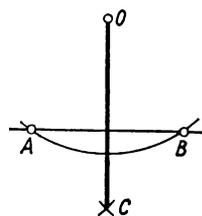


Bild 57. Lot fällen

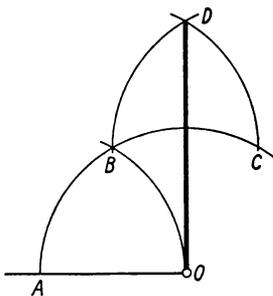


Bild 58. Vom Endpunkt O
Senkrechte errichten

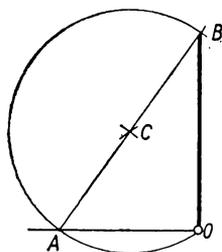


Bild 59. Vom Endpunkt O
Senkrechte errichten

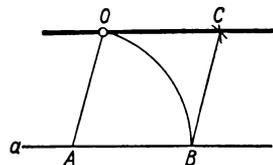


Bild 60. Konstruktion einer Parallelen

a) Um den Punkt O wird ein Kreisbogen mit beliebigem Radius geschlagen. Dieser ergibt mit dem Strahl den Schnittpunkt A . Mit gleichem Radius wird ein Kreisbogen A um geschlagen und der Schnittpunkt B gefunden. Ein Kreisbogen mit gleichem Radius um B führt zum Schnittpunkt C , Kreisbögen um B und C mit beliebigem, aber gleichem Radius ergeben den Schnittpunkt D . Die Verbindung des Punktes O mit D ist die gesuchte Senkrechte.

b) In einem beliebigen Einstichpunkt C (Bild 59) wird mit Radius CO ein Kreisbogen geschlagen, der den von O ausgehenden Strahl in A schneidet. Von A ist eine Gerade durch C zu ziehen, die den Kreisbogen in B schneidet. Die Verbindung von O mit B ist die gesuchte Senkrechte.

5. Konstruktion einer Parallelen, Bild 60:

Parallel zu der gegebenen Geraden a soll durch den gegebenen Punkt O eine Gerade gezogen werden. Zunächst ist vom gegebenen Punkt O nach der gegebenen Geraden a hin eine Gerade unter beliebigem Winkel zu ziehen; man erhält den Schnittpunkt A . Um A wird mit Radius OA ein Kreisbogen geschlagen, der a in B schneidet. Mit dem gleichen Radius schlägt man dann Kreisbögen um O und B , die sich in C schneiden. OC mit seinen Verlängerungen nach beiden Seiten ist die gesuchte Parallele.

6. Halbieren eines Winkels, Bild 61:

Um den Punkt O wird mit beliebigem Radius ein Kreisbogen geschlagen, der die beiden Schenkel des gegebenen Winkels in den Punkten A und B schneidet. Mit beliebigem, aber gleichem Radius wird von A und B aus der Punkt C gefunden. OC ist die Winkelhalbierende.

7. Übertragen eines gegebenen Winkels, Bild 62:

Um den Scheitelpunkt S des gegebenen Winkels α wird ein Kreisbogen mit beliebigem Radius geschlagen, der beide Schenkel in A und B schneidet. Mit gleichem Radius wird ein Kreisbogen um O geschlagen und der Punkt C gefunden. Von C aus wird auf dem Kreisbogen das gefundene Bogenmaß AB abgetragen und D gefunden. Ein von O ausgehender Strahl durch D schließt mit OC den anzutragenden Winkel α ein.

8. Dreiteilung des rechten Winkels, Bild 63:

Um Punkt O wird mit beliebigem Radius ein Kreisbogen AB geschlagen. Mit gleichem Radius wird von A und B aus der vorher gezogene Kreisbogen in C bzw. D geschnitten, wodurch der rechte Winkel AOB in drei geteilt wird.

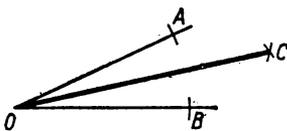


Bild 61. Winkel halbieren

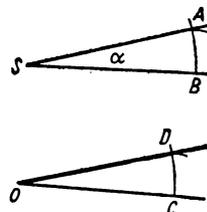


Bild 62. Übertragen eines gegebenen Winkels

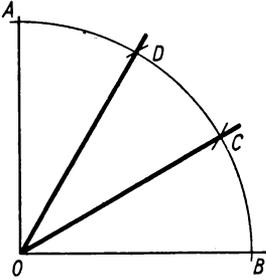


Bild 63. Dreiteilung eines rechten Winkels

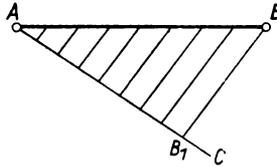


Bild 64. Strecke in gleiche Teile teilen

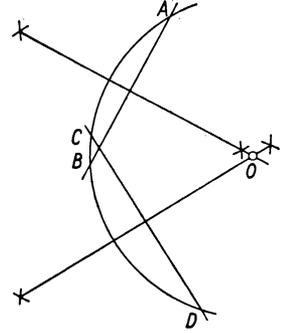


Bild 65. Mittelpunkt eines Kreisbogens aufsuchen

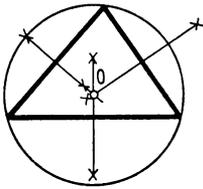


Bild 66. Außenkreis eines beliebigen Dreiecks

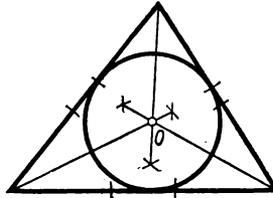


Bild 67. Innenkreis eines beliebigen Dreiecks

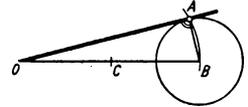


Bild 68. Tangente vom Punkt O an Kreis legen

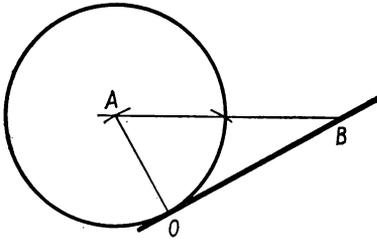


Bild 69. Beim Punkt O Tangente an Kreis legen

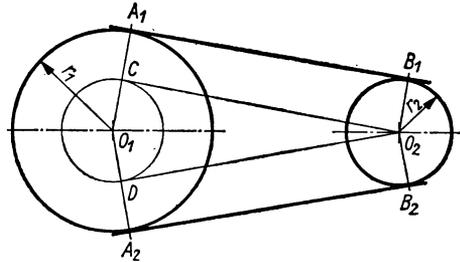


Bild 70. An zwei Kreise äußere, gemeinsame Tangenten anlegen

9. Gegebene Strecke in gleiche Teile teilen, Bild 64:

Im Punkt A der Strecke AB wird ein Strahl AC in beliebiger Richtung angetragen. Auf AC werden nun entsprechend der gewünschten Teilung (hier 8 Teile) beliebig lange, aber gleiche Teilstrecken abgetragen. Ihr Endpunkt B₁ wird mit B verbunden. Durch die Teilpunkte auf AC werden Parallelen zu BB₁ gezogen, die AB in die gewünschte Anzahl gleicher Teile teilen.

10. Mittelpunkt eines Kreisbogens suchen, Bild 65:

Im gegebenen Kreisbogen werden zwei beliebige Sehnen (AB und CD) gezogen. Auf den Sehnen werden die Mittelsenkrechten errichtet. Deren Schnittpunkt ist der gesuchte Mittelpunkt O .

11. Außenkreis eines beliebigen Dreiecks zeichnen, Bild 66:

Auf den Dreieckseiten werden die Mittelsenkrechten errichtet. Der Schnittpunkt dieser drei Mittelsenkrechten ergibt den Mittelpunkt O des Außenkreises. Zur Konstruktion von O genügen zwei Mittelsenkrechte.

12. Innenkreis eines beliebigen Dreiecks zeichnen, Bild 67:

Die drei Winkel des Dreiecks sind zu halbieren. Der Schnittpunkt der Winkelhalbierenden ergibt den Mittelpunkt O des Innenkreises. Zur Konstruktion von O genügen zwei Winkelhalbierende.

13. Tangente an einen Kreis legen, Bilder 68 und 69:

Vom gegebenen Punkt O aus soll eine Tangente an einen gegebenen Kreis mit Mittelpunkt B gelegt werden (Bild 68). Die Strecke OB ist zu halbieren. Um den Teilpunkt C wird mit Radius CB ein Kreisbogen geschlagen, der den Kreis in Punkt A schneidet. OA ist die gesuchte Tangente.

Eine andere Konstruktion ist erforderlich, wenn in einem gegebenen Punkt O des Kreisumfangs eine Tangente an den Kreis gelegt werden soll (Bild 69).

Der Punkt O ist mit dem Kreismittelpunkt A durch eine Gerade zu verbinden. Nun wird in O auf OA die Senkrechte OB errichtet (s. Bild 59). Diese Senkrechte ist die gesuchte Tangente.

14. An zwei Kreise gemeinsame, äußere Tangenten legen, Bild 70:

Um den Mittelpunkt O_1 des größeren Kreises schlägt man mit der Differenz $r_1 - r_2$ einen Hilfskreis. An diesen Kreis werden von O_2 aus Hilfstangenten angelegt. Sie berühren den Hilfskreis in den Berührungspunkten C und D , die entsprechend Bild 68 gefunden wurden. Die Verlängerungen von O_1C und O_1D schneiden den größeren Kreis in den gesuchten Berührungspunkten A_1 und A_2 . Nun werden zu den Hilfstangenten O_2C und O_2D die Parallelen A_1B_1 und A_2B_2 gezogen. Diese sind die gesuchten Tangenten.

15. An zwei Kreise gemeinsame, innere Tangenten legen, Bild 71:

Um den Mittelpunkt O_1 des größeren Kreises schlägt man mit der Summe $r_1 + r_2$ einen Hilfskreis. Nachdem die Berührungspunkte C und D entsprechend Bild 68 konstruiert wurden, werden an diesen Kreis Hilfstangenten von O_2 aus angelegt. O_1C und O_1D schneiden den gegebenen Kreis in A_1 und A_2 . Zu den Hilfstangenten O_2C und O_2D werden die Parallelen A_1B_1 und A_2B_2 gezogen. Diese sind die gesuchten Innentangenten.

16. Schwerpunkte (Mittelpunkte) verschiedener Flächen, Bild 72:

Bei Quadrat, Rechteck, Parallelogramm und Rhombus ergeben die Schnittpunkte der Diagonalen jeweils den gesuchten Schwerpunkt S .

Beim Dreieck (Bild 73) ergibt der Schnittpunkt der Mittellinie, die von der Mitte der Seiten zur jeweils gegenüberliegenden Ecke gezogen werden, den gesuchten Schwerpunkt S . Zur Konstruktion von S genügen zwei Mittellinien.

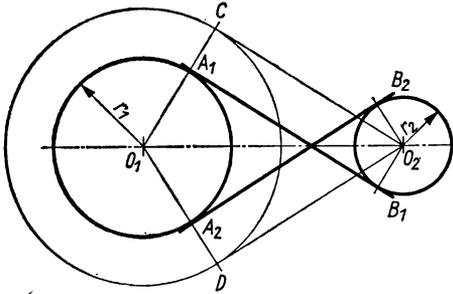


Bild 71. An zwei Kreise gemeinsame, innere Tangenten anlegen

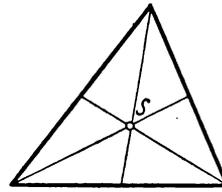


Bild 73. Schwerpunkt beim Dreieck

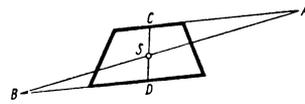


Bild 74. Schwerpunkt beim Trapez

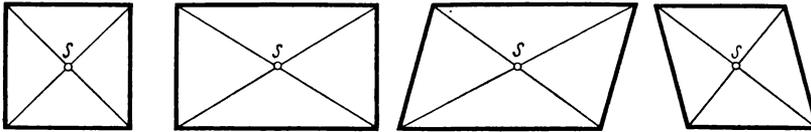


Bild 72. Schwerpunkte verschiedener Flächen

Beim Trapez werden die parallelen Seiten nach entgegengesetzten Richtungen jeweils um die Länge der gegenüberliegenden Seiten bis A bzw. B (Bild 74) verlängert. Die Verbindungslinie AB und die Halbierringe CD der gegenüberliegenden parallelen Seiten schneiden sich im gesuchten Schwerpunkt S.

5.2. Regelmäßige Vielecke

Regelmäßige Vielecke zeichnen sich dadurch aus, daß alle ihre Seiten gleich lang sind und daß mit Ausnahme des Rhombus zusammenstoßende Seiten gleiche Winkel einschließen.

1. Quadrat (regelmäßiges Viereck), Bild 75:

Durch Verbinden der Schnittpunkte, die die aufeinander senkrecht stehenden Kreismittellinien mit dem Kreisumfang erzeugen, erhält man ein regelmäßiges Viereck (Quadrat). Bei Verdrehen der Mittellinien um 45° erhält man das Quadrat in waagerechter Lage.

2. Achteck im Umkreis, Bild 76:

Die Schnittpunkte der senkrecht aufeinander stehenden Mittellinien des Kreises und der unter 45° dazu geneigten Mittellinien mit dem Kreis werden laufend miteinander verbunden und ergeben ein regelmäßiges Achteck.

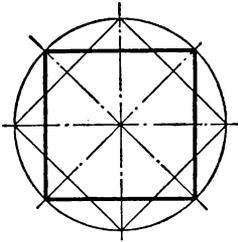


Bild 75. Viereck

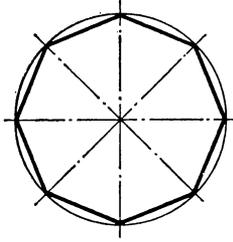


Bild 76. Achteck

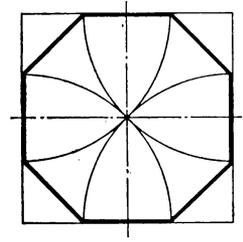


Bild 77. Achteck im Quadrat

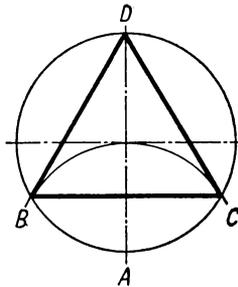


Bild 78. Dreieck

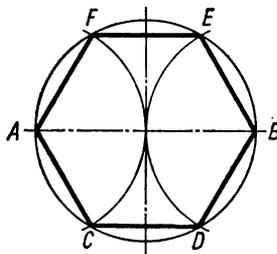


Bild 79. Sechseck

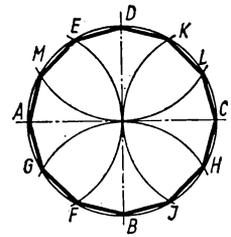


Bild 80. Zwölfeck

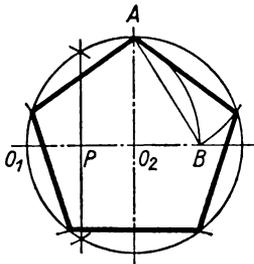


Bild 81. Fünfeck

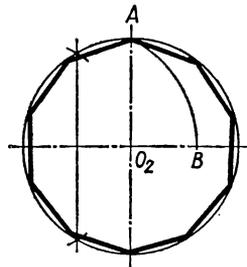


Bild 82. Zehneck

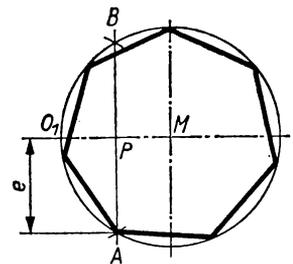


Bild 83. Siebeneck

3. Achteck im Quadrat, Bild 77:

Von den Ecken des Quadrats werden durch den Mittelpunkt Kreisbögen (Viertelkreise) geschlagen. Die so erhaltenen Schnittpunkte mit der Kontur des Ausgangsquadrates ergeben, durch Gerade verbunden, ein regelmäßiges Achteck.

4. Dreieck, Bild 78:

Man geht auch hier vom Umkreis des Dreiecks aus. Mit dem Radius des Umkreises wird um einen Punkt A auf dessen Peripherie ein Kreisbogen geschlagen, der den Umkreis in

B und C schneidet. Die von A ausgehende Mittellinie zum Umkreis schneidet diesen in D . Die Verbindung der Schnittpunkte B , C und D durch Gerade ergibt das gleichseitige Dreieck.

5. Sechseck, Bild 79:

Von den Schnittpunkten A und B der waagerechten Mittellinie mit dem Umkreis werden Kreisbögen durch den Mittelpunkt geschlagen. Die Schnittpunkte C , D , E und F dieser Kreisbögen mit dem Umkreis ergeben unter Einbeziehung der Ausgangspunkte A und B laufend miteinander durch Gerade verbunden das regelmäßige Sechseck.

6. Zwölfeck, Bild 80:

Schlägt man von den vier Schnittpunkten A , B , C und D der Mittellinien mit dem Umkreis Kreisbögen durch den Mittelpunkt, so ergeben deren Schnittpunkte $E \dots M$ unter Einbeziehung der Ausgangspunkte $A \dots D$ durch Gerade verbunden das regelmäßige Zwölfeck.

7. Fünfeck, Bild 81:

Der Radius O_1O_2 des Umkreises wird durch P halbiert. Um Punkt P ist mit Radius PA nach B ein Kreisbogen zu schlagen. AB ist die Länge einer Fünfeckseite, die fünfmal auf dem Kreisumfang abgetragen wird. Die Schnittpunkte werden durch Gerade verbunden.

8. Zehneck, Bild 82:

Die Konstruktion des Zehnecks wird wie beim Fünfeck durchgeführt. Die Strecke O_2B ist die Länge einer Seite des regelmäßigen Zehnecks.

9. Siebeneck, Bild 83:

Um den Schnittpunkt O_1 einer Mittellinie des Umkreises wird mit Radius OM ein Kreisbogen geschlagen, der den Umkreis in A und B schneidet. AB schneidet die Mittellinie in P . Die Strecke PA ist eine Seite des regelmäßigen Siebenecks. Sie ist wiederum auf dem Kreisumfang siebenmal abzutragen. Die gefundenen Schnittpunkte sind die Ecken des Siebenecks.

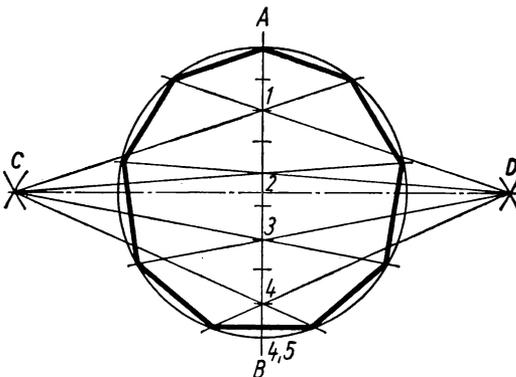


Bild 84. Konstruktion regelmäßiger n -Ecke

10. Einheitskonstruktion regelmäßiger n -Ecke (Näherungskonstruktion), Bild 84:

Um die Schnittpunkte A und B der senkrechten Mittellinie mit dem Umkreis werden jeweils Kreisbögen mit Radius AB geschlagen, die sich in C und D schneiden. Die Strecke AB wird in bekannter Weise (s. Bild 64) in halb so viele Teile geteilt, als dem gesuchten n -Eck entspricht, im Falle des 9-Ecks also in 4,5 Teile. Durch die so gefundenen Teilungspunkte werden von C und D aus Strahlen gelegt, die den Umkreis in den Eckpunkten des gesuchten n -Ecks (hier eines 9-Ecks) schneiden.

5.3. Bogenanschlüsse

Bei vielen zu zeichnenden Gegenständen sind Bogenanschlüsse verschiedener Art notwendig. Diese sollen, um eine saubere Zeichnung zu erhalten, zeichnerisch konstruiert und nicht durch Probieren ermittelt werden. Bei Entwürfen und untergeordneten Zeichnungen usw., kann eine Radiusschablone verwendet werden.

1. Verbinden der Schenkel eines Winkels durch einen Kreisbogen, Bild 85:

Im Abstand des gegebenen Halbmessers r sind zu den Schenkeln Parallelen zu ziehen. Der Schnittpunkt dieser Parallelen ist der Mittelpunkt des gesuchten Kreisbogens. Bei dieser Ermittlung ist es gleichgültig, ob es sich um einen rechten, spitzen oder stumpfen Winkel handelt. Die Lote vom Mittelpunkt auf die Schenkel ergeben die Anschlußpunkte.

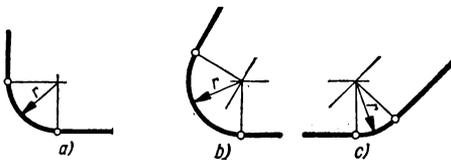


Bild 85. Schenkel eines Winkels mit Kreisbogen verbinden

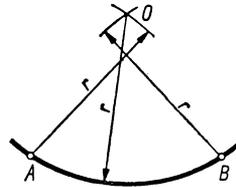


Bild 86. Durch zwei Punkte Kreisbogen ziehen

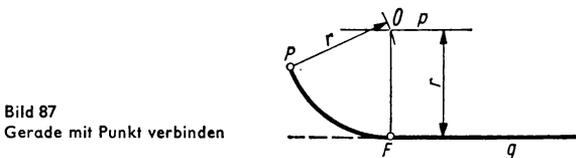


Bild 87
Gerade mit Punkt verbinden

2. Kreisbogen mit gegebenem Radius durch zwei gegebene Punkte legen, Bild 86:

Von den Punkten A und B ist durch zwei Kreisbögen mit dem Halbmesser r der Schnittpunkt O festzulegen. O ist der Mittelpunkt des Kreisbogens.

3. Gerade mit einem gegebenen Punkt verbinden, Bild 87:

Zu gegebener Geraden g ist im Abstand des verlangten Halbmessers r eine Parallelgerade p zu ziehen. Um den gegebenen Punkt P ist mit Radius r ein Kreisbogen zu schlagen, der p im Mittelpunkt O des gesuchten Kreisbogens schneidet. Der Fußpunkt F des Lotes von O auf g ist der Anschlußpunkt des Kreisbogens an die Gerade g .

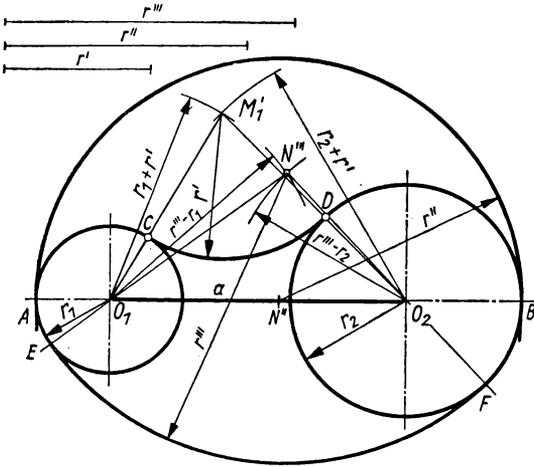


Bild 88. Zwei Kreise mit Kreisbogen verbinden

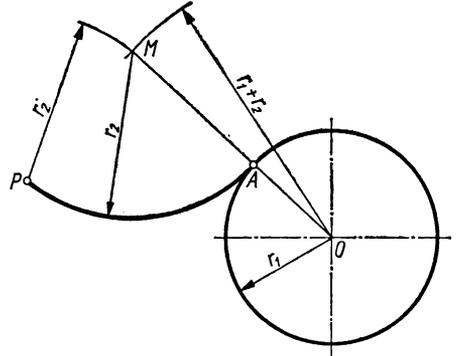


Bild 89. Kreis mit Punkt durch Kreisbogen verbinden

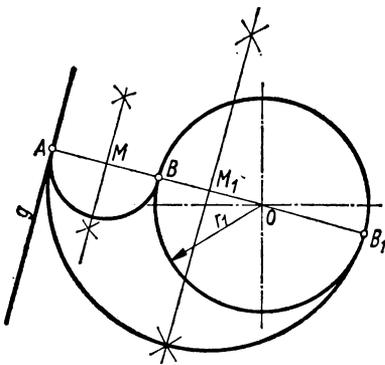


Bild 90. Kreis und Gerade mit Kreisbogen verbinden

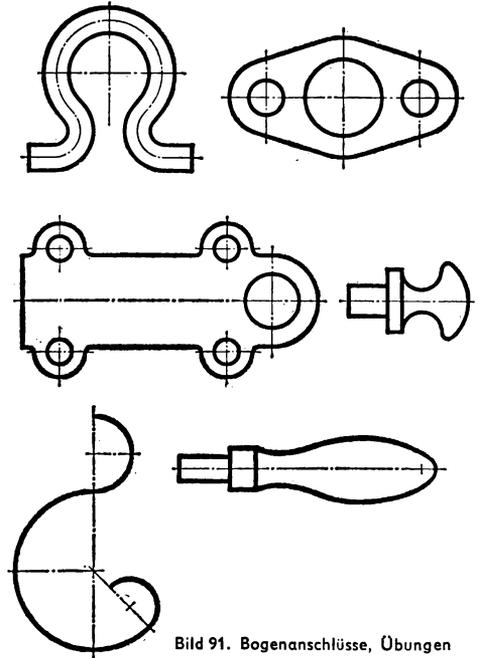


Bild 91. Bogenanschlüsse, Übungen

4. Zwei Kreise mittels Anschlußkreisbögen verbinden, Bild 88:

Je nach der Größe des für den Anschlußkreisbogen vorgeschriebenen Radius gibt es verschiedene Lösungen. Die zwei wichtigsten sind im Bild 88 dargestellt.

Die Entfernung der Mittelpunkte O_1 und O_2 der zu verbindenden Kreise sei a , ihre Radien seien r_1 und r_2 . Die Radien der Verbindungskreisbögen seien r' , r'' , r''' .

$$r' < \frac{r_1 + a + r_2}{2}$$

$$r'' = \frac{r_1 + a + r_2}{2}$$

$$r''' > \frac{r_1 + a + r_2}{2}$$

In allen drei Fällen gibt es folgende Lösung:

Um O_1 wird mit Radius $r_1 + r'$ (bzw. $r_1 + r''$ bzw. $r_1 + r'''$), um O_2 wird mit Radius $r_2 + r'$ (bzw. $r_2 + r''$ bzw. $r_2 + r'''$) je ein Kreisbogen geschlagen. Ihre spiegelbildlich zum Zentralen O_1 — O_2 liegenden Schnittpunkte M'_1 und M'_2 (bzw. M''_1 und M''_2 , M'''_1 und M'''_2) sind die Mittelpunkte der Anschlußkreisbögen mit dem Radius r' (bzw. r'' bzw. r'''). Die Konstruktion von M'_1 und der zugehörige Anschlußkreisbogen, der die gegebenen Kreise in C und D berührt, wurden eingezeichnet.

Eine andere Lösung, die ebenfalls ein Spiegelbild hat, ergibt sich für den Anschlußkreis mit Radius r''' . Um O_1 und O_2 werden Kreisbögen mit Radius $r''' - r_1$ bzw. $r''' - r_2$ geschlagen, die sich in den spiegelbildlich zur Zentralen O_1 — O_2 liegenden Punkten N'''_1 und N'''_2 schneiden. N'''_1 und N'''_2 sind die Mittelpunkte der die gegebenen Kreise von außen berührenden Anschlußkreise mit Radius r''' . Die Konstruktion von N'''_1 und der Anschlußkreis, der die gegebenen Kreise in E und F berührt, wurden eingezeichnet.

Eine zusätzliche Lösung ergibt der Sonderfall des Anschlußkreises mit Radius r'' . Hier wird AB durch N'' halbiert. N'' ist der Mittelpunkt des kleinsten Kreises, der die gegebenen Kreise von außen berührt.

Wird r kleiner als $\frac{a - (r_1 + r_2)}{2}$, so ist keine Lösung möglich.

5. Kreis mit gegebenem Punkt durch Kreisbogen verbinden, Bild 89:

r_1 ist der Radius des gegebenen Kreises, r_2 der des Anschlußbogens. Mit Radius $r_1 + r_2$ wird um O , mit Radius r_2 um P je ein Kreisbogen geschlagen. Der Schnittpunkt M ist der Mittelpunkt des gesuchten Kreisbogens. Die Verbindung MO ergibt den Anschlußpunkt A auf dem gegebenen Kreis.

6. Kreis und Gerade mittels Kreisbogen verbinden, Bild 90:

Ein vom Kreismittelpunkt O auf die Gerade g gefälltes Lot schneidet g in A und den Kreis B bzw. bei Verlängerung über O hinaus in B_1 . A und B sind die Anschlußpunkte für den inneren, A und B_1 für den äußeren Anschlußkreisbogen, deren Mittelpunkte M und M_1 auf AB bzw. AB_1 einfach durch Halbieren dieser Strecken gefunden werden.

Um bei der Herstellung von Bogenanschlüssen die notwendige Fertigkeit zu erreichen, ist es unerlässlich, Übungen durchzuführen. Einige dieser Übungen sind im Bild 91 dargestellt.

6. Kurvenkonstruktionen

Beim technischen Zeichnen begegnen uns die vielfältigsten Kurven, die sich oft aus der Konstruktion sowie der Funktion des zu zeichnenden Teiles ergeben. Es liegt deshalb klar auf der Hand, daß der Fertigung des Kurvenzeichnens besonderes Augenmerk zu schenken ist. Oft bedient man sich, um Zeichenarbeit einzusparen, angenäherter Darstellungen.

6.1. Kreis, Ellipse, Oval, Eilinie

6.1.1. Kreis

Ein Kreis ist eine krumme, in sich geschlossene Linie, deren Punkte sämtlich von einem festen Punkt (Mittelpunkt) den gleichen Abstand haben.

Mit dem Zirkel läßt sich leicht ein Kreis, der alle mathematischen Bedingungen erfüllt, herstellen.

Wichtig beim Kreis sind Sehne, Durchmesser, Tangenten und Halbmesser oder Radius (Bild 92).

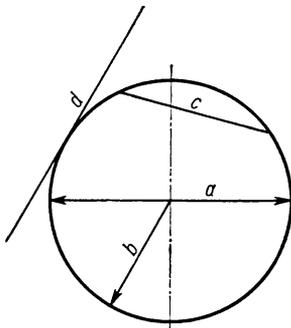


Bild 92. Kreis mit Durchmesser, Halbmesser, Sehne und Tangente
 a Durchmesser
 b Radius
 c Sehne; d Tangente

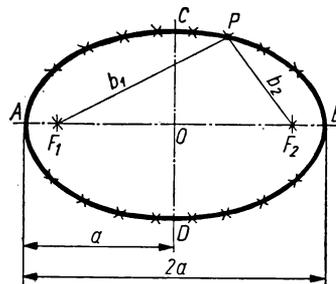


Bild 93. Aufbau der Ellipse

O Mittelpunkt der Ellipse; AB Hauptachse der Ellipse; CD Nebenachse der Ellipse; F_1 Brennpunkt der Ellipse; F_2 Brennpunkt der Ellipse; a halbe Länge der Hauptachse der Ellipse; $2a$ Länge der Hauptachse der Ellipse; b_1 Brenn- oder Leitstrahl der Ellipse; b_2 Brenn- oder Leitstrahl der Ellipse; P Ellipsenpunkt

6.1.2. Ellipse

Die Ellipse ist der planimetrische Ort aller Punkte, für die die Summe der Entfernung von zwei festen Punkten, den Brennpunkten F_1 und F_2 , von unveränderlicher Länge (gleich der großen Achse $2a$) ist.

Die Verbindungslinie der Brennpunkte ist die Hauptachse der Ellipse. Die Nebenachse steht auf ihr senkrecht und halbiert die Strecke F_1F_2 . Die Brenn- oder Leitstrahlen sind die Verbindungslinien eines Ellipsenpunktes mit einem Brennpunkt (Bild 93).

Durch die Länge ihrer Haupt- und Nebenachse ist die Größe der Ellipse bestimmt. Die Brennpunkte F_1 und F_2 erhält man, indem man mit dem Abstand a (Hälfte der Hauptachse Strecke AO) von C oder D durch die Hauptachse einen Kreisbogen schlägt. Die Schnittpunkte sind die Brennpunkte der Ellipse (Bild 94).

Nicht der kleinste Teil einer Ellipse kann vollkommen genau durch einen Kreisbogen ersetzt werden. Bei Anfertigung von Zeichnungen kommt man jedoch in allen Fällen mit den folgenden Ellipsenkonstruktionen aus.

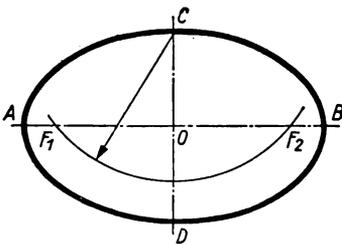


Bild 94. Bestimmen der Brennpunkte

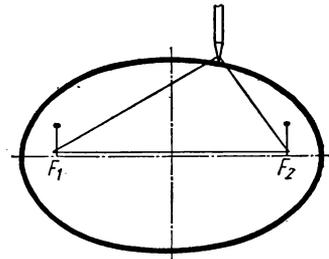


Bild 95. Fadenkonstruktion der Ellipse

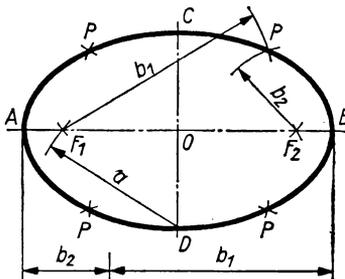


Bild 96. Ellipsenkonstruktion mittels Brennstrahlen

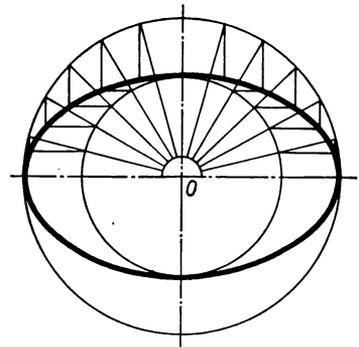


Bild 97. Ellipsenkonstruktion mit Haupt- und Nebenkreis

Fadenkonstruktion (mechanische Konstruktion)

Eine Schnur mit der Länge $2a$ und gleichem Abstand der Brennpunkte legt man über zwei Stifte, die in den Brennpunkten eingebracht werden. Nun spannt man den mit einem Zeichenstift versehenen Faden und führt denselben in Form der Ellipse (Bild 95).

Konstruktion mittels Brennstrahlen

Die Länge der beiden Achsen ist gegeben. Mit Abstand a (Bild 93) werden von C oder D die Brennpunkte F_1 und F_2 festgelegt. Nun wird die Hauptachse mehrfach in jeweils zwei ungleiche Teile geteilt (im Bild 96 ist zur Übersichtlichkeit die Hauptachse nur einmal ge-

teilt, b_2b_1). Mit diesen Teilen, z. B. b_1 und b_2 werden von den Brennpunkten Kreuzbogen geschlagen. Die Schnittpunkte bilden die Punkte P der Ellipse (Bild 96).

Konstruktion mit Haupt- und Nebenkreis (Bild 97)

Mit den beiden Halbachsen werden um den Mittelpunkt O der Ellipse Kreise geschlagen. Nun zieht man von O eine Anzahl Strahlen, die beide Kreise schneiden. Die Parallelen zu den Achsen ergeben Schnittpunkte, die wiederum die Punkte der Ellipse sind.

Konstruktion mittels Rechtecks

Die Halbierenden der Rechteckseiten ergeben die Haupt- und Nebenachse.

Jeweils von einem der so erhaltenen vier Rechtecke werden eine große und eine kleine Seite in die beliebige Anzahl gleicher Teile unterteilt. Diese Teilpunkte werden nun mit den Punkten A bzw. B verbunden. Die Schnittpunkte dieser Verbindungslinien bzw. von deren Verlängerungen bilden die Ellipsenpunkte (Bild 98).

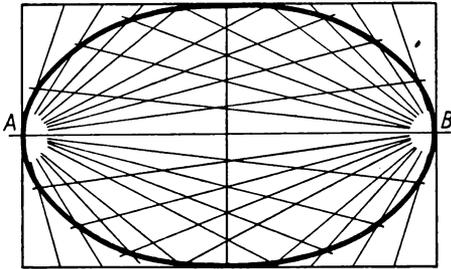


Bild 98. Ellipsenkonstruktion mittels Rechtecks

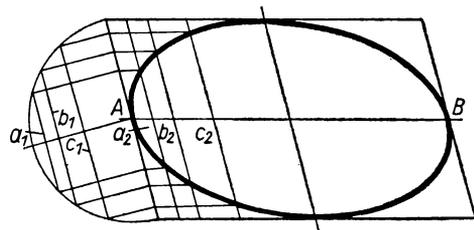


Bild 99. Ellipsenkonstruktion im schiefwinkligen Parallelogramm mittels Halbkreises

Konstruktion der Ellipse im schiefwinkligen Parallelogramm

- Um die Mitte A der Parallelogrammseite wird ein Halbkreis geschlagen. Dieser Halbkreis sowie die anschließende Parallelogrammhälfte ist mehrfach im gleichen Verhältnis zu unterteilen. Die durch a_1 , b_1 und c_1 erhaltenen Schnittpunkte mit dem Kreis werden auf die Parallelogrammseite projiziert. Die Schnittpunkte mit den Linien a_2 , b_2 und c_2 ergeben die Punkte der Ellipse. Der beschriebene Vorgang ist auf der gegenüberliegenden Parallelogrammseite zu wiederholen (Bild 99).
- Die Seitenhalbierenden ergeben wiederum die Achse der Ellipse. Von einem der so erhaltenen Parallelogramme wird die innere große und die äußere kleine Seite in eine beliebige Anzahl gleicher Teile unterteilt. Diese Teilpunkte werden mit dem Punkt C bzw. D verbunden. Die Schnittpunkte dieser Verbindungslinien bzw. von deren Verlängerungen bilden die Ellipsenpunkte (Bild 100).

Mittelpunkt der Ellipse aufsuchen (Bild 101)

Durch die Ellipse werden zwei parallele Sehnen S_1 und S_2 gezogen. Diese werden nun halbiert, und die so gefundenen Schnittpunkte ergeben eine Verbindungsgerade G . Diese wiederum halbiert, ergibt im Schnittpunkt O den Mittelpunkt.

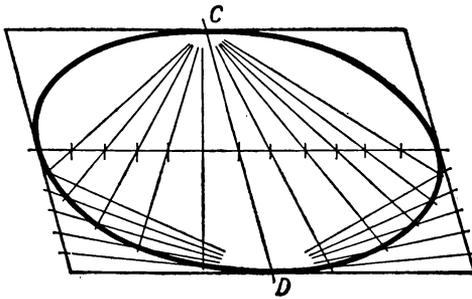


Bild 100. Ellipsenkonstruktion im schiefwinkligen Parallelogramm

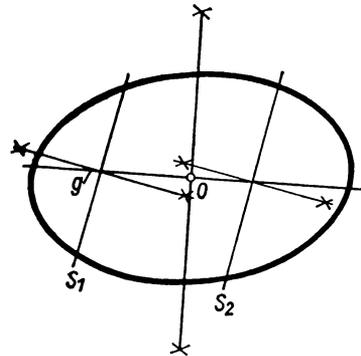


Bild 101. Mittelpunkt der Ellipse aufsuchen

Haupt- und Nebenachse der Ellipse aufsuchen

Vom gegebenen Mittelpunkt O einen beliebigen Kreis, der die Ellipse schneidet, schlagen. Die Schnittpunkte verbunden ergeben ein Rechteck, von dem die Seitenhalbierenden die gesuchten Ellipsenachsen sind (Bild 102).

Angenäherte elliptische Form (Bild 103)

Offt wird man in Zeichnungen mit einer angenäherten elliptischen Form auskommen, die sich aus Kreisbogen und Übergangskurven zwischen diesen aufzeichnen läßt.

Vom Mittelpunkt O der gegebenen Ellipsenachsen wird über den Punkt B nach E ein Kreisbogen geschlagen. Mit dem Abstand CE werden auf der Hauptachse von M_1 und M_2 die kleinen Kreisbogen und mit dem Abstand DE auf der verlängerten Nebenachse die großen Kreisbogen geschlagen. Die Zwischenstücke sind zweckentsprechend mit einem Kurvenlineal zu ziehen.

6.1.3. Oval

Das Oval setzt sich aus Kreisbogen zusammen und ist der Ellipse ähnlich.

Die Größe des Ovals wird ebenso wie bei der Ellipse durch die Länge der beiden Achsen bestimmt.

Das Oval wird oft auch als Korbbogen bezeichnet.

Die Punkte A und C werden durch eine Gerade verbunden. Mit dem Halbmesser OC wird ein Kreisbogen, der die Hauptachse schneidet, geschlagen. Dadurch erhält man den Punkt P_1 . Die somit erzielte Strecke AP_1 wird von C aus auf der Strecke AC abgetragen. Die nun verbleibende Strecke AP_2 wird halbiert, und die Verlängerung des Lotes ergibt die Punkte P_3 und P_4 . Die Abstände P_3O und P_4O werden entgegengesetzt nach der anderen Seite übertragen. Somit sind die vier Mittelpunkte für jeweils zwei gleiche Kreisbogen festgelegt. Die Kreisbogen, bis zu den Verbindungslinien, gezogen ergeben das Oval (Bild 104).

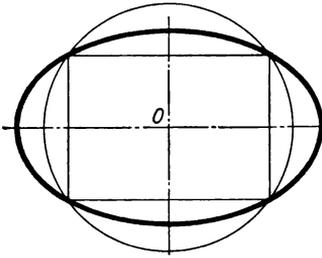


Bild 102. Haupt- und Nebenachse der Ellipse aufsuchen

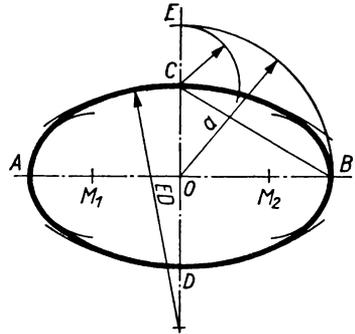


Bild 103. Konstruktion einer angenäherten elliptischen Form

6.1.4. Eilinie

Vom Mittelpunkt O wird mit einem gewünschten oder gegebenen Halbmesser ein Kreis geschlagen. Von den Punkten C und D werden durch den Punkt A Verbindungslinien gezogen. Nun wird jeweils vom Punkt C bzw. D mit dem Durchmesser des Kreises als Halbmesser je ein Kreisbogen nach den Punkten E und F geschlagen. Mit A als Mittelpunkt ist nunmehr der Kreisbogen EF zu schlagen (Bild 105).

6.2. Parabel

Die Parabel ist der planimetrische Ort aller Punkte, die von einem festen Punkt (Brennpunkt F) und einer festen Geraden (Leitlinie) den gleichen Abstand p haben. Bild 106 zeigt den Aufbau einer Parabel.

Der feste Punkt F ist der Brennpunkt, die feste Gerade l Leitlinie der Parabel. Der Abstand zwischen ihnen ist p . $2p$ heißt Parameter der Parabel. Die Achse der Parabel ist das Lot vom Brennpunkt auf die Leitlinie. Der Parameter ist die Sehne, die im Brennpunkt auf der Achse senkrecht steht. Der Halbierungspunkt S heißt Scheitel der Parabel. Die y -Achse ist die Scheiteltangente.

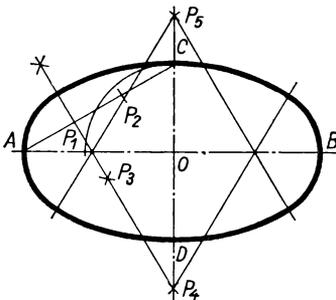


Bild 104. Oval- oder Korbbogenkonstruktion

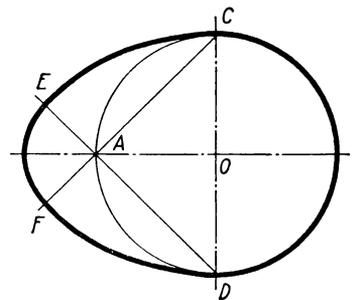


Bild 105. Eilinie

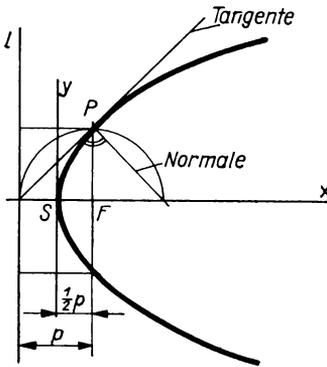


Bild 106. Aufbau der Parabel

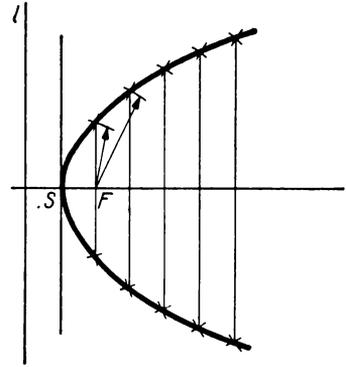


Bild 107. Konstruktion der Parabel mit Leitlinie und Brennpunkten

Ein Brennstrahl ist die Verbindungslinie eines Parabelpunktes mit dem Brennpunkt.

$$y^2 = 2px \text{ (Scheiteltgleichung der Parabel).}$$

Die Gleichung ist quadratisch, aber nur die eine Veränderliche kommt mit einem quadratischen Gliede vor.

Im technischen Zeichnen verwendet man die Parabel als Innen- oder Außenform für verschiedene Umdrehungskörper sowie als Ab- und Ausrundungskurven.

Technische Anwendung der Parabel z. B. als Parabolspiegel (Scheinwerfer), alle Strahlen werden parallel zur Achse ausgeworfen.

Konstruktion der Parabel mit Leitlinie und Brennpunkten

In Anwendung des Obengesagten wird die Strecke von Leitlinie bis Brennpunkt F in den Zirkel genommen und um F ein Kreisbogen geschlagen. Die Linie parallel zur Leitlinie durch den Brennpunkt F gezogen, ergibt an den Schnittpunkten Parabelpunkte. Die Strecke von Leitlinie zum Brennpunkt halbiert, ergibt den Scheitelpunkt S der Parabel. Zweckmäßig findet man weitere Parabelpunkte, wenn der Zirkelabstand jeweils je Kreisbogen um den Betrag SF vermehrt wird, wie im Bild 107 dargestellt.

Konstruktion aus Scheitelpunkt S , einem Parabelpunkt P und der Achse (Bild 108)

Zu den Punkten S und P sowie der Achse wird ein Rechteck gezogen. Je Rechteckhälfte wird die große und die kleine Seite in eine beliebige Anzahl gleicher Abschnitte eingeteilt (im Bild sind es 6 Abschnitte). Nun werden vom Scheitelpunkt Strahlen nach den eingeteilten Punkten der großen Seite gezogen. Durch parallele Linien zur Achse durch die Punkte der kleinen Seite erhält man Schnittpunkte, die die Punkte der Parabel ergeben.

Konstruktion einer Parabel als Übergangslinie zwischen zwei Punkten P_1 und P_2 auf zwei Geraden (Hüllkonstruktion)

Die Geraden werden bis zu den gegebenen Punkten in die gleiche Anzahl Abschnitte eingeteilt. Nun werden, wie im Bild 109 dargestellt, die Abschnitte mit Strahlen verbunden.

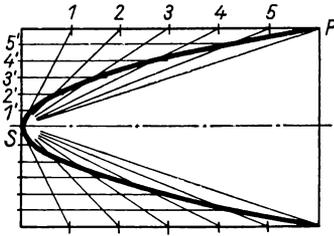


Bild 108. Konstruktion aus Scheitelpunkt S, Parabelpunkt P und der Achse

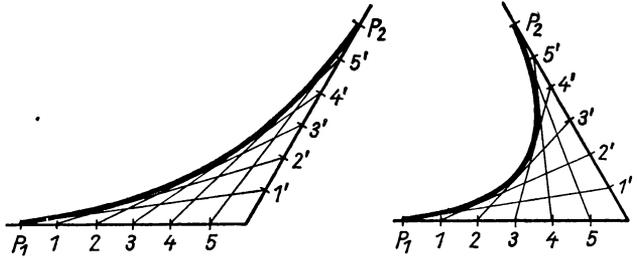


Bild 109. Konstruktion als Übergangslinie zwischen zwei Punkten und zwei Geraden

Die Verbindungsstrahlen sind die Einhüllenden der Parabel. Es kann sich hierbei um Verbindungen bei spitzen oder stumpfen Winkeln handeln.

Konstruktion aus Scheitelpunkt S und Brennpunkt F (Bild 110)

Von S wird durch F die Achse und durch S senkrecht die Leitlinie gezogen. Nun werden unter verschiedenen Winkeln vom Brennpunkt Linien nach der Leitlinie gezogen. Jeweils im rechten Winkel das Lot zu diesen Linien gezogen, ergibt wiederum die Hüllkurve der Parabel.

Von gegebener Parabel Leitlinie, Brennpunkt und Achse finden (Bild 111)

Die Parabelpunkte P_1 und P_2 werden verbunden. Diese Linie ist zu halbieren, wodurch der Punkt H gefunden wird. Der Punkt H wird nun mit dem Punkt O verbunden. Errichtet man von O zu OP_2 das Lot, zieht von P_1 parallel zu HO eine Linie, erhält man den Punkt E. Auf die gleiche Weise erhält man entgegengesetzt den Punkt G. Die Verbindungen der Punkte P_1G und P_2E ergeben im Kreuzungspunkt den Brennpunkt F. Durch den Brennpunkt F parallel zu HO gezogen, erhält man die Parabelachse A, senkrecht zur Achse den Scheitelpunkt. Die Strecke FS als Abstand vom Scheitelpunkt ergibt die Leitlinie I.

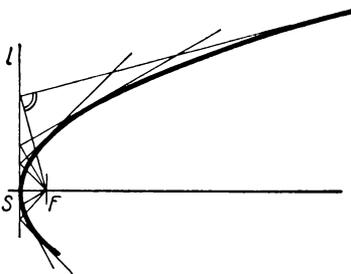


Bild 110. Konstruktion aus Scheitelpunkt und Brennpunkt

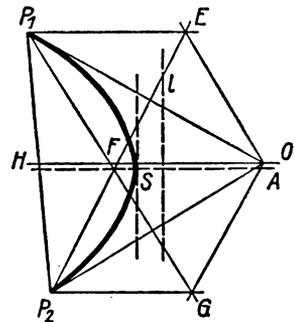


Bild 111. Von gegebener Parabel Leitlinie, Brennpunkt u. Achse finden

6.3. Hyperbel

Wird ein Kegelmantel durch eine zur Achse parallele Ebene geschnitten, erhält man die Hyperbel.

Sie ist der planimetrische Ort aller Punkte, für die der Unterschied der Entfernung (b_1 und b_2) von zwei festen Punkten (Brennpunkt F_1 und F_2) unveränderlich (gleich der Hauptachse $2a$) ist.

Die Hyperbel setzt sich immer aus zwei getrennten Ästen zusammen, die symmetrisch sind. Der Linienverlauf der Hyperbel zeigt mit fortschreitender Entfernung vom Punkt M eine Annäherung an die Asymptote, die die Hyperbel im Unendlichen berührt. Zur Hyperbel gehören stets zwei Asymptoten.

Stehen die Asymptoten senkrecht aufeinander (Bild 113), so handelt es sich um eine gleichseitige Hyperbel, stehen die Asymptoten in einem anderen Winkel aufeinander (Bild 112), so ist es eine ungleichseitige Hyperbel.

Bild 112 zeigt den Aufbau einer Hyperbel, wobei die wichtigsten Merkmale die Brennpunkte F_1 und F_2 , die Scheitelpunkte S_1 und S_2 , der Scheitelabstand oder Hauptachse $2a$, die Brennstrahlen b_1 und b_2 sowie die Asymptoten sind.

Die Gleichung der Hyperbel ist: $\frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2} = 1$

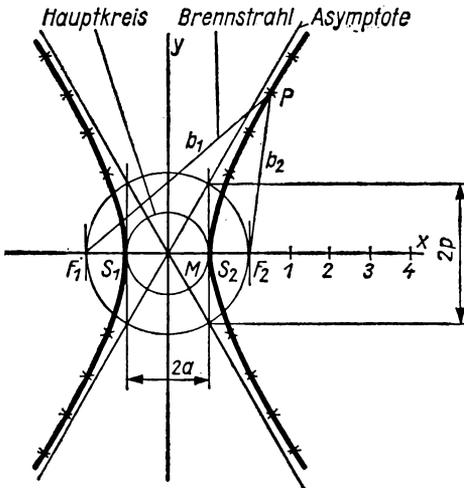


Bild 112. Aufbau der Hyperbel (ungleichseitige Hyperbel)

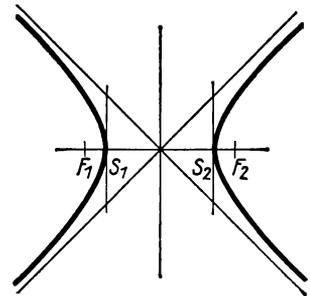


Bild 113. Gleichseitige Hyperbel

Konstruktion der Hyperbel aus den Brennstrahlen (Bild 112)

Durch die Brennpunkte F_1 und F_2 wird ein Kreis geschlagen. Die Schnittpunkte der Asymptote mit dem Kreis verbunden ergeben die Scheitelpunkte S_1 und S_2 . Auf der x -Achse trägt man die Punkte 1, 2, 3, 4... an und nimmt jeweils die Strecke von Punkt S_1 bzw. S_2 bis zu einem auf der x -Achse aufgetragenen Punkt in den Zirkel und schlägt von F_1 bzw. F_2 die Kreisbogen. Die so erhaltenen Schnittpunkte ergeben die Hyperbelpunkte (s. Bild 112).

Konstruktion einer gleichseitigen Hyperbel aus den Asymptoten und dem Scheitelpunkt (Bild 114)

Durch Verbindung mit dem Scheitelpunkt S erhält man die Punkte W_1 und V_1 . Durch Halbieren, Vierteln sowie Vervierfachen erhält man die Punkte W_4 , W_5 , W_2 und W_3 . In gleicher Weise und als Schnittpunkte der Linie MS erhält man die Punkte V_4 , V_5 , V_2 und V_3 .

$$\begin{aligned} MW_4 &= \frac{1}{2} MW_1 \\ MW_5 &= \frac{1}{4} MW_1 \\ MW_2 &= 2 MW_1 \\ MW_3 &= 4 MW_1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} MV_2 &= \frac{1}{2} MV_1 \\ MV_3 &= \frac{1}{4} MV_1 \\ MV_4 &= 2 MV_1 \\ MV_5 &= 4 MV_1 \end{aligned}$$

Die durch das jeweilige Verbinden der Punkte erhaltenen Schnittpunkte ergeben die gesuchten Hyperbelpunkte.

Die Konstruktion einer ungleichen Hyperbel aus Asymptoten und Scheitelpunkt ist analog der gleichseitigen Hyperbel nach Bild 114 durchzuführen (s. Bild 115).

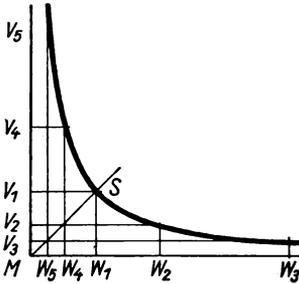


Bild 114. Konstruktion einer gleichseitigen Hyperbel aus den Asymptoten und dem Scheitelpunkt

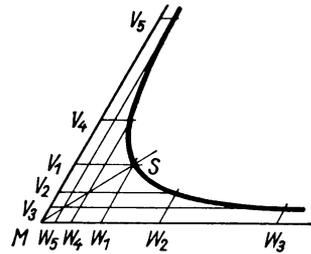


Bild 115. Konstruktion einer ungleichseitigen Hyperbel aus den Asymptoten und dem Scheitelpunkt

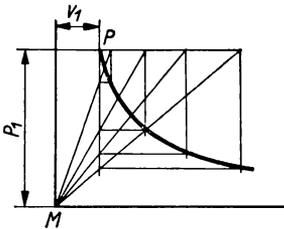


Bild 116. Hyperbel als Expansionslinie in Diagrammen

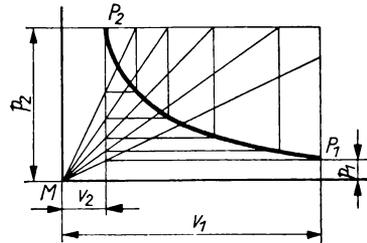


Bild 117. Hyperbel als Kompressionslinie

Hyperbel als Expansionslinie in Diagrammen (Bild 116)

Gegeben: Das Anfangsvolumen v_1 und der Anfangsdruck p_1

Vom Anfangspunkt P zieht man senkrecht und waagrecht eine Hilfslinie. Nun werden vom Punkt M beliebige Strahlen nach der waagerechten Hilfslinie gezogen. Die senkrechten und waagerechten Verbindungen zu diesen Hilfslinien ergeben die Hyperbelpunkte (Bild 116).

Hyperbel als Kompressionslinie (Bild 117)

Die Konstruktion ist auch analog der vorangegangenen Beschreibung zu Bild 116 durchzuführen.

6.4. Spiralen

6.4.1. Archimedische Spirale

Wenn eine Gerade aus einer Ruhelage um einen Punkt O (Pol) gleichmäßig rotiert und gleichzeitig auf ihr aus dem Punkt O heraus ein schreibender Punkt sich derart bewegt, daß der zurückgelegte Weg proportional dem von der Geraden durchlaufenen Bogen wächst, so entsteht eine Archimedische Spirale¹⁾ (Bild 118). Der aus dem Pol geradlinig nach irgendeinem Punkt der Spirale gemessene, mit wachsendem Winkel φ (im Bogenmaß gemessen) zunehmende Abstand heißt Radiusvektor und die Gleichung der Spirale: $r = a \cdot \varphi$.

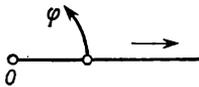


Bild 118. Grundlage der Archimedischen Spirale

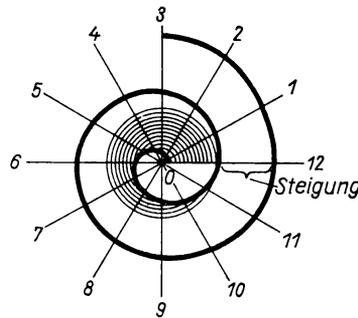


Bild 119. Archimedische Spirale

Die Archimedische Spirale von einem Punkt O aus nach außen fortschreitend zeichnen (Bild 119)

Man wählt die Steigung beliebig und teilt diese sowie den Bogen 2π um O herum in die gleiche Anzahl von Teilen (im Bild 12 Teile). Die jeweiligen Punkte, mit den Teilstrahlen verbunden, ergeben die Punkte der Spirale. Weitere Umläufe findet man, indem entsprechend der Anzahl gewünschter Umläufe auf jeden Teilstrahl von der Spirale aus die Steigung, die unveränderlich ist, mehrmals aufgetragen wird.

In einen gegebenen Kreis z. B. 3 Umläufe einer Archimedischen Spirale legen (Bild 120)

Der Radius des gegebenen Kreises wird nach der Zahl der gewünschten Umläufe in gleiche Abschnitte eingeteilt (im Bild 3 Abschnitte). Die Teilstrahlen sowie Teile der Steigung werden

¹⁾ Genannt nach dem griechischen Mathematiker Archimedes.

eingetragen und die Spirale wie im vorangegangenen Abschnitt beschrieben eingezeichnet. Bei technischen Zeichnungen bedient man sich angenäherter Konstruktionen, die mit ihrer Genauigkeit für die gewünschten Darstellungen ausreichen.

Angenäherte Konstruktion (Bild 121)

Hierbei wird die Archimedische Spirale durch Viertelkreisbogen ersetzt. Die Ecken eines gezeichneten Quadrates ergeben die Einstichpunkte des Zirkels. Nun zieht man von einer Ecke des Quadrates die Viertelkreisbogen und schließt jeweils von dem nächsten Einstichpunkt an.

Eine weitere angenäherte Spirale ergibt sich aus dem Halbkreisbogen (Bild 122). Von Punkt 2 wird ein gewünschter Halbkreisbogen geschlagen. Nun wird von Punkt 1 aus der nächste Halbkreisbogen angetragen usw.

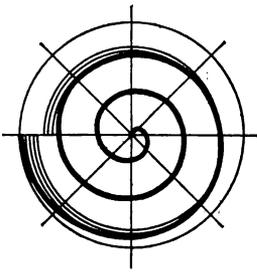


Bild 120. Archimedische Spirale im gegebenen Kreis

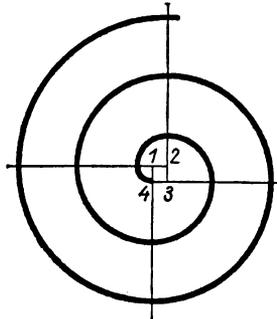


Bild 121. Angenäherte Spirale mittels Quadrats

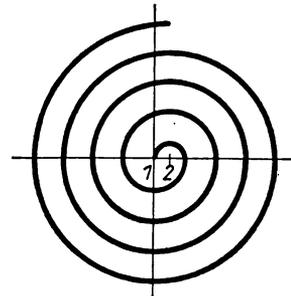


Bild 122. Angenäherte Spirale mit Halbkreisbogen

6.4.2. Logarithmische oder Exponentialspirale

Bewegt sich ein Punkt auf einer Geraden so, daß die von ihm zurückgelegten Wege eine geometrische Reihe bilden, während die Gerade so rotiert, daß der von ihr zurückgelegte Bogen in arithmetischer Steigerung wächst, dann entsteht die logarithmische Spirale. Sie folgt dem Gesetz

$$r = a \cdot e^{m\varphi}$$

Konstruktion

Wählt man z. B. $m = 0,2$ und bestimmt auf dem Bogen $\varphi = \pi$ (Halbkreis) 8 gleiche Punkte, so gilt zunächst für den Bogen allgemein $\varphi n = \frac{\pi}{8} n$. Dadurch wird dann $r_n = a \cdot e^{0,2 \frac{\pi}{8} n} = (1,083)^n \cdot a$. Damit findet man mit einem gewählten $a = 20 \text{ mm}$ für die Konstruktion folgende Radien:

$r_0 = a = 20,00 \text{ mm}$	
$r_1 = 1,083 a = 21,66 \text{ mm}$	
$r_2 = 1,174 a = 23,48 \text{ mm}$	
$r_3 = 1,271 a = 25,42 \text{ mm}$	
$r_4 = 1,363 a = 27,26 \text{ mm}$	
$r_5 = 1,477 a = 29,54 \text{ mm}$	
$r_6 = 1,599 a = 31,98 \text{ mm}$	
$r_7 = 1,733 a = 34,66 \text{ mm}$	
$r_8 = 1,878 a = 37,56 \text{ mm}$	
	$r_9 = 2,027 a = 40,55 \text{ mm}$
	$r_{10} = 2,193 a = 43,87 \text{ mm}$
	$r_{11} = 2,372 a = 47,45 \text{ mm}$
	$r_{12} = 2,566 a = 51,33 \text{ mm}$
	$r_{13} = 2,776 a = 55,52 \text{ mm}$
	$r_{14} = 3,002 a = 60,06 \text{ mm}$
	$r_{15} = 3,248 a = 64,96 \text{ mm}$
	$r_{16} = 3,513 a = 70,27 \text{ mm}$
	usw.

Trägt man nun vom Mittelpunkt M (Bild 123) auf dem Strahl 1 den Abstand r_1 , auf 2 den Abstand r_2 usw. auf, erhält man die Punkte der Spirale.

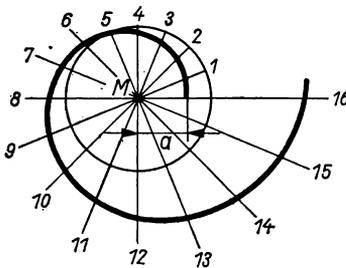


Bild 123. Logarithmische oder Exponentialspirale

6.5. Sinuslinie

Die Schwingungen, die eine Welle hervorrufen, können verschiedener Art sein. Die regelmäßigste Form der Schwingungen ist die harmonische Schwingung. Sie ruft eine sinusförmige Wellenbewegung hervor. Bild 124 zeigt eine harmonische Schwingung, die als Projektion einer Kreisbewegung auf den lotrechten Durchmesser aufgefaßt werden kann und die Sinuslinie ergibt.

Die Sinuslinie wird in der vielfältigsten Weise in der Technik angewendet. Besonders gute Beispiele ihrer Anwendung sind in der Elektrotechnik zu finden.

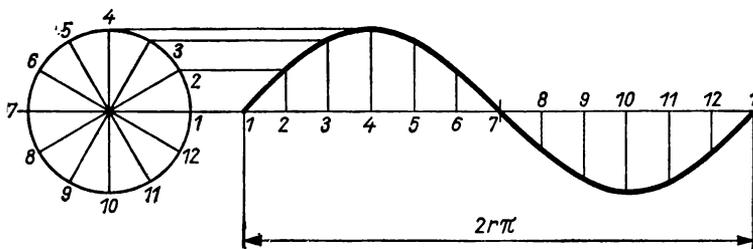


Bild 124. Sinuslinie

Konstruktion

Ein entsprechender Kreis wird in zwölf gleiche Teile geteilt. Der Umfang des Kreises ($2r\pi$) wird auf der verlängerten Mittellinie aufgetragen und ebenfalls in zwölf gleiche Abschnitte eingeteilt. Die Schnittpunkte der Verbindungsstrahlen ergeben die Punkte der Sinuslinie. Die Punkte 4 und 10 stellen die Amplituden dar, die Punkte 1 und 7 jeweils die Wendepunkte (Bild 124).

6.6. Schraubenlinie

Legt man um einen Kreiszyylinder ein rechtwinkliges Dreieck, bei dem die untere Kathete den Umfang des Kreiszyinders hat, so ergibt die Hypotenuse die Schraubenlinie. Die Projektion in der Vorderansicht stellt eine Sinuslinie dar.

Die seitliche Kathete des rechtwinkligen Dreiecks ergibt den Abstand von Windung zu Windung und wird in der Technik Steigung genannt. Der von der unteren Kathete und der Hypotenuse gebildete Winkel ist der Steigungswinkel.

Da bei der Schraubenlinie die Steigung verändert werden kann, beschreibt z. B. der Berührungspunkt des Drehmeißels bei der Drehmaschine beim Drehen, Gewindeschneiden usw. eine Schraubenlinie. Läßt man statt eines Punktes ein Quadrat, Dreieck oder einen Kreis auf der Schraubenlinie wandern, so erhält man die üblichen Gewindearten. Die Windungen der Schraubenfedern stellen ebenfalls eine Schraubenlinie dar.

Konstruktion

Der Kreis des Kreiszyinders wird in 12 gleiche Teile geteilt. Neben dem Kreiszyylinder wird ein rechtwinkliges Dreieck mit der gewünschten Steigung und der Länge $2r\pi$ aufgezichnet und ebenfalls in 12 gleiche Abschnitte eingeteilt. Die Projektionsstrahlen der Abschnitte des Dreiecks und der Teile des Kreises ergeben auf dem Kreiszyylinder Schnittpunkte. Diese sind die Punkte der Schraubenlinie. Es ist zu beachten, daß eine Hälfte der Schraubenlinie als unsichtbare Linie darzustellen ist, da sie verdeckt liegt (Bild 125).

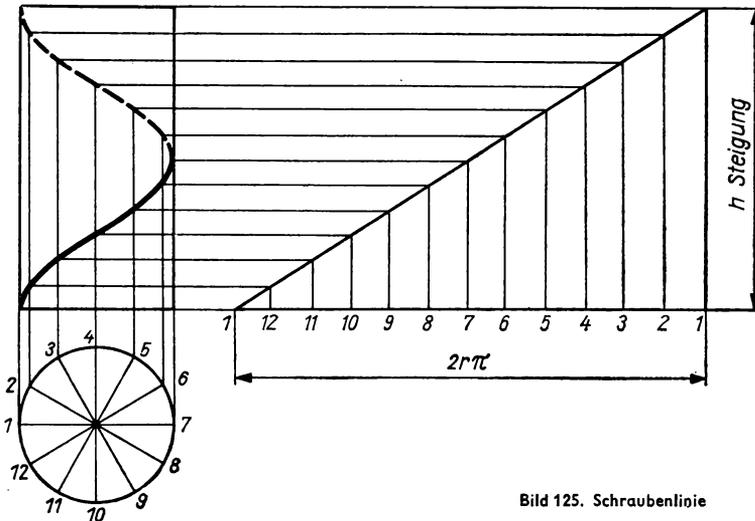


Bild 125. Schraubenlinie

6.7. Evolvente (Fadenlinie)

Alle Punkte einer Geraden, die sich, ohne zu gleiten, auf einen Kreis abwaltzt, beschreiben eine Kreisevolvente. Die Grundlage der Evolvente ist im Bild 126 dargestellt. Wickelt man von einer Rolle einen Faden ab, so beschreibt die Hand ebenfalls eine Evolvente (deshalb auch Fadenlinie).

Konstruktion (Bild 127)

Ein Kreis wird in eine bestimmte Anzahl gleicher Teile (im Bild 12 Teile) geteilt. An jeden Teilpunkt werden nun die Tangenten angelegt. Wenn jetzt die Erzeugende von Punkt 1 nach Punkt 2 des Kreises abgewaltzt wird, ist der Kurvenpunkt auf der neuen tangierenden Lage in einer Entfernung gelegen, die dem abgewaltzten Kreisbogen entspricht. Es ist also auf der Tangente des Punktes 2 der Kreisbogen von 1 zu 2 aufzutragen, auf der Tangente des Punktes 3 ist dieser Kreisbogen zweimal aufzutragen, bei Punkt 4 dreimal usw. Die jeweils auf den Tangenten aufgetragenen Abschnitte ergeben die Punkte der Evolvente.

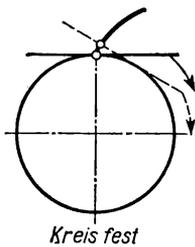


Bild 126. Grundlage der Evolvente (Fadenlinie)

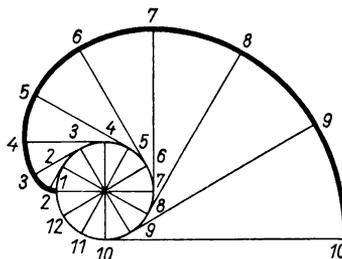


Bild 127. Evolvente

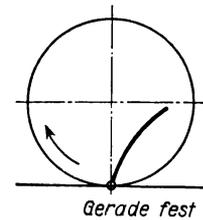


Bild 128. Grundlage der Gemeinen oder Ortho-Zykloide

6.8. Zykloiden (Radlinien)

6.8.1. Gemeine oder Ortho-Zykloide

Alle Punkte eines Kreises, der sich, ohne zu gleiten, auf einer Geraden abwaltzt, beschreiben eine gemeine Zykloide. Die Grundlage der Gemeinen oder Ortho-Zykloide ist im Bild 128 dargestellt.

Konstruktion (Bild 129)

Man teilt den rollenden Kreis, im Berahrungspunkt beginnend, in eine Anzahl gleicher Teile (12) und trägt diese Abstände auf einer Geraden, die dem Umfang $2r\pi$ entspricht, auf. Zieht man nun vom Kreismittelpunkt zu der Geraden eine Parallele und trägt die Senkrechte zu den eingeteilten Abständen auf, so erhält man die Einstichpunkte der jeweiligen Stellung des rollenden Kreises. Schlägt man nun von diesen Einstichpunkten mit dem Radius des rollenden Kreises Kreisbogen und zieht von den Punkten 1...12 waagerechte Linien, so erhält man die Schnittpunkte 1', 2' usw., die die Punkte der Zykloide sind.

Abarten der Ortho-Zykloide

Nimmt man einen Punkt im Abstand von e außerhalb des rollenden Kreises an, so ergibt dieser beim Abrollen die verlängerte oder verschlungene Zykloide (Bild 130). Hierbei ist vom Mittelpunkt bis zum Abstand des angenommenen Punktes ein Kreis zu schlagen und dieser in die gewünschte Anzahl Abschnitte zu teilen. Die weitere Konstruktion ist wie bei der Gemeinen Zykloide durchzuführen.

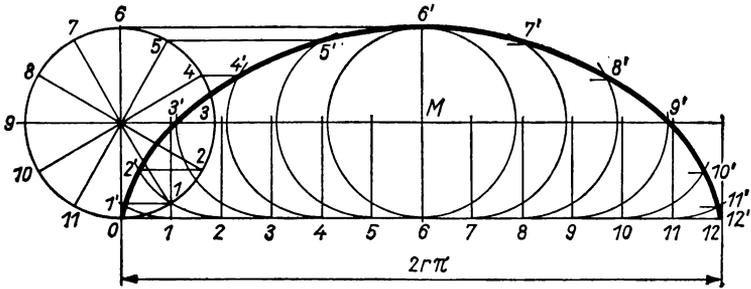


Bild 129. Gemeine oder Ortho-Zykloide

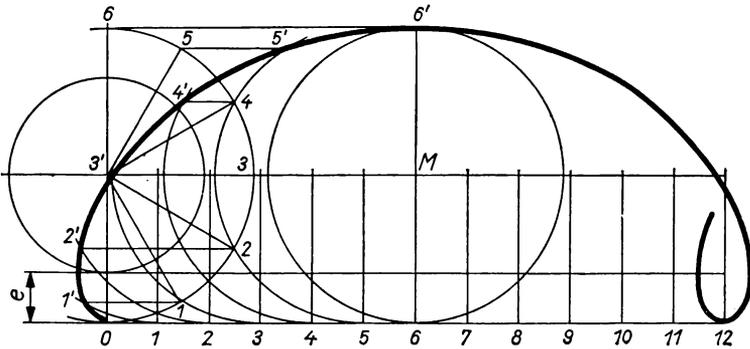


Bild 130. Verlängerte oder verschlungene Zykloide

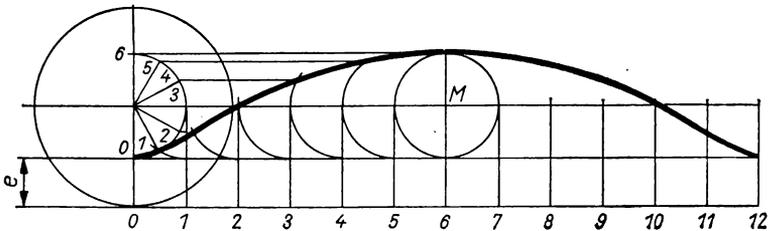


Bild 131. Verkürzte oder geschweiften Zykloide

Verlegt man einen Punkt im Abstand von e in den rollenden Kreis, so ergibt dieser beim Abrollen die verkürzte oder geschweifte Zykloide (Bild 131). Hierbei ist wieder bis zum angenommenen Punkt ein Kreisbogen zu schlagen und die weitere Konstruktion wie bereits angegeben durchzuführen.

6.8.2. Epi-Zykloide (Aufradlinie)

Alle Punkte eines Kreises, der sich, ohne zu gleiten, auf einem Kreis abwälzt, beschreiben eine Epi-Zykloide. Sie wird auch Aufradlinie genannt. Die Grundlage der Epi-Zykloide ist im Bild 132 dargestellt.

Konstruktion (Bild 133):

Die Konstruktion wird in gleicher Weise wie bei der gemeinen Zykloide durchgeführt. Jedoch wird hier die Leitlinie zu einem Kreis. Die jeweiligen Zykloidenpunkte werden durch konzentrische Kreisbogen gefunden. Der rollende Kreis wird in 12 gleiche Teile geteilt. Diese Abstände sind auf dem feststehenden Kreis aufzutragen und hier vom Mittelpunkt aus Strahlen zu legen. Die Schnittpunkte der Strahlen mit der Leitlinie ergeben die Mittelpunkte der Kreisbogen des abrollenden Kreises. Nun werden vom Mittelpunkt des festen Kreises die Kreisbogen der Punkte des rollenden Kreises gezogen. Die so gefundenen Schnittpunkte ergeben die Punkte der gesuchten Zykloide.

Das Verhältnis der Kreise kann der gewünschten Verwendung entsprechend beliebig gewählt werden. Werden z. B. die Kreise gleich groß angenommen, so entsteht die bekannte Kardioide oder Herzlinie (Bild 134).

6.8.3. Hypo-Zykloide (Inradlinie)

Alle Punkte eines Kreises, der sich, ohne zu gleiten, in einem Kreis abwälzt, beschreiben eine Hypo-Zykloide. Aus diesem Grunde wird sie auch Inradlinie genannt. Die Grundlage der Hypo-Zykloide ist im Bild 135 dargestellt.

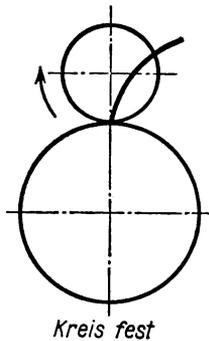


Bild 132. Grundlagen der Epi-Zykloide (Aufradlinie)

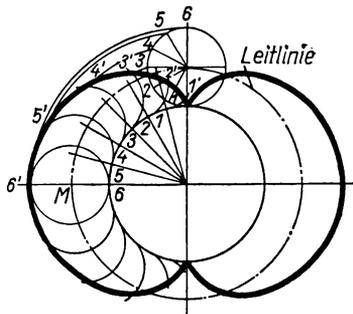


Bild 133. Epi-Zykloide (Aufradlinie)

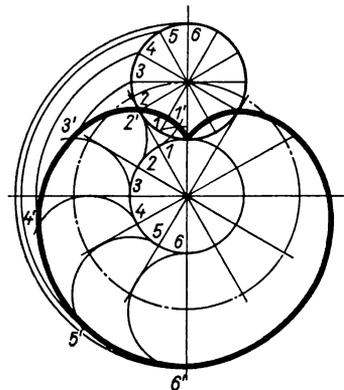


Bild 134. Kardioide (Herzlinie)

Konstruktion (Bild 136):

Nimmt man den Durchmesser des rollenden Kreises mit einem Drittel des feststehenden Kreises, so erhält man nach dreimaligem Abrollen die dreispitzige Hypo-Zykloide. Der Ausgangspunkt kehrt wieder in seine Ausgangsstellung zurück.

Der rollende Innenkreis wird wiederum in 12 gleiche Teile geteilt. Diese Abstände werden auf dem Außenkreis aufgetragen. Nach diesen Punkten sind vom Mittelpunkt M Strahlen zu legen, die auf der Leitlinie die Einstichpunkte für konzentrische Kreisbögen ergeben. Nun werden von M aus und den jeweiligen Punkten des Rollkreises Kreisbögen geschlagen. Die Schnittpunkte $1'$, $2'$ usw. ergeben die Punkte der Zykloide.

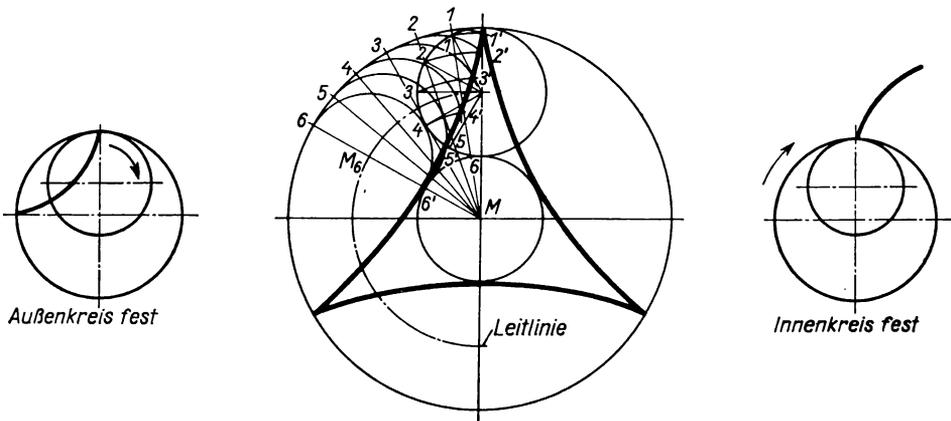


Bild 135. Grundlage der Hypo-Zykloide (Inradlinie)

Bild 136. Hypo-Zykloide (Inradlinie)

Bild 137. Grundlage der Peri-Zykloide

6.8.4. Peri-Zykloide

Alle Punkte eines Kreises, der sich, ohne zu gleiten, um einen Kreis abwälzt, beschreiben eine Peri-Zykloide. Sie ist die Umkehrung der Hypo-Zykloide. Die Grundlage der Peri-Zykloide ist im Bild 137 dargestellt.

Konstruktion (Bild 138):

Der feststehende Kreis wird in gleiche Teile (12) geteilt. Diese Abstände werden ebenfalls auf dem Umfang des rollenden Kreises aufgetragen. Zieht man nun vom Mittelpunkt des festen Kreises im Abstand bis zum Mittelpunkt des rollenden Kreises einen Kreisbogen, die Leitlinie, so erhält man mit Verlängerung der eingeteilten Punkte die Einstichpunkte M_1 , M_2 usw. Nun schlägt man von diesen Punkten um die jeweiligen Punkte des festen Kreises Kreisbögen. Weitere Kreisbögen vom Mittelpunkt M und den auf dem rollenden Kreis aufgetragenen Punkten ergeben die Schnittpunkte $1'$, $2'$ usw. Diese Schnittpunkte sind die Punkte der Peri-Zykloide.

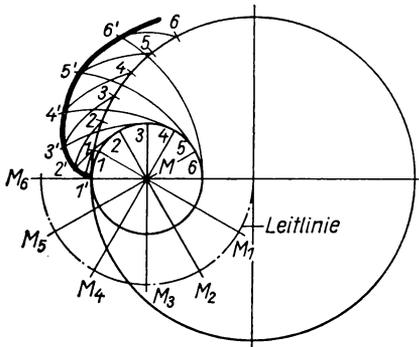


Bild 138. Peri-Zykloide

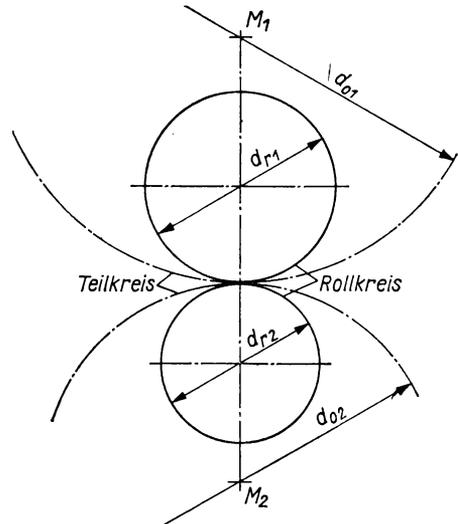


Bild 139. Teil- und Rollkreise der Zykloidenverzahnung

6.9. Anwendung von Rollkreislinien bei der Konstruktion der Zahnflanken

Sollen Zahnräder einwandfrei abwälzen, müssen die Teilkreise der Räder aufeinander abrollen. Dadurch ergibt sich die Zahnflanke als Ausschnitt von Rollkreislinien.

6.9.1. Zykloidenverzahnung

Das wesentliche Merkmal der Zykloidenverzahnung ist, daß die Eingriffslinie durch Teile vom Kreisbogen dargestellt wird (Bild 139).

Bei Konstruktion der Zykloidenverzahnung müssen außer der kreisbogenförmigen Eingriffslinie noch die Teilkreise, Kopf- und Fußkreise sowie die Zahndicke gegeben sein. Die Rollkreise werden bei der Zykloidenverzahnung mit $0,4 \cdot$ Teilkreis angenommen.

Konstruktion der Zykloidenverzahnung (Bild 140):

Gegebene Werte: $z_1 = 30$ (Zähnezahl von Rad 1)
 $z_2 = 24$ (Zähnezahl von Rad 2)
 $m = 6 \text{ mm}$ (Modul).

Gesucht: Die zwei Aufrad- und Inradlinien der zusammenarbeitenden Räder.
 Kopf- und Fußkreis als Begrenzung des Zahnes.

Lösung:

Zunächst sind die Durchmesser der Teil- und Rollkreise sowie Fuß- und Kopfkreise rechnerisch festzulegen.

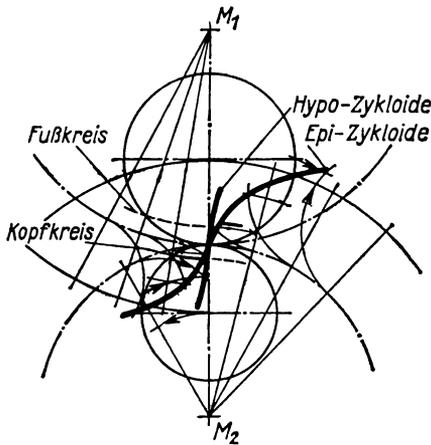


Bild 140. Konstruktion der Zykloidenverzahnung

Rad 1:

Teilkreis $d_{o1} = z_1 \cdot m = 30 \cdot 6 \text{ mm} = 180 \text{ mm}$

Rollkreis $d_{r1} = 0,4 \cdot d_{o1} = 0,4 \cdot 180 \text{ mm} = 72 \text{ mm}$

Kopfkreis $d_{k1} = d_{o1} + 2m = 180 \text{ mm} + 12 \text{ mm} = 192 \text{ mm}$

Fußkreis $d_{f1} = d_{o1} - 2,3m = 180 \text{ mm} - 13,8 \text{ mm} = 166,2 \text{ mm}$

Rad 2:

Teilkreis $d_{o2} = z_2 \cdot m = 24 \cdot 6 \text{ mm} = 144 \text{ mm}$

Rollkreis $d_{r2} = 0,4 \cdot d_{o2} = 0,4 \cdot 144 \text{ mm} = 57,6 \text{ mm}$

Kopfkreis $d_{k2} = d_{o2} + 2m = 144 \text{ mm} + 12 \text{ mm} = 156 \text{ mm}$

Fußkreis $d_{f2} = d_{o2} - 2,3m = 144 \text{ mm} - 13,8 \text{ mm} = 130,2 \text{ mm}$

Bei der Berechnung ist zu beachten, daß die Kopfhöhe $h = m = 6 \text{ mm}$ ist.

Beim Fußkreis ist die Fußhöhe f wegen des Kopfspeies s_k mit $1,3 \cdot m$ anzunehmen.

Die zeichnerische Darstellung der Verzahnung ist im Bild 140 dargestellt. Das Auffinden jeweils eines Punktes der Hypo-Zykloide sowie der Epi-Zykloide ist mit Pfeilen gekennzeichnet. Die Konstruktion wird, wie in den Bildern 139 und 140 dargestellt, durchgeführt. Der Fuß- und Kopfkreis gibt die Teile der Zykloide, die als Zahnflanken dienen, an.

Zusammensetzung der Zahnflanke bei Zykloidenverzahnung.

Bei Außenverzahnung: Kopfflanke eine Epi-Zykloide
Fußflanke eine Hypo-Zykloide

Bei Innenverzahnung: Kopfflanke eine Hypo-Zykloide
Fußflanke eine Epi-Zykloide

6.9.2. Evolventenverzahnung

Für die moderne Verzahnungstechnik ist nur noch die Evolventenverzahnung von Bedeutung. Diese wurde erstmalig von Leonhard Euler angewendet. In TGL 15005 wurde der Eingriffswinkel mit 20° festgelegt. Evolventenverzahnungen weisen gegenüber den Zykloiden-

verzahnungen wesentliche Vorteile auf. Die Zahnflanke ist als ein Teil der Evolvente ausgebildet (Bild 141). Das Bezugsprofil der Evolventenverzahnung stellt eine Zahnstange dar, d. h. die Zahnflanken werden Geraden. Das Bezugsprofil ist in TGL 15005 festgelegt (s. Bild 523).

Bild 142 zeigt den Übergang von Zahnstange zu Zahnrad. Hier sind deutlich die Zahnflanken als Evolventen bzw. Geraden zu sehen.

Durch die Tatsache, daß bei unendlich großem Radius des Wälzkreises die Zahnstange entsteht, kann also sowohl die Zahnstange als auch das Zahnrad als Werkzeug bei der Zahnraderzeugung benutzt werden. Bild 143 zeigt Fräser und Werkstück bei Herstellung der Verzahnung.

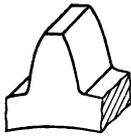


Bild 141. Evolventenform

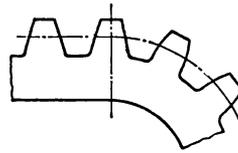


Bild 142. Zahnstange - Zahnrad

Im Bild 144 sind die Grundlagen der Evolventenverzahnung dargestellt. Die Erzeugung der Zahnprofile erfolgt analog der Zykloidenverzahnung durch Abwälzen der Eingriffslinie (Wälzgerade), die unter dem Eingriffswinkel (20°) geneigt liegt.

Konstruktion der Evolventenverzahnung (Bild 145)

Unter 20° (Eingriffswinkel) geneigt zur Geraden $O-O$ wird durch den Schnittpunkt mit der Mittellinie die Eingriffslinie (Wälzgerade) gezogen. Von den Mittelpunkten der Teilkreise fällt man nun die Lote auf die Eingriffslinie, zeichnet mit den Längen dieser Lote die Grundkreise, auf denen sich die Eingriffslinie abwälzt. Die Evolvente wird nun konstruiert, indem

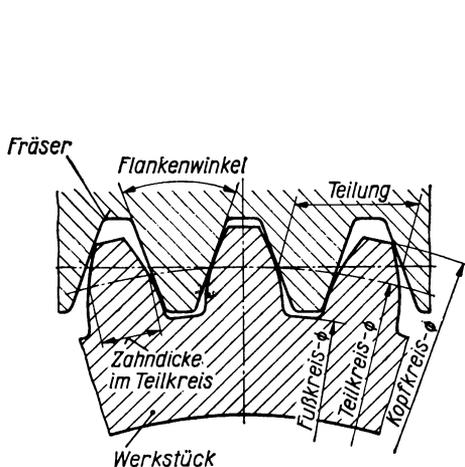


Bild 143. Fräser und Werkstück

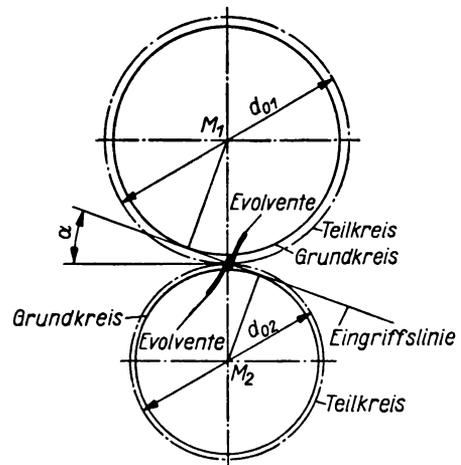


Bild 144. Grundlagen der Evolventenverzahnung

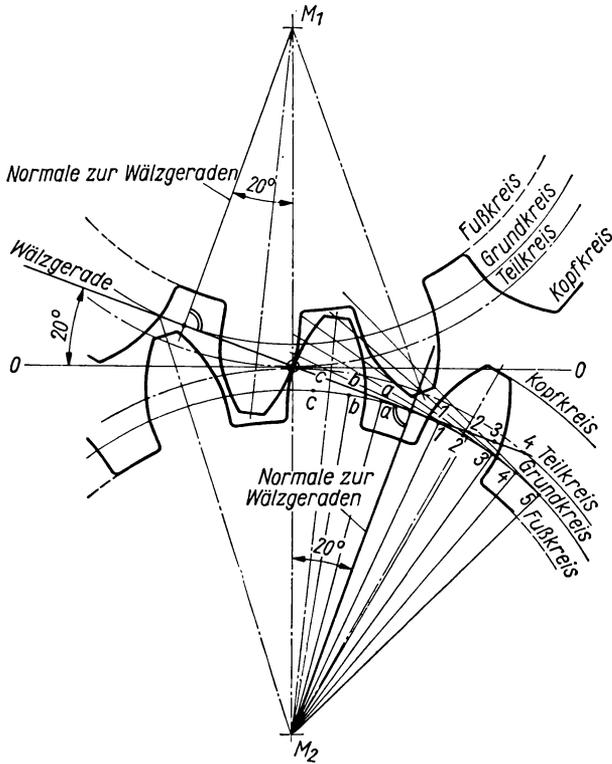


Bild 145. Konstruktion der Evolventenverzahnung

die Strecke zwischen dem Schnittpunkt der Geraden $O-O$ mit der Mittellinie und dem Berührungspunkt der Eingriffslinie mit dem Grundkreis in beliebig viele, jedoch gleiche Teile geteilt wird. Nun überträgt man diese Teilstrecken vom Berührungspunkt aus auf den Grundkreis. Durch die somit festgelegten Teilpunkte auf dem Grundkreis werden Tangenten gelegt und darauf die abgewälzten Kreisstücke abgetragen. Nun erhält man zwischen Teil- und Kopfkreis den oberen Teil der gewünschten Zahnflanke. Daran wird als Unterteil die Evolvente des anderen Grundkreises gesetzt. Nun wird die Zahnmitte mit $t/2$ festgelegt. Wird die Zahnmittellinie als Symmetrieachse gezogen, werden die spiegelgleichen Punkte der Gegenflanke gefunden. Die erforderliche Zahnteilung bestimmt jeweils die Mittellinie des nachfolgenden Zahnes.

Die Evolvente der Zahnflanke wird bis zum Grundkreis gezogen. Ist der Grundkreisdurchmesser größer als der Fußkreisdurchmesser, wird die Zahnflanke innerhalb des Grundkreises geradlinig zum Fußkreis gezogen. Zahnflanken und Grundkreis sind mittels Rundungshalbmessers verbunden.

Maße in mm

$$\text{Modul} = \frac{\text{Teilung in mm}}{\pi}$$

$$m = \frac{t}{\pi}$$

Modul m		Teilung t
Reihe 1	Reihe 2	
0,05		0,157
	0,055	0,173
0,06		0,188
	0,07	0,220
0,08		0,251
	0,09	0,283
0,1		0,314
	0,11	0,346
0,12		0,377
	0,14	0,440
1,25		3,927
1,5		4,712
	1,75	5,498
2		6,283
	2,25	7,069
2,5		7,854
	2,75	8,639
3		9,425
	3,5	10,996
4		12,566
	4,5	14,137
5		15,708
	5,5	17,279
6		18,850
	7	21,991
8		25,133
	9	28,274

Modul m		Teilung t
Reihe 1	Reihe 2	
0,15		0,471
	0,18	0,565
0,2		0,628
	0,22	0,691
0,25		0,785
	0,28	0,880
0,3		0,942
	0,35	1,100
0,4		1,257
	0,45	1,414
0,5		1,571
	0,55	1,728
0,6		1,885
	0,7	2,199
0,8		2,513
	0,9	2,827
1		3,142
10		31,416
	11	34,558
12		37,699
	14	43,982
16		50,265
	18	56,549
20		62,832
	22	69,115
25		78,540
	28	87,965
32		100,531
	36	113,097
40		125,664
	45	141,372
50		157,080
	55	172,783
60		188,496
	70	219,912
80		251,327
	90	282,743
100		314,159

Moduln der Reihe 1 sind zu bevorzugen.

Bild 146. Modulreihe nach TGL 15004

Beispiele der Evolventenverzahnung

Es sollen hier die gleichen Voraussetzungen wie bei der Zykloidenverzahnung angenommen werden:

Gegebene Werte:

$$z_1 = 30$$

$$z_2 = 24$$

$$m = 6 \text{ mm}$$

$$\alpha = 20^\circ$$

Gesucht:

Die zwei Evolventenlinien der zusammenarbeitenden Räder; Kopf- und Fußkreis als Begrenzung des Zahnes.

Lösung:

Zunächst Teil-, Fuß- und Kopfkreise rechnerisch festlegen.

Rad 1:

$$\text{Teilkreis } d_{o1} = r_1 \cdot m = 30 \cdot 6 \text{ mm} = 180 \text{ mm}$$

$$\text{Kopfkreis } d_{k1} = d_{o1} + 2 m = 180 \text{ mm} + 12 \text{ mm} = 192 \text{ mm}$$

$$\text{Fußkreis } d_{f1} = d_{o1} - 2,3 m = 180 \text{ mm} - 13,8 \text{ mm} = 166,2 \text{ mm}$$

Rad 2:

$$\text{Teilkreis } d_{o2} = z_2 \cdot m = 24 \cdot 6 \text{ mm} = 144 \text{ mm}$$

$$\text{Kopfkreis } d_{k2} = d_{o2} + 2 m = 144 \text{ mm} + 12 \text{ mm} = 156 \text{ mm}$$

$$\text{Fußkreis } d_{f2} = d_{o2} - 2,3 m = 144 \text{ mm} - 13,8 \text{ mm} = 130,2 \text{ mm}$$

Im Berechnungsbeispiel bedeuten:

z_1 Zähnezahle von Rad 1

z_2 Zähnezahle von Rad 2

α Eingriffswinkel

m Modul

Um den Teilkreisdurchmesser und den Achsabstand durch einfache Zahlen auszudrücken, die kein Vielfaches der Zahl sind, wurde der Modul m als ganzzahliger Proportionalitätsfaktor festgelegt. Damit erhält man die Teilung t als ganzzahliges Vielfaches von m .

Um die Werkzeuge zur Herstellung von Verzahnungen einzuschränken, wurde die Modulreihe nach TGL 15004 festgelegt (Bild 146).

7. Projektionszeichen

Die Projektion ist ein Verfahren der darstellenden Geometrie zur gesetzmäßigen Abbildung (Zeichnung) von räumlich geometrischen Gebilden auf einer Ebene, der Zeichenebene. Bei diesem Verfahren werden durch die einzelnen Punkte des darzustellenden Gegenstandes Strahlen (projizierende Strahlen) gezogen. Ihr Schnittpunkt, der sogenannte Spürpunkt, mit der Bildebene ist das Bild des betreffenden Punktes. Man unterscheidet nach der Art des Verlaufes der projizierenden Strahlen Zentralprojektion oder Perspektive und Parallel-Projektion. Bei der Zentralprojektion gehen alle projizierenden Strahlen durch einen im Endlichen festen Punkt (Augenpunkt, Perspektivzentrum, Projektionszentrum). Bei der Parallelprojektion laufen die projizierenden Strahlen untereinander parallel. Ihr Projektionszentrum liegt somit im Unendlichen. Strenggenommen kann die Parallelprojektion als Sonderfall der Zentralprojektion aufgefaßt werden. Von der Parallelprojektion unterscheidet man zwei Arten, die senkrechte (orthogonale) und die schiefe oder schräge. Bei der senkrechten Parallelprojektion stehen die projizierenden Strahlen senkrecht, bei der schiefen Parallelprojektion stehen die projizierenden Strahlen unter einem spitzen Winkel auf der Bildebene. Da sich die einzelnen Projektionsarten durch verschiedene Bild- und Maßtreue unterscheiden, sind sie nicht gleichwertig. Die Zentralprojektion (Perspektive) besitzt von allen Projektionsarten die größte Bildtreue (Anschaulichkeit), aber die geringste Maßtreue. Die senkrechte Parallelprojektion hat hingegen die größte Maßtreue, aber die geringste Bildtreue. Als Mittelweg zwischen den beiden vorgenannten Projektionen ist die schiefe Parallelprojektion zu nennen.

Eine der wichtigsten Grundlagen des technischen Zeichnens ist somit das Projektionszeichnen. Um geometrische Gebilde (Punkt, Gerade, Ebene, Körper) entsprechend ihrer wirklichen Lage im Raum darstellen zu können, sind drei Ebenen erforderlich. Es sind dies die Vorderansicht, Seitenansicht und Draufsicht, die senkrecht aufeinander stehen. Sie schneiden sich untereinander in drei Geraden:

In Draufsicht und Vorderansicht = Ox ,

in Vorderansicht und Seitenansicht = Oy ,

in Draufsicht und Seitenansicht = Oz .

O ist die Spitze einer räumlichen Ecke, deren seitliche Begrenzungen die drei Projektionsebenen sind und die nach vorn offen ist (Bild 147).

Die wirkliche Entfernung des Punktes, der in Bild 147 dargestellt ist, ist von den drei Bildebenen durch die Strecke y , z und x gegeben, welche „Projizierende“ heißen. Diese Entfernungen treten in den Bildebenen nochmals auf und sind im Bild 147 in Klammern gesetzt.

Da das Zeichenblatt nur eine Ebene hat, ist die Draufsicht um Ox in die Ebene der Vorderansicht und die Seitenansicht um Oy ebenfalls in die Ebene der Vorderansicht gedreht, wie in Bild 148 dargestellt.

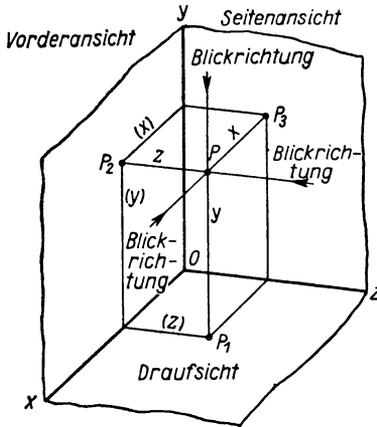


Bild 147. Grundlage der Projektion

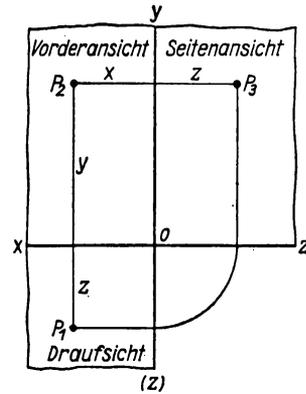


Bild 148. Räumliche Ecke in die Zeichenebene geklappt

7.1. Projektion von Punkt, Gerade, Ebene

7.1.1. Projektion des Punktes

Sieht man in die drei Blickrichtungen, so erhält man die in Bild 147 wiedergegebene Darstellung des Punktes. Daraus folgt, daß zwei Projektionen die Lage der dritten bestimmen. Ist z. B. der Punkt durch Draufsicht P_1 und Vorderansicht P_2 festgelegt, so findet man die Seitenansicht, indem um O ein Kreisbogen mit z als Halbmesser gezogen wird. Weiterhin wird durch P_2 eine Waagerechte gezogen; wo diese durch die Entfernung z zur y -Achse gezogene parallel geschnitten wird, liegt die Seitenansicht P_3 .

7.1.2. Projektion der Geraden

Die Projektion der Geraden ist in den Bildern 149 und 150 dargestellt. Man erkennt, daß zwei Projektionen angenommen werden können und daß dadurch die dritte bestimmt ist. Es sei z. B. die Draufsicht G_1 und die Vorderansicht G_2 gegeben. Man findet die Seitenansicht G_3 , indem durch A_2 und B_2 sowie durch A_1 und B_1 Waagerechten bis zur z -Achse gezogen werden. Nun holt man diese Entfernungen um O als Kreisbögen herum in die Waagerechte und zieht anschließend Senkrechte. Je eine zusammengehörige Senkrechte und Waagerechte bestimmt einen Punkt der Seitenansicht der Geraden.

Jede Gerade durchstößt unmittelbar oder in ihrer Verlängerung die Projektionsebenen. Man spricht dann von Spuren der Geraden. Es ergibt sich somit die Vorderansichtspur, Draufsichtspur und Seitenansichtspur oder die erste, zweite und dritte Spur.

Bild 151 zeigt die Draufsichtspur und den (verkürzten) Neigungswinkel der Geraden gegen die Projektionsebene. Der Neigungswinkel liegt zwischen der Geraden und ihrer Projektion.

Von der im Bild 152 perspektivisch gezeichneten Geraden sollen die wahre Länge und die Neigungswinkel gegen Draufsicht und Vorderansicht bestimmt werden.

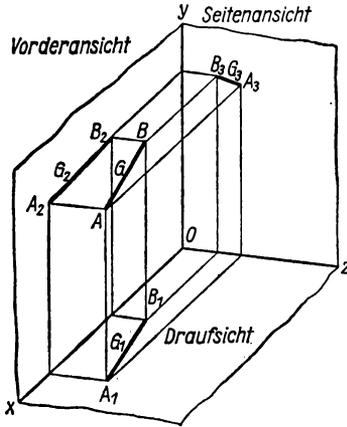


Bild 149. Projektion der Geraden

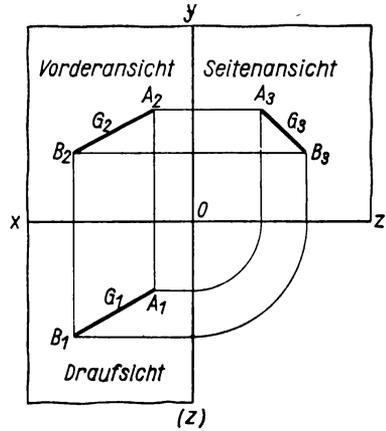


Bild 150. Projektion der Geraden in Zeichenebene

Lösung:

Bild 153 zeigt die zeichnerische Lösung, die nachfolgend beschrieben ist.

Die wahre Länge ist Hypotenuse eines rechtwinkligen Dreiecks, dessen eine Kathete die Projektion und dessen andere Kathete die Projizierende ist. Klappt man dieses Dreieck um die Projektion in die Zeichenebene, so erhält man außer der wahren Länge auch den Neigungswinkel.

$A_1B_1B'_2$ ist dieses in die Draufsicht geklappte Dreieck. Mit $A_1B'_2 = l$ und mit Neigungswinkel $B_1A_1B'_2 = \text{Winkel } \alpha$. Ferner ist das Dreieck $A_2B_2A''_1$ in die Vorderansicht geklappt (es entspricht dem Dreieck $A_2A_1B_2$ des Raumes), und es ist $A''_1B_2 = l$ und Winkel $A_2B_2A''_1 = \text{Winkel } \beta$.

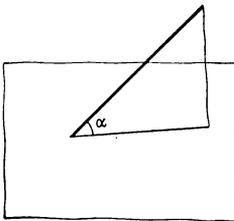


Bild 151. Gerade mit Neigungswinkel

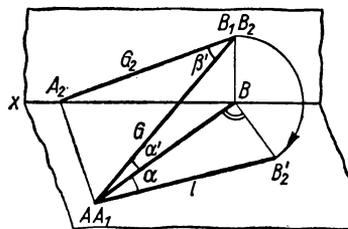


Bild 152. Perspektivische Darstellung einer Geraden

7.1.3. Projektion der Ebene

Eine Ebene ist bestimmt durch:

- a) drei Punkte, die nicht in der gleichen Geraden liegen,
- b) eine Gerade und einen Punkt außerhalb derselben,

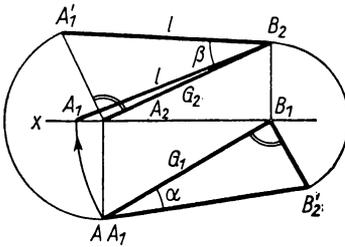


Bild 153. Wahre Länge und Neigungswinkel der Geraden

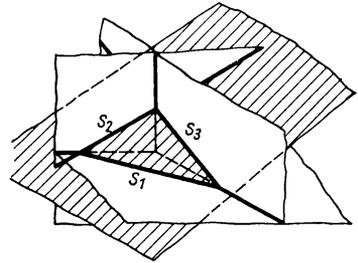


Bild 154. Schneidende Ebenen mit den Spuren s_1, s_2, s_3 gleichwendig

- c) zwei sich schneidende Geraden,
- d) zwei parallele Geraden.

Zwei Ebenen schneiden sich in einer Geraden, daher hat eine Ebene mit den drei Zeichenflächen drei Geraden als Spuren s_1, s_2 und s_3 .

Eine Ebene kann zur Vorderansicht und Draufsicht gleichwendig (Bild 154) oder wechselwendig (Bild 155) sein, je nachdem sie diesen Bildebenen die gleiche oder verschiedene Seite zukehrt.

Von einem Dreieck sind die Draufsicht und die Vorderansicht der drei Endpunkte gegeben. Gesucht ist die Seitenansicht. Die Lösung ist im Bild 156 dargestellt.

Nach diesem Verfahren lassen sich, wenn zwei Ebenen gegeben sind, alle Formen projizieren, wie die Beispiele in den Bildern 157...159 zeigen.

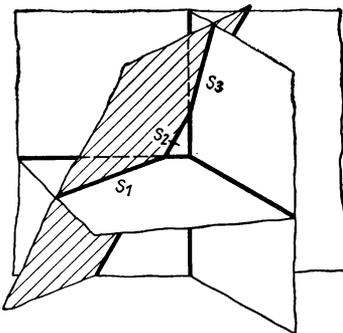


Bild 155. Schneidende Ebenen mit den Spuren s_1, s_2, s_3 , wechselwendig

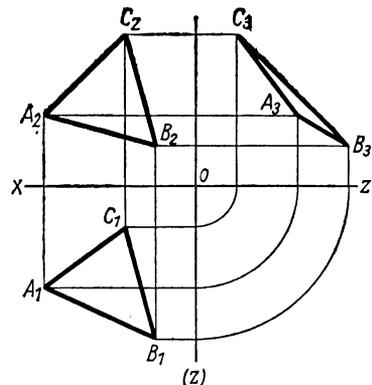


Bild 156. Projektion eines Dreiecks

7.2. Projektionen (Perspektive)

7.2.1. Zentralprojektion (Fluchpunktperspektive)

Wie bereits unter Abschnitt 7 beschrieben, hat die Zentralprojektion die beste Bildtreue jedoch die geringste Maßtreue. Aus diesem Grunde wird sie im Maschinenbau selten angewendet.

Die Bildebene liegt hier rechtwinklig zu den beherrschenden Linien des darzustellenden Gegenstandes oder Raumes (Bild 160). Hierbei liegt der Standpunkt des Beschauers zentral zu diesem. Die Körperkanten verlaufen rechtwinklig zur Bildebene und treffen in einem Punkt, dem Fluchpunkt P , zusammen. Diese Gesetzmäßigkeit kann sehr deutlich bei geraden Häuserreihen, Allees, Eisenbahnschienen usw. beobachtet werden.

Betrachtet man den Gegenstand von zwei Fluchpunkten P_1 und P_2 , so verlaufen die Körperkanten zu beiden Fluchpunkten (Bild 161).

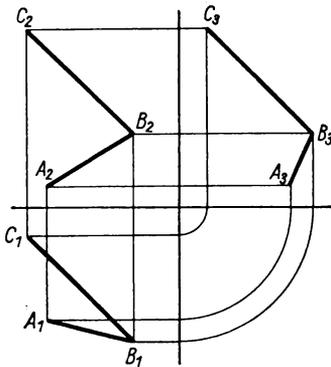


Bild 157. Projektion eines Winkels

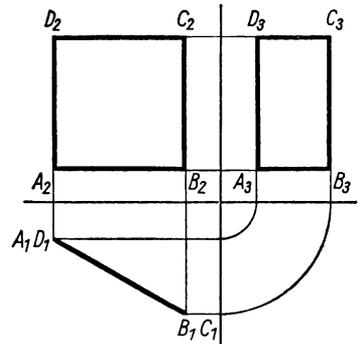


Bild 158. Projektion einer Rechteckfläche

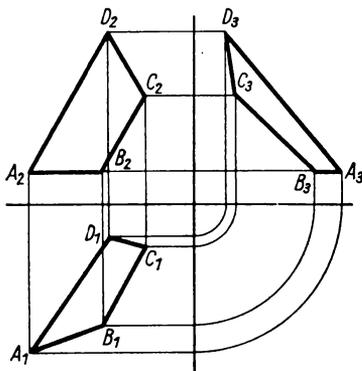


Bild 159. Projektion eines unregelmäßigen Vierecks

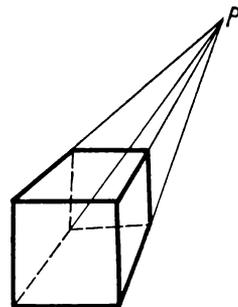


Bild 160. Zentral-Projektion (Fluchpunktperspektive)

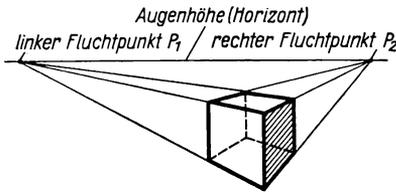


Bild 161. Zentral-Projection mit zwei Fluchtpunkten

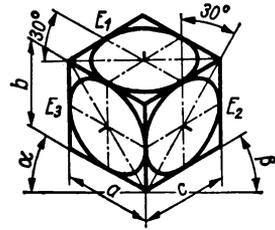


Bild 162. Darstellung eines Würfels und der Kreise in drei Ansichten

7.2.2. Parallelprojektion

Bei den Parallelprojektionen unterscheidet man drei Projektionsarten:

- die isometrische (einmaßstäblich),
- die dimetrische (zweimaßstäblich) und
- die trimetrische (dreimaßstäblich).

Im Maschinenbau verwendet man hiervon wiederum die zwei erstgenannten Projektionen. Sie sind in TGL 0—5 konstruktiv festgelegt.

7.2.2.1. Isometrische Projektion

Die Isometrie wird für Darstellungen verwendet, bei denen in drei Ansichten Wesentliches klar gezeigt werden soll. Hierbei werden Länge, Breite und Höhe im gleichen Maßstab dargestellt. Die unteren Kanten stehen im Winkel von 30° auf der Waagerechten. Der Aufbau sowie die Seiten- und Achsenverhältnisse sind im Bild 162 dargestellt.

Seitenverhältnis $a:b:c = 1:1:1$

$$\alpha = 30^\circ$$

$$\beta = 30^\circ$$

Ellipse E_1 .. große Achse waagrecht, Achsenverhältnis = 1:1,7

Ellipse E_2 .. große Achse rechtwinklig zu 30° , Achsenverhältnis = 1:1,7

Ellipse E_3 .. große Achse rechtwinklig zu 30° , Achsenverhältnis = 1:1,7

Anwendung der isometrischen Projektion

Dreht man einen Würfel auf eine Spitze, so daß die unteren Kanten je einen Winkel von 45° bilden (Bild 163), und neigt man diesen, bis die Körperdiagonale waagrecht verläuft, so ergibt sich daraus die isometrische Projektion. Die Längen und Breiten ergeben nun die Winkel zur Waagerechten von 30° (Bild 163).

Bild 164 zeigt Darstellungen in isometrischer Projektion sowie der darin angewendeten Maßeintragung.

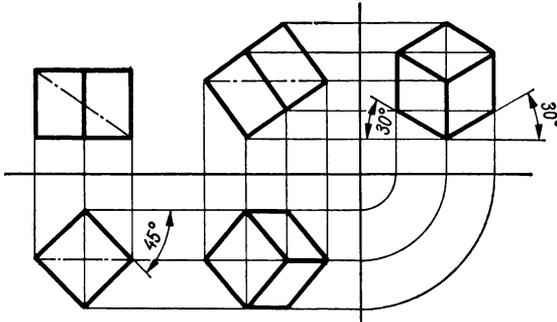


Bild 163. Würfel in isometrischer Darstellung

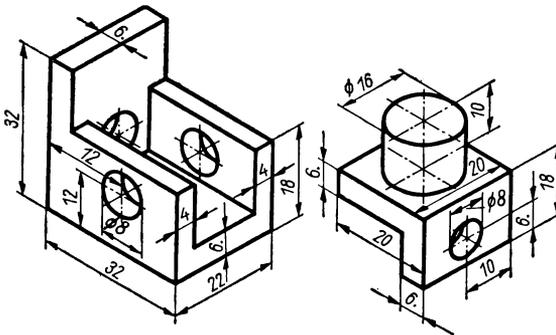


Bild 164. Beispiele der isometrischen Projektion und der Maßeintragung

7.2.2.2. Dimetrische Projektion

Die Dimetrie wird für Darstellungen verwendet, bei denen in der Vorderansicht Wesentliches gezeigt werden soll. Hierbei werden Breite und Höhe im gleichen Maßstab, die Länge um die Hälfte verkürzt dargestellt. Die linke untere Kante steht im Winkel von 7° , die rechte im Winkel von 42° auf der Waagerechten.

Der Aufbau sowie die Achsen- und Seitenverhältnisse sind im Bild 165 dargestellt.

Seitenverhältnis $a:b:c = 1:1:\frac{1}{2}$

$$\alpha = 7^\circ$$

$$\beta = 42^\circ$$

Ellipse E_1 .. große Achse waagrecht, Achsenverhältnis = 1:3

Ellipse E_2 .. große Achse rechtwinklig zu 7° , Achsenverhältnis = 1:3

Ellipse E_3 .. erhält aus Rücksicht auf zeichnerische Vereinfachung ein Achsenverhältnis 1:1, sie wird zum Kreis.

Anwendung der dimetrischen Projektion

Um die im Standard festgelegten Verhältnisse der dimetrischen Projektion zu erhalten, dreht man den darzustellenden Körper (Rechtecksäule) in der Draufsicht um 20° (Bild 166). Die Seitenansicht wird ebenfalls um 20° gekippt. Durch die Projektion der Kanten erhält man den Körper mit den seitlichen Winkeln von 7° und 42° . Es handelt sich hierbei um gerundete Werte.

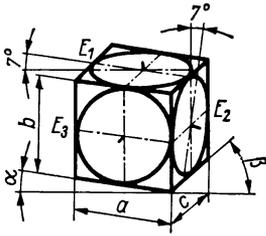


Bild 165. Darstellung eines Würfels und der Kreise in drei Ansichten

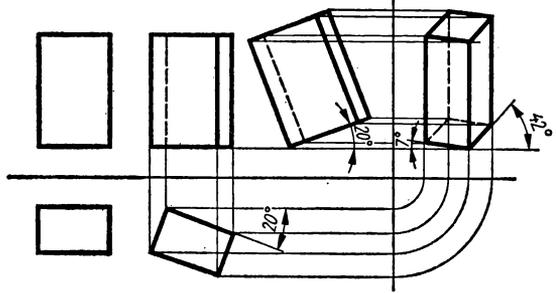


Bild 166. Rechtecksäule in dimetrischer Darstellung

Um ein zügiges Arbeiten zu erreichen, ist es notwendig, eine Schablone, wie Bild 167 zeigt, zu verwenden.

Bild 168 zeigt Darstellungen in dimetrischer Projektion sowie der Maßeintragungen.



Bild 167. Winkelschablone für dimetrische Projektion

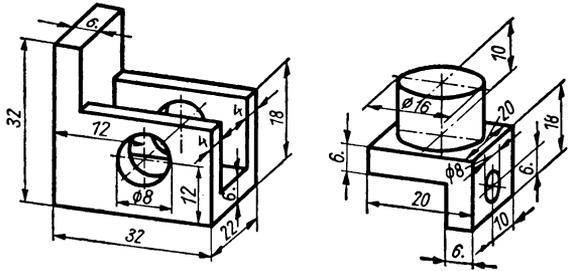


Bild 168. Beispiele der dimetrischen Projektion und der Maßeintragung

Zeichnen der Kreise (Ellipsen)

1. Verfahren, Bild 169:

In der Vorderansicht werden verschiedene Punkte a eingetragen, die in der linken Hilfskonstruktion abgenommen werden. In der Draufsicht und Seitenansicht sind nach den bereits beschriebenen Verhältnissen der Dimetrie nur $\frac{a}{2}$ eingetragen.

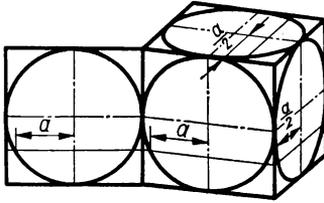


Bild 169. Zeichnen der Ellipse mit Hilfskonstruktion, erstes Verfahren

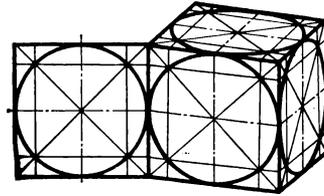


Bild 170. Zeichnen der Ellipse mit Hilfskonstruktion, zweites Verfahren

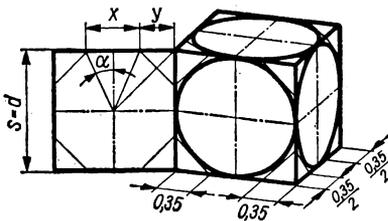


Bild 171. Zeichnen der Ellipse mit Hilfskonstruktion, drittes Verfahren

2. Verfahren, Bild 170:

Hierbei werden die Ellipsen ebenfalls mittels Hilfskonstruktion gefunden. Diese ist in Bild 170 dargestellt.

3. Verfahren, Bild 171:

Beim dritten Verfahren werden verschiedene Abschnitte rechnerisch ermittelt und als Hülllinien für die Ellipsen angetragen, wie Bild 171 zeigt.

Rechengang:

$$\alpha = 22^\circ 30', \tan \alpha = \frac{x/2}{s/2} = \frac{x}{s}$$

$$x = s \cdot \tan \alpha \approx 0,4 s$$

$$y \approx 0,3 s$$

Die Ellipsen lassen sich auch mit dem im Abschnitt 6.1.2. beschriebenen Verfahren konstruieren. In der Vorderansicht ist ein Kreis zu zeichnen.

Anwendung bei einer Welle:

Bild 172 zeigt die Skizze einer Welle, die in dimetrischer Projektion dargestellt werden soll. Um die wichtigsten Konstruktionspunkte zu erhalten, ist auch hier ein Hilfsnetz erforderlich (Bild 173).

Bild 174 zeigt die Welle in der Projektion mit den erforderlichen Hilfslinien.

Bild 175 zeigt einen Flansch in einfacher und dimetrischer Darstellung. Die Hilfslinien sind weggelassen.

Weitere Anwendungen der dimetrischen Projektion zeigen Bilder 176...178.

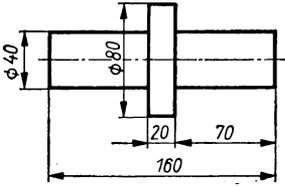


Bild 172. Skizze einer Welle

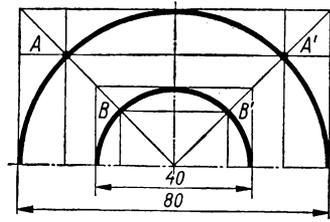


Bild 173. Hilfsnetz zur Ermittlung der Konstruktionspunkte

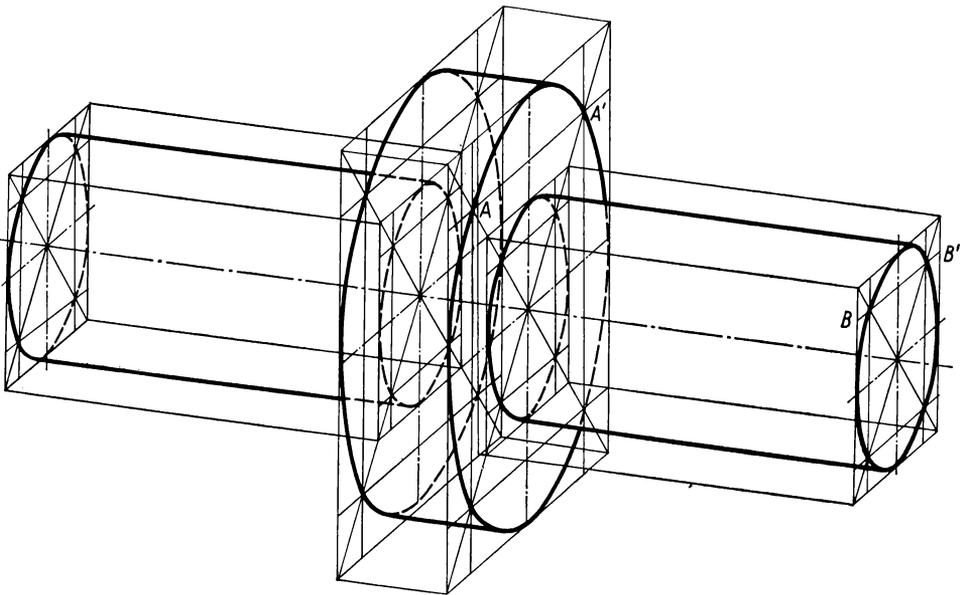


Bild 174. Dimetrische Darstellung einer Welle mit den erforderlichen Hilfslinien

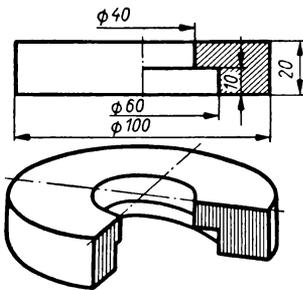


Bild 175. Flansch in dimetrischer Darstellung

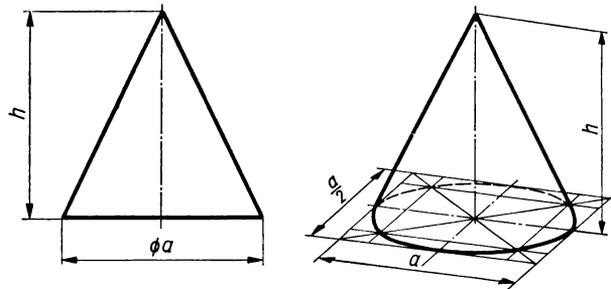


Bild 176. Kegel in technischer und dimetrischer Darstellung

7.2.2.3. Trimetrische Projektion

Es sei nochmals erwähnt, daß diese Darstellungsart im Maschinenbau nicht angewendet wird und nur der Vollständigkeit wegen aufgeführt ist.

Im Bild 179 sind die Seitenverhältnisse sowie die Winkel dargestellt.

Seitenverhältnis 1:0,9:0,5

$$\alpha = 5^\circ$$

$$\beta = 18^\circ$$

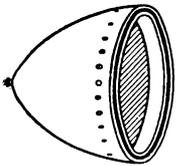


Bild 177. Scheinwerfergehäuse in dimetrischer Darstellung

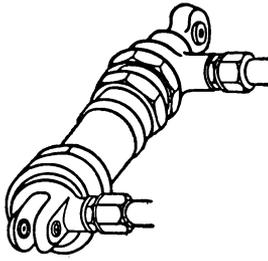


Bild 178. Verbindungsstück in dimetrischer Darstellung

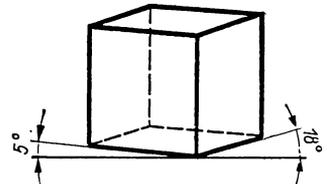


Bild 179. Darstellung eines Würfels in Trimetrie

7.3. Abwicklung von Körpern

Bei Abwicklungen ist die gesamte Körperoberfläche auf die Zeichenebene zu bringen. Bei einfachen Körpern läßt sich das leicht durchführen, es bereitet jedoch bei komplizierten Körpern oft Schwierigkeiten.

Abwicklungen lassen sich rechnerisch oder zeichnerisch durchführen.

Die Bilder 180 und 181 zeigen die rechnerischen Abwicklungen eines vierseitigen Prismas und eines Zylinders, wobei die Deckflächen gleich der Draufsicht sind.

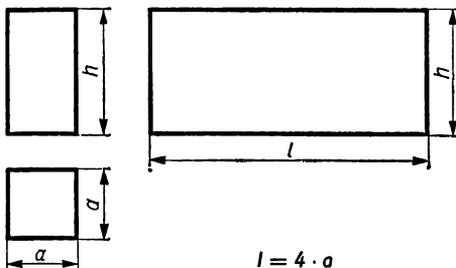


Bild 180. Rechnerische Abwicklung eines vierseitigen Prismas

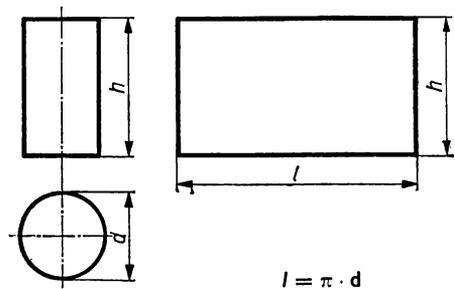


Bild 181. Rechnerische Abwicklung eines Zylinders

Die vorgenannten Verfahren wird man zweckmäßig nur bei einfachen Körpern anwenden. Bei schwierigen Teilen und Durchdringungen bedient man sich der zeichnerischen Abwicklungen, die sich so leicht und schnell herstellen lassen und der geforderten Genauigkeit genügen. Oft muß bei Abwicklungen die wahre Länge oder Größe ermittelt werden, siehe hierzu Abschnitt 7.4.

Abwicklung eines vierseitigen Prismas

Bild 182 zeigt ein vierseitiges Prisma in Vorderansicht und Draufsicht sowie der dazugehörigen Abwicklung. Wie im Bild deutlich zu sehen, besteht die Abwicklung aus den vier Seitenlängen, der Höhe und jeweils zweimal der Draufsicht als Deckfläche des Prismas.

Abwicklung eines vierseitigen, schräg abgeschnittenen Prismas

Wie im Bild 183 dargestellt, ist auch hier wieder die Vorderansicht und die Draufsicht gegeben. Die Abwicklung ergibt sich, wie bei Bild 182 beschrieben, nur sind die Schnittkanten von der Vorderansicht zu projizieren. Die obere Deckfläche hat die Länge der Schnittkante.

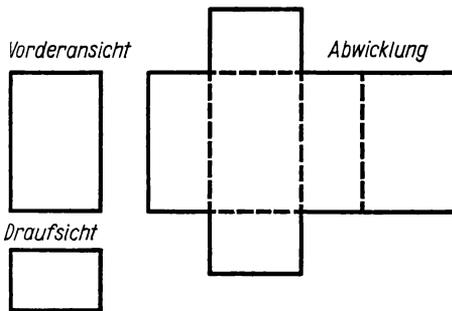


Bild 182. Zeichnerische Abwicklung eines vierseitigen Prismas

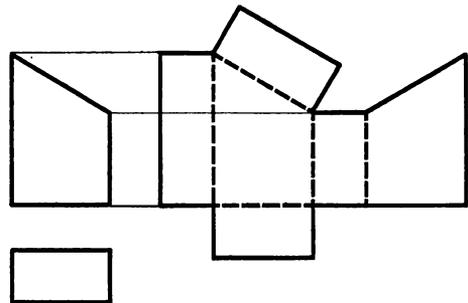


Bild 183. Abwicklung eines vierseitigen, schräg abgeschnittenen Prismas

Abwicklung eines fünfseitigen, schräg abgeschnittenen Prismas

Sind Vorderansicht, Draufsicht und Seitenansicht gegeben, siehe Bild 184, so benummert man zweckmäßig die Kanten der Draufsicht (z. B. 1—5). Nun werden die Strecken 1—2, 2—3, 3—4, 4—5, 5—1 auf einer Geraden aufgetragen, was bereits der Länge der Abwicklung entspricht. Die einzelnen Höhen werden zu den jeweiligen Punkten aus der Vorderansicht abgegriffen und in die Abwicklung eingetragen. Die Verbindung ergibt die Abwicklung des Mantels. Die untere Schnittfläche ist gleich der Draufsicht des Prismas. Die obere Schnittfläche wird wie folgt gefunden: Die in der Draufsicht von der x -Achse zu den einzelnen Punkten eingeschlossenen Abstände (s_1, s_2, s_3, s_4 und s_5) werden von der Schnittfläche zu den gleichen Punkten rechtwinklig angetragen. Die so erhaltenen Punkte ergeben verbunden die obere Deckfläche. Untere und obere Deckfläche werden je nach Zweckmäßigkeit an einer gewünschten Stelle der Abwicklung der Mantelfläche angetragen.

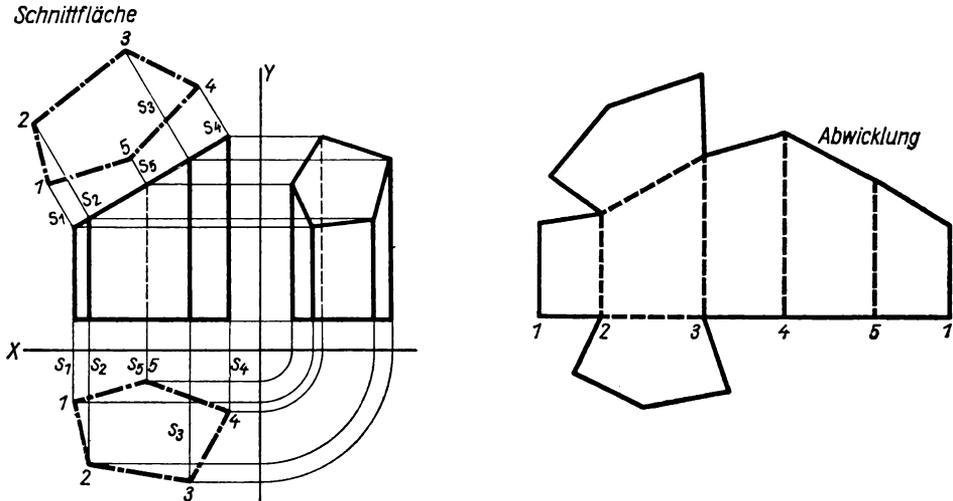


Bild 184. Abwicklung eines fünfseitigen, schräg abgeschnittenen Prismas

Abwicklung eines schräg angeschnittenen Zylinders

Zunächst wird die Draufsicht, wie Bild 185 zeigt, gezeichnet und vorteilhaft in 12 Teile eingeteilt. Zur Vereinfachung wird die Abwicklung seitlich des Zylinders aufgezeichnet. Die in der Draufsicht erhaltenen 12 Teile werden auf einer Geraden aufgetragen. Dies entspricht wiederum der Länge der Mantelabwicklung. Projiziert man nun die Punkte der Draufsicht nach den Schnittflächen des Zylinders und von hier seitlich nach den aufgetragenen 12 Teilen, so ergeben die so gefundenen Punkte den Kurvenverlauf der Abwicklung. Die Deckflächen ergeben sich durch das Abtragen der in der Draufsicht gefundenen Abstände s_1 , s_2 und s_3 an der Schnittfläche bei den jeweiligen Punkten.

Vorher ist bei allen Gegenständen je nach der Zweckmäßigkeit festzulegen, von welcher Kante oder Stelle aus abgewickelt werden soll.

Weitere wertvolle Abwicklungen siehe Laskowski/John, Praktische Blechabwicklungen, Leipzig, VEB Fachbuchverlag 1960.

7.4. Darstellung der wahren Längen, Größen und Winkel

Beim Anfertigen technischer Zeichnungen ist es oft notwendig, wahre Längen, Größen und Winkel darzustellen bzw. zu ermitteln. Wahre Längen oder Größen sind nur gegeben, wenn diese parallel zur Projektionsebene liegen; man sieht sie nur dann, wenn man senkrecht darauf blickt.

Das Verhältnis der sichtbaren zur wirklichen Ausdehnung wird auch das Verkürzungsverhältnis genannt.

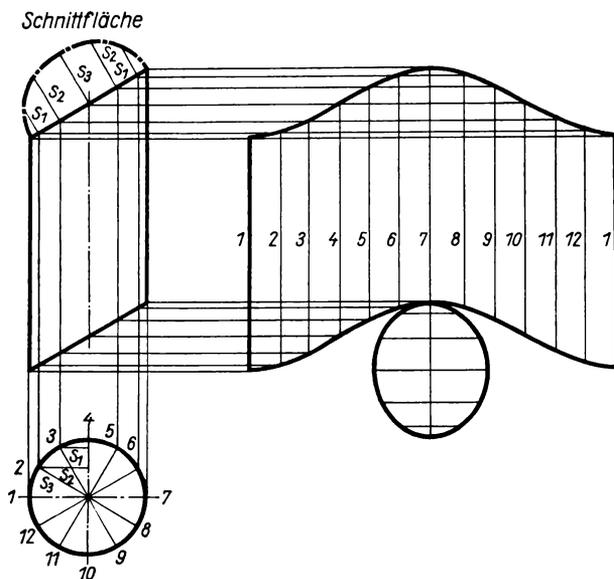


Bild 185. Abwicklung eines schräg abgeschnittenen Zylinders

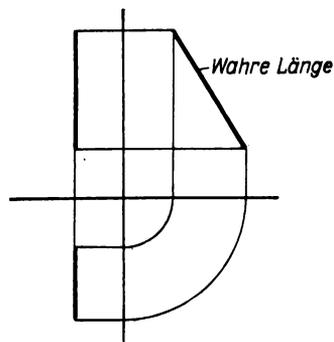


Bild 186. Wahre Länge in Seitenansicht

7.4.1. Darstellung der wahren Länge

Ist von einer Länge Vorderansicht und Draufsicht gegeben (Bild 186), erhält man durch Projektion in der Seitenansicht die wahre Länge.

Die Projektion zur Ermittlung der wahren Länge läßt sich in alle Ansichten übertragen, sofern die gegebene Länge parallel zur Projektionsebene liegt.

Liegt die Länge schief im Raum, so ist die wahre Länge nach dem Drehverfahren zu ermitteln.

In Bild 187 liegt die Länge schief zur Projektionsebene. Es soll die wahre Länge in die Vorderansicht gelegt werden. Hierbei nimmt man den Punkt A in der Draufsicht als Drehpunkt und dreht die Länge parallel zur Projektionsebene zu B'. Nun ist die seitliche Projektionslinie des Punktes B in der Vorderansicht zu verlängern, der Punkt B' in die Vorderansicht zu projizieren. Der so gewonnene Punkt B'' ergibt, verbunden mit dem Punkt A, die gesuchte wahre Länge.

Im Bild 188 ist die wahre Länge nach dem gleichen Verfahren in die Draufsicht gelegt. Hier wird der Punkt A der Vorderansicht als Drehpunkt benutzt.

Im Bild 189 ist die wahre Länge ebenfalls nach dem gleichen Verfahren in die Seitenansicht gelegt. Hier wird der Punkt B der Vorderansicht als Drehpunkt benutzt.

Beim Aufsuchen der wahren Länge ist es nach der Zweckmäßigkeit gleich, welcher Punkt als Drehpunkt benutzt wird.

7.4.2. Darstellung der wahren Größe

Ebenso wie bei der wahren Länge ist die wahre Größe von Flächen nur gegeben, wenn sie parallel zur Projektionsebene liegt. Im anderen Falle ist wiederum wie bei den Längen die gegebene Fläche um einen Punkt zu drehen.

Ist, wie in Bild 190 dargestellt, eine Dreieckfläche in den jeweiligen Ansichten gegeben, so wird zur Konstruktion der wahren Dreieckfläche diese in der Draufsicht, zweckmäßig beim Punkt O , parallel zur Projektionsebene gedreht. Projiziert man nun die so neu gefundenen Punkte der Fläche in die Vorderansicht, erhält man die gesuchte wahre Größe; im Bild mit Strichpunktlinien dargestellt.

Liegt die Dreieckfläche jedoch so im Raum, daß bei allen Ansichten Dreiecke erscheinen, sind die wahren Längen der einzelnen Dreiecke gesondert zu ermitteln und daraus die wahre Dreieckfläche zu konstruieren.

Nach dem gleichen Verfahren wie bei der Dreieckfläche ist auch bei der Trapezfläche (Bild 191) zu verfahren. Hier wird zweckmäßig die Fläche in der Vorderansicht im Punkt O parallel zur Projektionsebene gedreht. Projiziert man nun wiederum die so gefundenen neuen Punkte in die Draufsicht, erhält man die wahre Größe der Trapezfläche; im Bild mit Strichpunktlinien dargestellt.

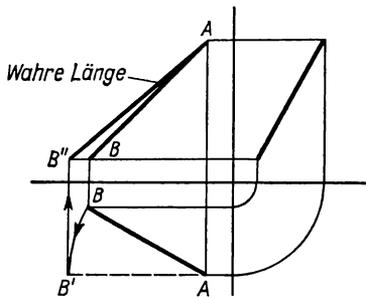


Bild 187. Wahre Länge in die Vorderansicht gelegt

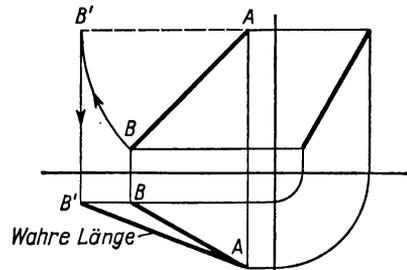


Bild 188. Wahre Länge in die Draufsicht gelegt

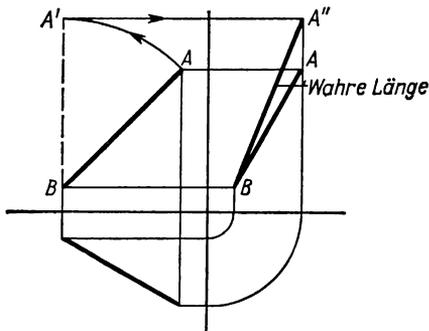


Bild 189. Wahre Länge in die Seitenansicht gelegt

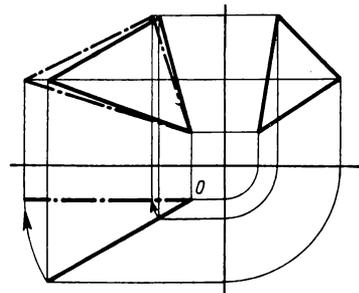


Bild 190. Konstruktion der wahren Größe einer Dreieckfläche

Ein weiteres Verfahren zur Konstruktion der wahren Größe einer Fläche ist im Bild 192 dargestellt. Hier wird parallel zu der senkrecht zur Zeichenebene liegenden Fläche eine Hilfsebene gezogen. Von dieser Hilfsebene werden die Abstände von der Projektionsebene zu den Punkten A', B, C und D angetragen. Die so gefundenen Punkte A', B', C' und D' ergeben die wahre Größe der Schnittfläche; im Bild mit Strichpunktlinie dargestellt.

Bild 193 zeigt einen schräg abgeschnittenen Kegel. Von der Schnittfläche soll die wahre Größe ermittelt werden. Zuerst ist die Draufsicht in 12 gleiche Teile zu teilen und diese in die Vorderansicht zu projizieren. Die so in der Vorderansicht an der Schnittfläche gefundenen Schnittpunkte ergeben die Durchmesser d_0 bis d_6 , die in die Draufsicht zu übertragen sind. Hier findet man mit den Strahlen 0 bis 6 die Schnittpunkte P_0 bis P_6 , die verbunden die Schnittfläche in der Draufsicht ergeben.

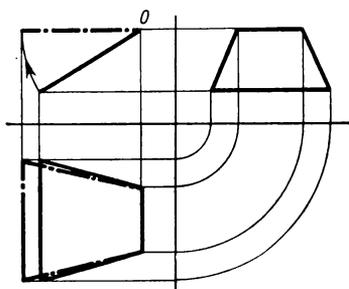


Bild 191. Konstruktion der wahren Größe einer Trapezfläche

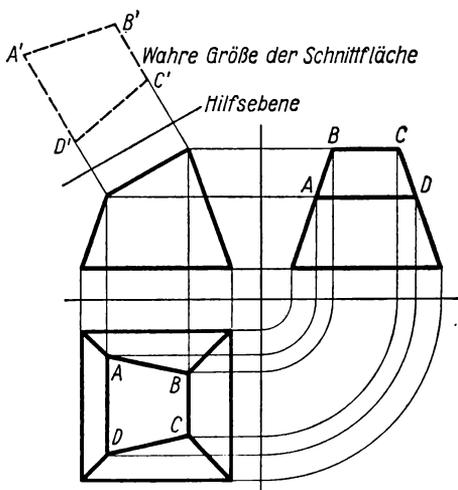


Bild 192. Konstruktion der wahren Größe einer Schnittfläche (Pyramide)

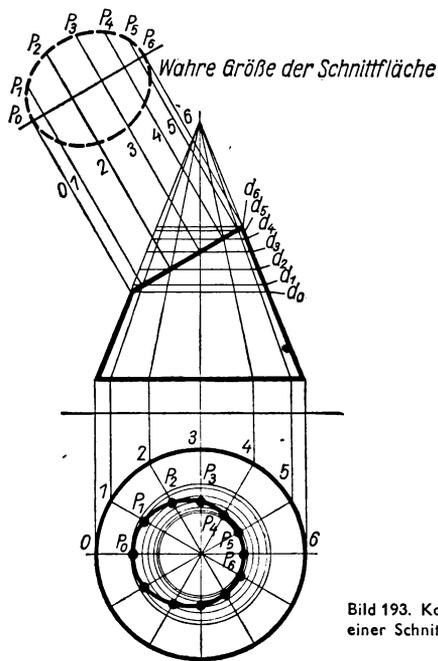


Bild 193. Konstruktion der wahren Größe einer Schnittfläche (Kegel)

In der Vorderansicht wird wiederum parallel zur Schnittfläche, die senkrecht zur Zeichenebene steht, eine Hilfsebene gezogen. Von dieser werden auf den projizierten Strahlen der Schnittfläche die aus der Draufsicht abgenommenen Abstände P_0 bis P_6 beiderseitig angetragen. Die so gefundenen Punkte ergeben verbunden die wahre Größe der Schnittfläche, die im Bild mit Strichlinie dargestellt ist.

7.4.3. Darstellung der wahren Winkel

Darstellung der wahren Winkel siehe Abschnitt 7.1.2.

7.5. Durchdringungen

Durchdringungen begegnen uns beim technischen Zeichnen in den vielfältigsten Arten. Dabei ist es gleichgültig, um welche Werkstücke, Halbzeuge und Werkstoffe es sich handelt. Die bisher unter dem Abschnitt 7. beschriebenen Punkte stellen schon Grundlagen für die Durchdringungen dar.

Beachte: Die Lösung der Durchdringungsaufgaben erreicht man dadurch, daß durch den Körper Hilfsebenen oder Hilfsschnitte gelegt werden. Betrachtet man die in der Technik am häufigsten vorkommenden Durchdringungen, so können diese wie folgt unterschieden werden:

- a) eine Gerade durchdringt eine ebene Fläche;
- b) eine Ebene durchdringt eine ebene Fläche;
- c) eine Gerade durchdringt eine gekrümmte Fläche;
- d) eine Ebene durchdringt eine gekrümmte Fläche.

Hiervon können wiederum unterteilt werden:

- e) einseitige Durchdringungen;
- f) zweiseitige Durchdringungen;
- g) teilweise Durchdringungen;

Zu a) Wie Bild 194 zeigt, erhält man bei der Durchdringung einer Geraden durch eine Fläche einen Durchdringungspunkt. Dabei kann dieser Durchdringungspunkt je nach der Lage der Geraden und der Fläche an jeder Stelle auftreten. Wie man den Durchdringungspunkt findet, ist in Bild 201 dargestellt.

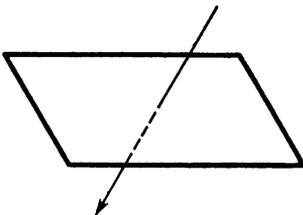


Bild 194. Eine Gerade durchdringt eine ebene Fläche

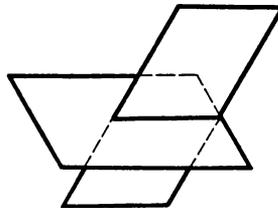


Bild 195. Eine Ebene durchdringt eine ebene Fläche

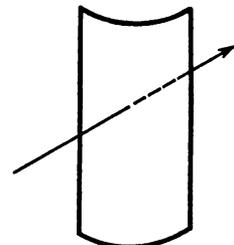


Bild 196. Eine Gerade durchdringt eine gekrümmte Fläche

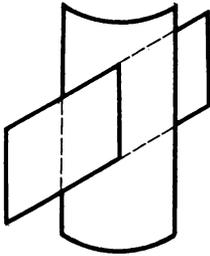


Bild 197. Eine Ebene durchdringt eine gekrümmte Fläche

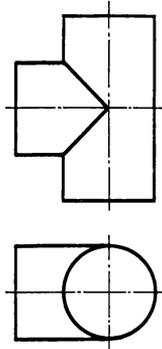


Bild 198. Einseitige Durchdringung

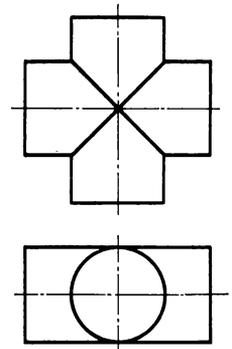


Bild 199. Zweiseitige Durchdringung

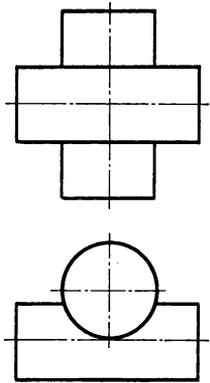


Bild 200. Teilweise Durchdringung

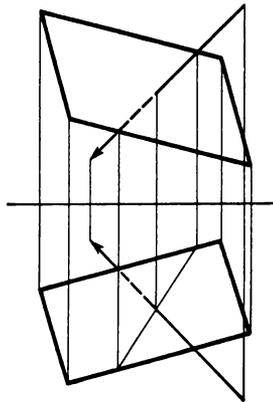


Bild 201. Eine Gerade durchdringt eine Ebene

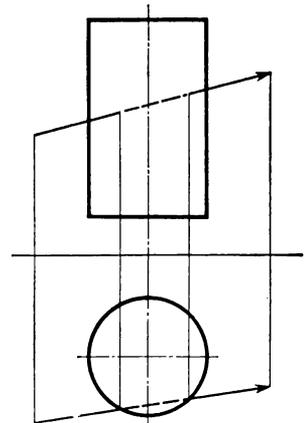


Bild 202. Eine Gerade durchdringt einen Zylinder

Zu b) Dringt eine Ebene durch eine andere Ebene, wie Bild 195 zeigt, erhält man eine Durchdringungskante. Die Konstruktion dieser Durchdringungskante ist bei den Durchdringungen der Körper dargestellt.

Zu c) Durchdringt eine Gerade eine gekrümmte Fläche, wie Bild 196 zeigt, so erhält man wiederum einen Durchdringungspunkt.

Zu d) Wie Bild 197 zeigt, erhält man bei der Durchdringung einer Ebene bei einer gekrümmten Fläche eine Durchdringungskante, wobei bei Neigung der Ebene die Durchdringungskante zu einer Kurve wird. Oftmals erhält man dadurch als Durchdringungskurve Ellipsen, Hyperbeln, Parabeln, Kreise usw.

Zu e) Bild 198 zeigt eine einseitige Durchdringung, wobei nur die eine Seite des Körpers Durchdringungskanten oder -kurven erhält.

Zu f) Bild 199 zeigt eine zweiseitige Durchdringung, wobei beide Seiten des Körpers Durchdringungskanten oder -kurven erhalten.

Zu g) Bild 200 zeigt eine teilweise Durchdringung. Hierbei werden sich die durchdringenden Körper nur zu einem Teil schneiden.

Eine Gerade durchdringt eine Ebene. Der Durchdringungspunkt ist festzulegen (Bild 201)

Legt man in der Vorderansicht durch die gegebene Ebene einen Schnitt, der längs der Geraden liegt und auf der Zeichenoberfläche der Vorderansicht senkrecht steht, deckt sich dieser mit der Geraden und liegt somit hinter ihr, ist also unsichtbar. Lotet man nun die einzelnen Punkte, wie in Bild 201 dargestellt, in die Draufsicht, so ergeben sich dort die Gerade und der Durchdringungspunkt.

Eine Gerade durchdringt einen senkrechten Zylinder. Die Durchdringungspunkte sind festzulegen (Bild 202)

Werden die einzelnen Punkte der Geraden von der Vorderansicht in die Draufsicht gelotet, wie in Bild 202 dargestellt, erhält man wiederum die Durchdringungspunkte. Weitere Durchdringungen einer Geraden sind in den Bildern 203 und 204 dargestellt. Das Finden der einzelnen Punkte ist aus den Bildern ersichtlich.

Schiefwinklige Durchdringung einer Rechtecksäule durch Sechsecksäule (Bild 205)

Bei Durchdringungen von Körpern ist es oftmals nötig, drei Ansichten zu zeichnen. Es entstehen dadurch stets Durchdringungskanten.

Wie Bild 205 zeigt, ergeben sich durch Projektion in den Ansichten die Durchdringungskanten. Zum leichteren Verständnis ist es zweckmäßig, die einzelnen Kanten mit Zahlen in den jeweiligen Ansichten zu versehen. Die Projektionslinien der Körper sind zwecks Übersichtlichkeit im Bild weggelassen. Da die Sechsecksäule senkrecht steht, erübrigen sich hier Hilfsschnitte.

Schiefwinklige Durchdringung einer geneigten Rechtecksäule durch Sechsecksäule (Bild 206)

Auch hier zeigt Bild 206 durch Projektion in den jeweiligen Ansichten die Durchdringungskanten, wobei die Ausführungen von Bild 205 zutreffen.

Um Zeichenarbeit zu erleichtern, sind zunächst alle Linien dünn zu zeichnen und erst nach Festlegung der Durchdringungskanten auszuziehen.

Rechtwinklige Durchdringung zweier Zylinder (Bild 207)

Bild 207 zeigt die Durchdringung zweier Zylinder mit ungleichen Durchmessern. Zweckmäßig teilt man in der Draufsicht den Zylinder in mehrere Abschnitte (im Bild 4) und projiziert diese Schnittpunkte in Vorderansicht und Seitenansicht. Die so in der Seitenansicht gefundenen Schnittpunkte werden in die Vorderansicht projiziert und ergeben als Schnittpunkte die Punkte der Durchdringungskurve, die hier eine Hyperbel ergibt.

Rechtwinklige Durchdringung zweier Zylinder gleichen Durchmessers (Bild 208)

Bei Durchdringung von Zylindern gleichen Durchmessers entstehen, wie Bild 208 zeigt, die Durchdringungskurven als Gerade, die rechtwinklig auf dem Mittelpunkt stehen.

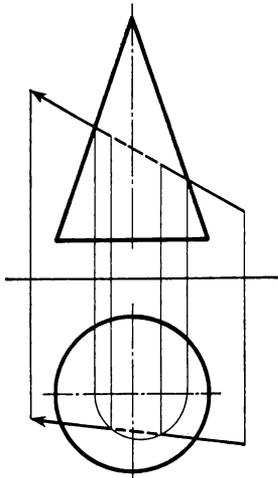


Bild 203. Eine Gerade durchdringt einen Kegel

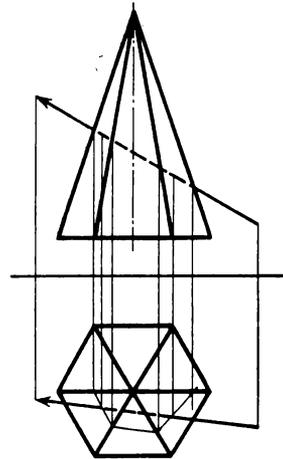


Bild 204. Eine Gerade durchdringt eine Pyramide

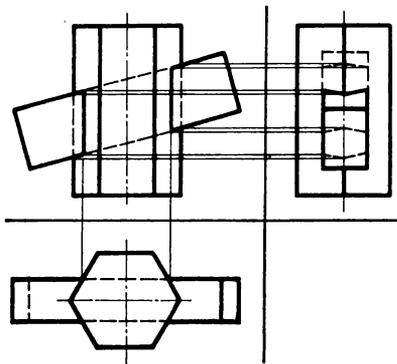


Bild 205. Schiefwinklige Durchdringung einer Rechtecksäule durch Sechsecksäule

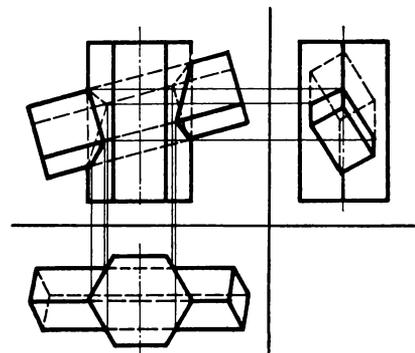


Bild 206. Schiefwinklige Durchdringung einer geneigten Rechtecksäule durch Sechsecksäule

Schiefwinklige Durchdringung zweier Zylinder (Bild 209)

Hierbei ist es zweckmäßig, den Durchmesser des kleinen Zylinders in mehrere gleiche Abschnitte zu teilen (im Bild 12). Die Projektion der Schnittebene von Vorderansicht und Draufsicht ergeben Schnittpunkte, die, miteinander verbunden, die Durchdringungskurve darstellen, wie Bild 209 zeigt.

Schiefwinklige, versetzte Durchdringung zweier Zylinder (Bild 210)

Auch hier geht man wieder von der Teilung des kleinen Zylinders in mehrere Abschnitte aus. Ebenso wie bei Bild 209 erhält man durch die Projektion der Schnittebene die Durch-

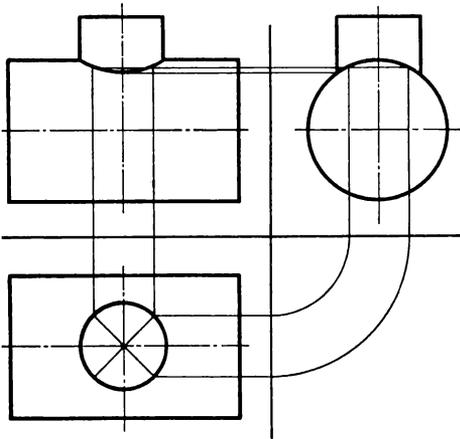


Bild 207. Rechtwinklige Durchdringung zweier Zylinder

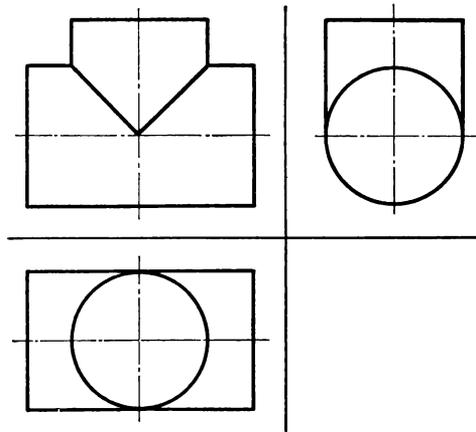


Bild 208. Rechtwinklige Durchdringung zweier Zylinder gleichen Durchmessers

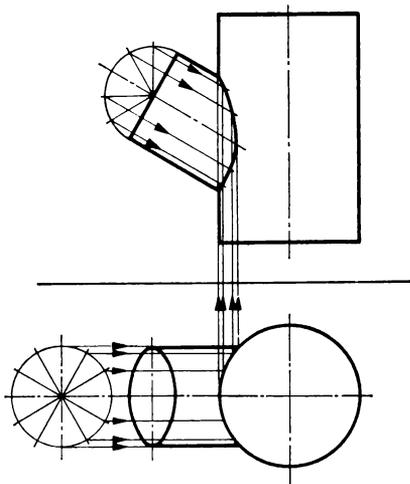


Bild 209. Schiefwinklige Durchdringung zweier Zylinder

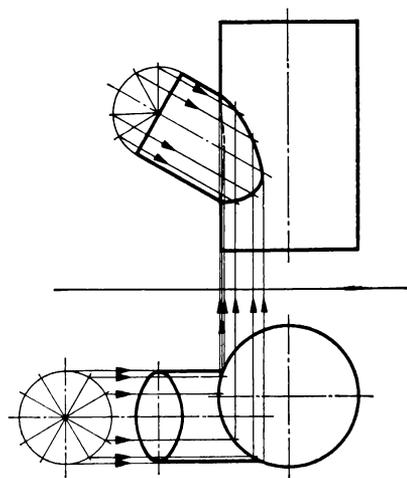


Bild 210. Schiefwinklige, versetzte Durchdringung zweier Zylinder

dringungskurve, wie Bild 210 zeigt. Da die Achsen der beiden Zylinder in verschiedenen Ebenen liegen, sind die Durchdringungskurven nicht symmetrisch.

Rechtwinklige Durchdringung einer Rechtecksäule durch Zylinder (Bild 211)

Wie Bild 211 zeigt, erhält man durch Projektion verschiedener Hilfsschnitte die Punkte der Durchdringungskurve, die jeweils einen Teil einer Ellipse darstellt. Die Anzahl der Hilfsschnitte ist nach Zweckmäßigkeit festzulegen.

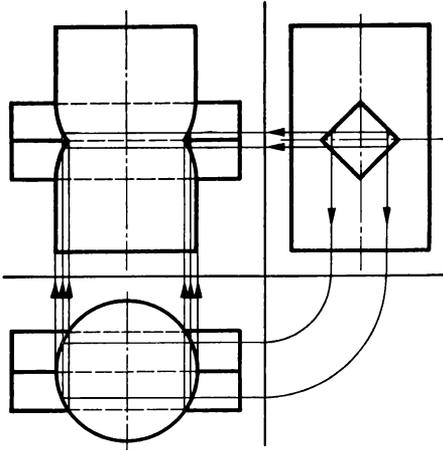


Bild 211. Rechtwinklige Durchdringung einer Rechthcksäule durch Zylinder

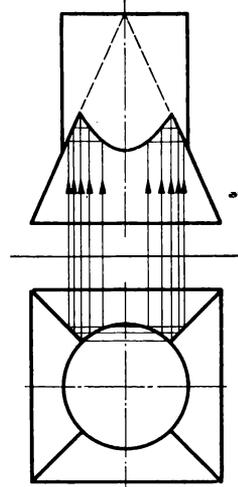


Bild 212. Durchdringung eines Zylinders mit Pyramide

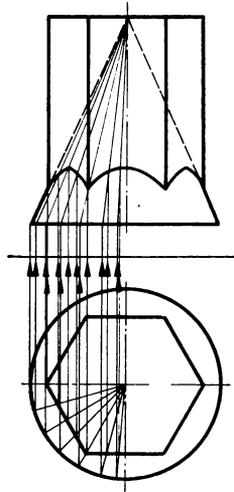


Bild 213. Durchdringung einer Rechthcksäule mit Kegel

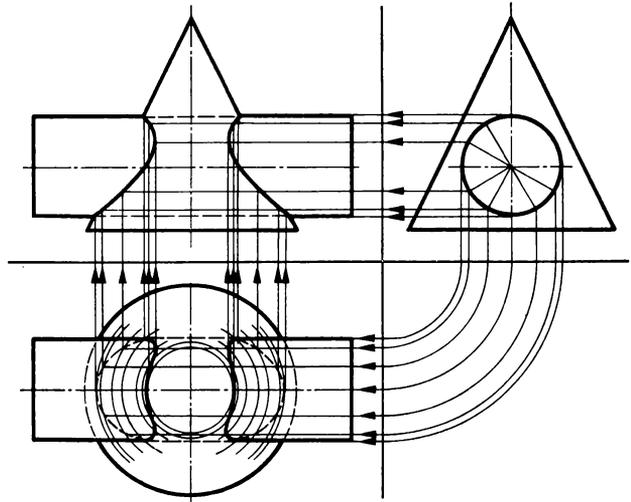


Bild 214. Rechtwinklige Durchdringung eines Zylinders durch Kegel

Durchdringung eines Zylinders mit Pyramide (Bild 212)

Bei dieser Konstruktion der Durchdringungskurve ist nur die Vorderansicht und Draufsicht notwendig. Auch hier werden durch Hilfsschnitte, wie in Bild 212 dargestellt, die Durchdringungskurven gefunden, die wiederum Teile einer Ellipse sind.

Durchdringung einer Rechtecksäule mit Kegel (Bild 213)

Im Gegensatz zu Bild 212 sind hier die Hilfsschnitte an der Mantelfläche festgelegt. Wie Bild 213 zeigt, werden die Punkte der Durchdringungskurve durch die Projektion der einzelnen Schnittpunkte von Vorderansicht und Draufsicht festgelegt.

Rechtwinklige Durchdringung eines Zylinders durch Kegel (Bild 214)

Durch Legen von Hilfsschnitten parallel zur Kegelrundfläche und zur Achse des Zylinders und Projektion der Schnittpunkte erhält man die Durchdringungskurven, die hier Hyperbeln darstellen (Bild 214).

Wenn bisher die Durchdringungskurven durch Hilfsschnitte gefunden wurden, wird auch oft die Hilfskugelkonstruktion angewendet. Vorteilhaft ist hierbei, daß nur eine Ansicht notwendig ist. Die Hilfskugelkonstruktion läßt sich bei allen Durchdringungen von Drehkörpern anwenden, wenn deren Achsen in der gleichen Ebene liegen. Im Schnittpunkt der Körperachse liegt hierbei stets der Mittelpunkt der Hilfskugel. Daraus ergibt sich, daß alle

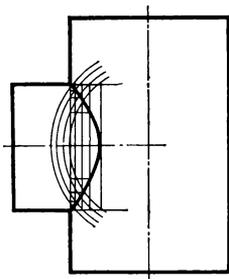


Bild 215. Rechtwinklige Durchdringung zweier Zylinder (Hilfskugelkonstruktion)

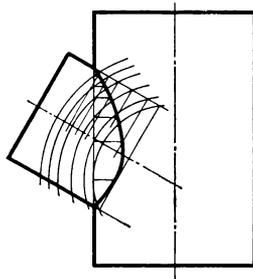


Bild 216. Schiefwinklige Durchdringung zweier Zylinder (Hilfskugelkonstruktion)

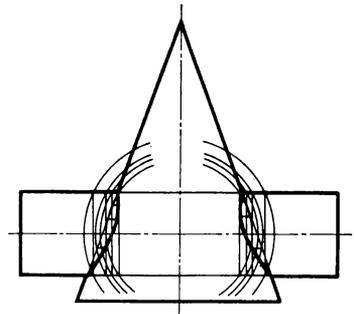


Bild 217. Rechtwinklige Durchdringung eines Zylinders durch Kegel (Hilfskugelkonstruktion)

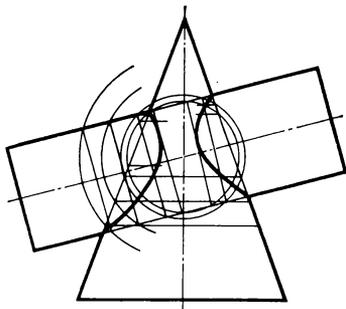


Bild 218. Schiefwinklige Durchdringung eines Zylinders durch Kegel (Hilfskugelkonstruktion)

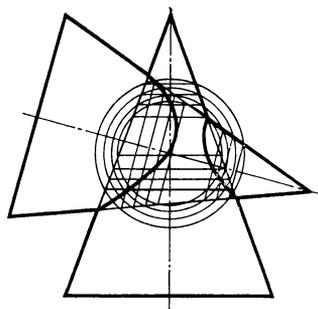


Bild 219. Schiefwinklige Durchdringung zweier Kegel (Hilfskugelkonstruktion)

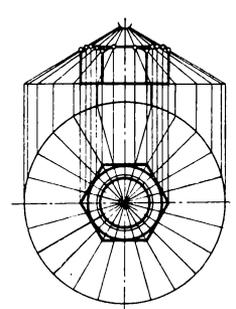


Bild 220. Verschneidelinie an Sechskantmutter

Drehkörper von einer Kugel in Kreisen geschnitten werden. Bei achsenparalleler Lage der Drehkörper bilden die Kreise gerade Linien.

Allgemein ist zu sagen, daß durch die Hilfskugelkonstruktion wertvolle Zeichenarbeit eingespart wird.

Rechtwinklige Durchdringung zweier Zylinder (Hilfskonstruktion Bild 215)

Wie im Bild 215 dargestellt, werden durch die Seitenkanten der Zylinder Kreisbogen gezogen. Von den Schnittpunkten der Kreisbogen werden Verbindungslinien gezogen, deren Schnittpunkte Punkte der Durchdringungskurve sind. Der Mittelpunkt der Hilfskugeln liegt stets im Schnittpunkt der Körperachsen.

Schiefwinklige Durchdringung zweier Zylinder (Hilfskonstruktion Bild 216)

Ebenfalls wie im vorangegangenen Bild werden hier mittels Hilfskugeln Schnitte die Punkte der Durchdringungskurve festgelegt.

Weitere Beispiele der Hilfskugelkonstruktion zeigen die Bilder 217, 218 und 219.

7.6. Durchdringungen – Anwendung

Durchdringungen als Verschneidelinien treten in der Praxis in den vielfältigsten Formen auf. Zur Vereinfachung der Zeichenarbeit werden dafür die verschiedensten Schablonen und Hilfsmittel angewendet, um zeitraubende Konstruktionen dieser Kurven zu vermeiden.

Bilder 220...223 zeigen einige Teile, an denen die Verschneidelinien konstruktionsmäßig dargestellt werden.

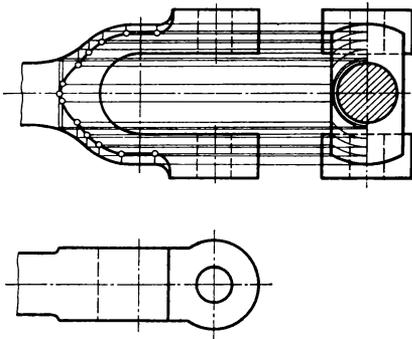


Bild 221. Verschneidelinie an Stangenkopf

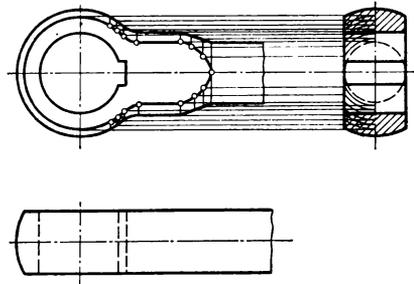


Bild 222. Verschneidelinie an Stangenkopf

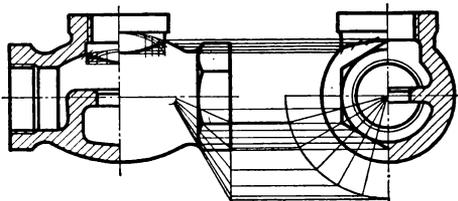


Bild 223. Verschneidelinie an Ventilgehäuse

8. Einfache Darstellungen

8.1. Die Ansichten

Da die Zeichenfläche nur zwei Ausdehnungen, die Länge und die Breite hat, muß man die Körper, um sie einwandfrei darstellen zu können, in verschiedenen Ansichten zeichnen. Nach TGL 9727, Bl. 1, ist die Anordnung der Ansichten festgelegt, um in jedem Falle übereinstimmende Verhältnisse zu erhalten.

Bild 224 zeigt die Anordnung der Ansichten. Für die Anordnung der Draufsicht (Grundriß), der Untersicht, der Seitenansicht und der Rückansicht gilt die Regel, daß jeder Gegenstand nach den durch Bild 224 festgelegten Grundsätzen abzubilden ist (ISO-Methode E)¹. Die in den jeweiligen Ansichten angegebenen Zahlen stellen die im Prisma angegebenen Ecken dar.

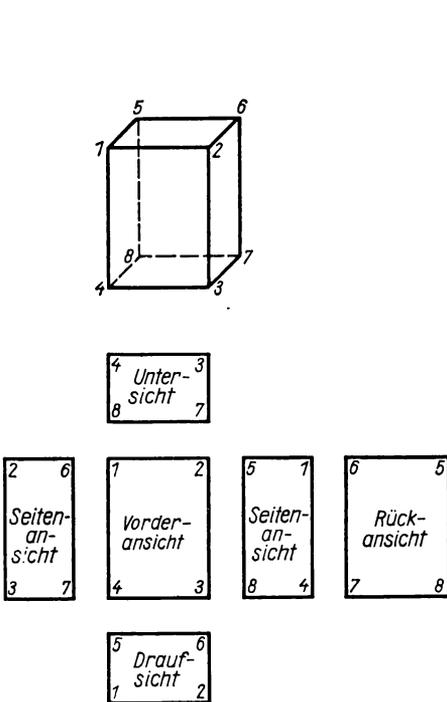


Bild 224. Anordnung der Ansichten

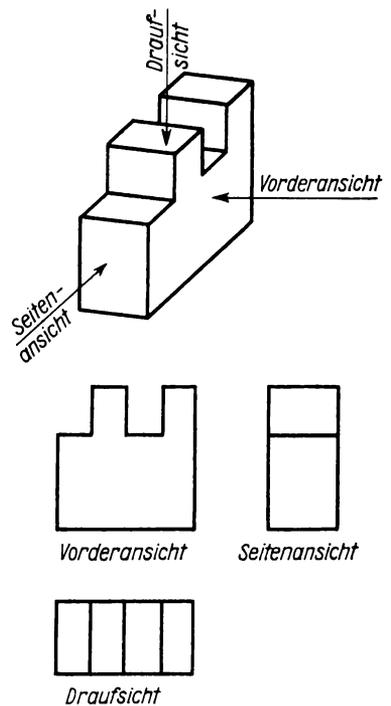


Bild 225. Darstellung der Vorderansicht, Seitenansicht und Draufsicht

¹) Daneben gibt es die sogenannte amerikanische Projektion (ISO-Methode A), bei der die Ansichten der Gegenstände anders projiziert werden (ISO = International Organization for Standardization).

Erfahrungsgemäß werden bei der Darstellung von Gegenständen die Vorderansicht, die Seitenansicht und die Draufsicht angewendet.

Die Ansichten werden demnach jeweils vom Blickpunkt auf die Zeichenebene gebracht.

In Bild 225 sind nochmals vom Blickpunkt und auf der Zeichenebene Vorderansicht, Seitenansicht und Draufsicht dargestellt.

Muß aus zwingenden Gründen von der vorher beschriebenen Regel der Darstellung der Ansichten abgewichen werden, so wird die Blickrichtung zu der darzustellenden Ansicht mit einem Großbuchstaben und Pfeil angegeben (Bild 226). Über die betreffende Darstellung der Ansicht ist dann zu setzen z. B. „Ansicht X“. Für die Buchstaben dieser Ansichten sind die letzten des Alphabets zu bevorzugen.

In den meisten Fällen genügt die Darstellung der Vorderansicht, der Draufsicht und der Seitenansicht, um den Gegenstand eindeutig zu erkennen und zu bemaßen. Als Vorderansicht ist unter Berücksichtigung der Gebrauchs- oder Fertigungsanlage die Ansicht zu wählen, die an Form und Abmessungen des Gegenstandes möglichst viel ausdrückt. Maßgebend für die Wahl können auch vorteilhafte Ausnutzung der Zeichenfläche und Vereinfachung beim Zeichnen der Draufsicht, Seitenansicht usw. sein. Ist der Gegenstand durch die Vorderansicht oder zwei Ansichten ausreichend festgelegt, können die anderen Ansichten entfallen.

8.2. Körperdarstellungen

Als Grundbestandteile der Lehre vom Raum, auf der alle Körperdarstellungen aufbauen, sind Punkt, Linie, Winkel, Fläche und Körper zu nennen.

Da der Punkt keine Ausdehnung in Länge, Breite und Höhe hat, ist er schwer vorstellbar. In Zeichnungen wird er durch das Schneiden von Linien (Bild 227) oder durch einen kleinen Kreis, wie z. B. beim Einstichpunkt bei Angabe des Halbmessers (Bild 228) dargestellt.

Die Linie entsteht, wenn ein Punkt fortbewegt wird. Sie hat nur eine Dimension, die Länge. Da die Länge keinen Anfang und kein Ende besitzt, ist sie unendlich lang.

Aus der Linie gehen die Gerade, die Strecke und der Strahl hervor. Die Gerade (Bild 229) verläuft im Gegensatz zu der Linie, die auch gekrümmt sein kann, in einer geraden Rich-

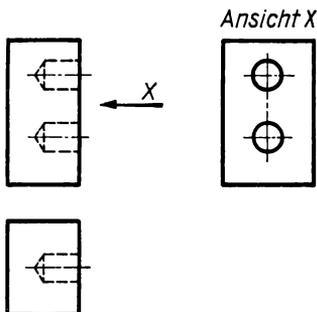


Bild 226. Darstellung einer gegebenen Ansicht

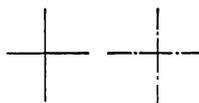


Bild 227. Darstellung eines Punktes durch Linienkreuz

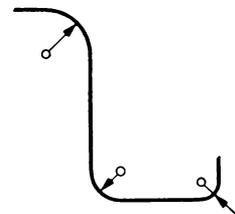


Bild 228. Darstellung des Punktes durch Kreise



Bild 229. Darstellung einer Geraden



Bild 230. Darstellung einer Strecke



Bild 231. Darstellung eines Strahles

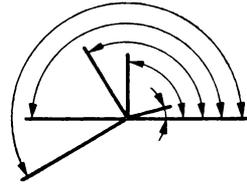


Bild 232. Darstellung der Winkel

tung. Die Strecke (Bild 230) ist nach beiden Seiten begrenzt, der Strahl (Bild 231) nach einer Seite.

Den Richtungsunterschied zweier sich kreuzender Geraden stellt der Winkel dar. Dabei ist es gleichgültig, ob es sich um einen spitzen, rechten, stumpfen, gestreckten oder erhabenen Winkel handelt (Bild 232).

Eine Fläche umfaßt zwei Dimensionen, Länge und Breite. Die Form der Fläche kann recht verschieden sein. Hierbei unterscheidet man regelmäßige (z. B. Quadrat usw.) und unregelmäßige Flächen (z. B. Oberfläche eines Sees, Diagramm usw.).

Der Körper wird durch die drei Dimensionen der Länge, Breite und Höhe dargestellt, wobei wiederum die Körper in allen Formen nach bestimmten Regeln oder regellos vorkommen.

8.2.1. Rechteck -(Prisma), Dreikant-, Sechskantsäulen

Die Rechtecksäule ist neben der Rundsäule der in der Technik am meisten vorkommende Körper. Man trifft ihn bei Stabmaterial aller Werkstoffe sowie einfachen Maschinenteilen und anderen Teilen. Diese Form läßt sich recht leicht herstellen, und es bedarf dazu keinerlei komplizierter Werkzeuge, Werkzeugmaschinen usw. Die Darstellung des Prismas zeigt Bild 224. Die Abwicklung ist in Bild 182 zu sehen.

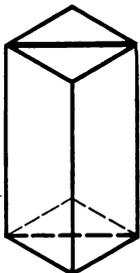
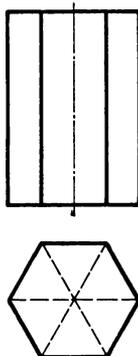
Bild 233. Dreikantsäulen
als Vierkantsäule

Bild 234. Sechskantsäule

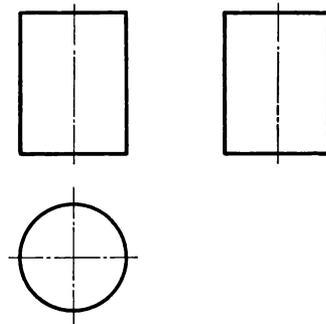


Bild 235. Darstellung eines Zylinders

Weitere Ecksäulen finden wir in den Prismen mit Sechskant-, Dreikantquerschnitt und ähnlichen. Wird eine Vierkantsäule geteilt, erhält man die Dreikantsäule (Bild 223). Daraus wiederum läßt sich die Sechskantsäule aufbauen (Bild 234).

Auf dieser Grundlage lassen sich die verschiedensten Querschnitte zusammenstellen. Die Abwicklungen sind analog der Vierkantsäule durchzuführen.

8.2.2. Zylinder

Ebenso wie die Rechtecksäule ist der Zylinder eine der häufigsten Körperformen in der Technik. Diese Form läßt sich wiederum recht leicht herstellen. Als gutes Beispiel läßt sich die Bearbeitung der Werkstücke auf der Drehmaschine anführen. Weiterhin begegnet uns die zylindrische Form bei Rundstahl, Draht, Stiften, Röhren u. ä.

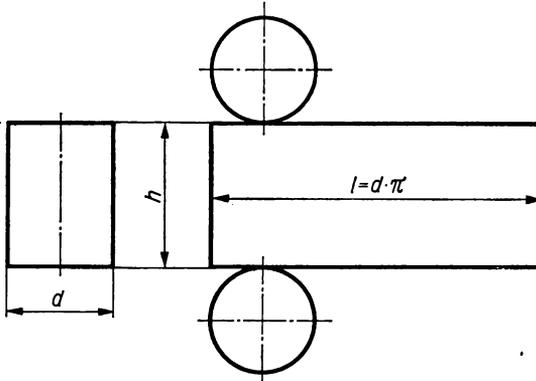


Bild 236. Abwicklung eines Zylinders

Betrachtet man die Darstellung des Zylinders, so kann man feststellen, daß dieser nur zwei Kanten hat. Daraus ergibt sich als Vorderansicht des Zylinders ein Rechteck. Die Draufsicht bildet einen Kreis (Bild 235).

Sehr leicht läßt sich vom Zylinder die Abwicklung darstellen (s. auch Bild 181). Bei dieser Abwicklung des Zylindermantels entsteht ein Rechteck, dessen Breite der Zylinderhöhe entspricht und dessen Länge gleich dem Umfang $d \cdot \pi$ ist. Als Deckflächen sind noch die Kreise der Draufsicht und der Untersicht anzutragen (Bild 236).

Zylinderschnitte

Bei der Konstruktion von Maschinenteilen werden Zylinder häufig geschnitten:

- a) Querschnitt (Bild 237)
- b) Längsschnitt (Bild 238)
- c) Schrägschnitt (Bild 239)

Zu a) Beim Querschnitt wird der Zylinder senkrecht zur Achse geschnitten. Die Schnittfläche ergibt somit einen Kreis, wie Bild 237 zeigt.

Zu b) Schneidet man den Zylinder längs zur Achse, wird als Schnittfläche ein Rechteck erzeugt, wie Bild 238 zeigt. Die Draufsicht wird ein Halbkreis.

Zu c) Nach Bild 239 erhält man durch den Schrägschnitt als Schnittfläche eine Ellipse. Die Abbildung eines schräg abgeschnittenen Zylinders stellt Bild 185 dar.

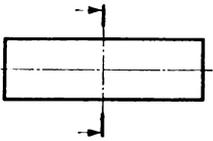


Bild 237. Querschnitt eines Zylinders

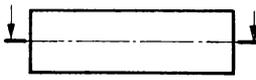


Bild 238. Längsschnitt eines Zylinders

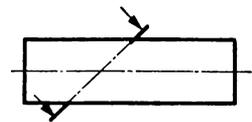
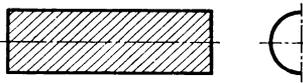


Bild 239. Schrägschnitt eines Zylinders



8.2.3. Pyramide

Als Ausgangspunkt der Pyramide dient die Grundfläche, von der alle Kanten nach dem im Raum liegenden Mittelpunkt laufen. Dabei ist es gleichgültig, ob die Grundfläche ein Dreieck, Viereck, Fünfeck, Sechseck usw. bildet. Man spricht dann von einer Dreikant-, Vierkant-, Fünfkant- oder Sechskantpyramide (Bild 240). Steht die Spitze senkrecht über der Grundflächenmitte, so ist es eine gerade, liegt sie außerhalb dieser Mitte, ist es eine schiefe Pyramide (Bild 241).



Bild 240. Verschiedene Pyramiden

Bild 241. Gerade und schiefe Pyramiden

Abwicklung der Pyramide

Bei der geraden Pyramide läßt sich die Abwicklung relativ leicht herstellen. Nimmt man die wahre Länge einer Pyramidenkante, so müssen die Ecken der Grundfläche auf einem gemeinsamen Kreis liegen (Bild 242).

Die wahre Länge wird gefunden, wie im Abschnitt 7.4. beschrieben, wenn eine Kante parallel zur Zeichenebene gelegt wird. Wie Bild 242 zeigt, wird eine Kante der Draufsicht um 45° in die Zeichenebene gedreht und in die Vorderansicht projiziert. Die nun gefundene Kante ist die wahre Länge und somit der Halbmesser für den Kreis der Abwicklung. Entsprechend der vorher beschriebenen Verfahrensweise werden auch Pyramiden mit anderen Grundflächen abgewickelt.

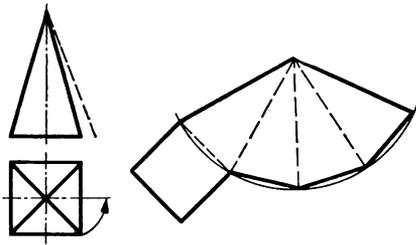


Bild 242. Wahre Länge einer Pyramidenkante und Abwicklung einer Vierkantpyramide

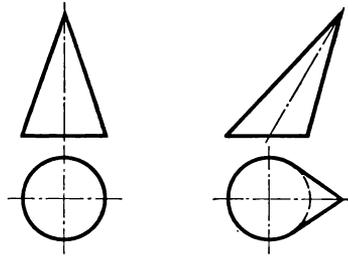


Bild 243. Gerader und schiefer Kegel

8.2.4. Kegel

Rotiert ein rechtwinkliges Dreieck um die große Kathete, so ergibt sich ein Kegel. Die Vorderansicht ist ein gleichschenkliges Dreieck, die Draufsicht ein Kreis. Auch hier wird, wie bei der Pyramide, der gerade und der schiefe Kegel unterschieden (Bild 243).

Abwicklung des Kegels

Wird ein gerader Kegel abgewickelt, so stellt der Kegelmantel einen Kreisbogen dar. Die Kreisbogenlänge ergibt sich aus dem Umfang der Grundfläche. Diese Länge findet man dadurch, daß der Grundkreis in eine Anzahl gleicher Teile zerlegt wird und diese in der gleichen Zahl auf dem Kreisbogen abgetragen werden (Bild 244).

Kegelschnitte

Bedeutsam beim Kegel sind die verschiedenen Schnitte. Die wichtigsten sind:

- a) rechtwinklig zur Achse,
- b) schräg durch den Kegel,
- c) gleichlaufend zu einer beliebigen Mantellinie,
- d) parallel zur Achse,
- e) durch die Achse.

Zu a) Schneidet man einen Kegel senkrecht zu dessen Achse, so entsteht als Schnittfläche ein Kreis (Bild 245). Dabei ist der Abstand des Schnittes von der Grundfläche ohne Einfluß. Die Darstellung dieses Schnittes ist ohne Mühe durchzuführen.



Bild 244. Abwicklung des geraden Kegels

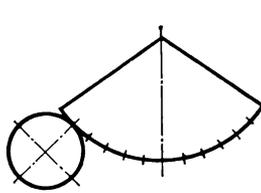


Bild 245. Schnitt durch Kegel rechtwinklig zur Achse, Schnittfläche Kreis

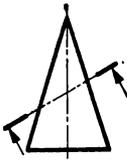


Bild 246. Schnitt schräg durch den Kegel, Schnittfläche Ellipse

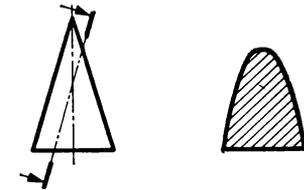


Bild 247. Schnitt gleichlaufend zu einer beliebigen Mantellinie, Schnittfläche Parabel

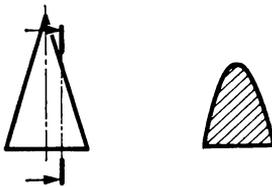


Bild 248. Schnitt durch den Kegel parallel zur Achse, Schnittfläche Hyperbel

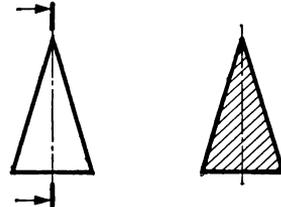


Bild 249. Schnitt durch die Achse des Kegels, Schnittfläche Dreieck

Zu b) Wird ein Schnitt schräg durch den Kegel gelegt, wie Bild 246 zeigt, erhält man als Schnittfläche eine Ellipse. Durch Veränderung des Winkels des Schnittes bleibt stets als Schnittfläche eine Ellipse, nur wird sie dadurch länger bzw. kürzer.

Die Konstruktion der Ellipse der Schnittfläche ist in Bild 193 dargestellt.

Zu c) Geht der Schnittverlauf gleichlaufend zu einer Mantellinie, so ergibt die Schnittfläche eine Parabel (Bild 247). Auch diese wird nach der Lage des Schnittes größer bzw. kleiner. Die Konstruktion der Parabel ist in den Bildern 106 und 107 dargestellt.

Zu d) Legt man den Schnitt parallel zur Achse des Kegels, ergibt die Schnittfläche eine Hyperbel (Bild 248). Nach der Lage des Schnittes (Abstand von der Achse des Kegels) wird die Hyperbel ebenfalls größer bzw. kleiner.

Die Konstruktion der Hyperbel ist in den Bildern 112 und 113 dargestellt.

Zu e) Wird der Schnitt parallel zur Achse in die Achse verschoben, ergibt die Schnittfläche ein Dreieck (Bild 249). Dieses Dreieck hat die gleichen Abmessungen wie die Vorder- oder Seitenansicht.

8.2.5. Kugel

Wird ein Kreis oder ein Halbkreis um die Mittellinie gedreht, beschreibt die Außenkante eine Kugel. Sie ist der geometrische Ort einer geschlossenen Fläche, deren Punkte vom Mittelpunkt gleichen Abstand haben (Bild 250).

Bei der Darstellung genügen Vorderansicht und Draufsicht oder Seitenansicht, um sie eindeutig zu bestimmen, da die Projektion jeweils einen Kreis ergibt. Meist stellt man nur eine Ansicht dar und gibt die Kugelform bei der Maßangabe an (Bild 251).

Legt man einen Schnitt durch die Kugel, so ergibt die Schnittfläche in jedem Falle einen Kreis (Bild 252). Dabei ist die Lage des Schnittes beliebig.

Schneidet man von der Kugel einen Teil ab, so ergibt sich eine Kugelkappe oder Kalotte (Bild 253).

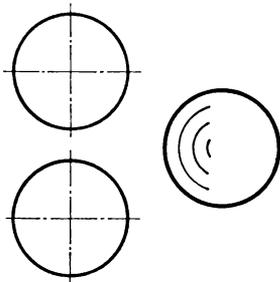


Bild 250. Darstellung der Kugel

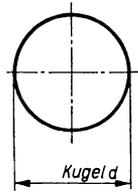


Bild 251. Darstellung der Kugel durch eine Ansicht

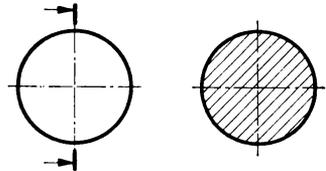


Bild 252. Schnittfläche der Kugel

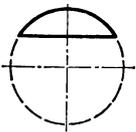


Bild 253. Kugelkappe oder Kalotte

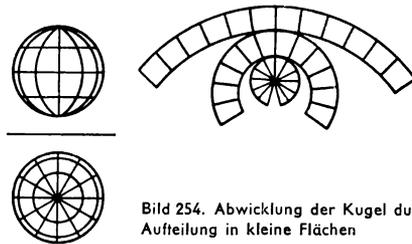


Bild 254. Abwicklung der Kugel durch Aufteilung in kleine Flächen

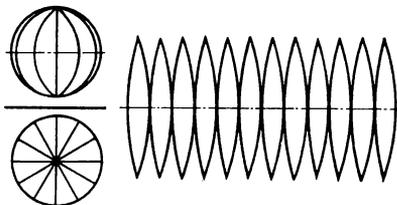


Bild 255. Abwicklung der Kugel durch Aufteilung in Längsschnitte

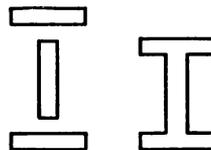


Bild 256. Doppel-T-Querschnitt, in Rechtecke aufgeteilt

Abwicklung der Kugel

Die Abwicklung der Kugel läßt sich nur angenähert darstellen, da ihre Fläche allseitig gekrümmt ist. Zweckmäßig wird bei der Abwicklung die Oberfläche in relativ kleine Flächen eingeteilt. Je kleiner die Flächen gewählt werden, desto genauer ist die Abwicklung. In der Praxis werden je nach Zweckmäßigkeit zwei Verfahren zur Abwicklung der Kugel angewendet. Bild 254 zeigt die Abwicklung, indem die Oberfläche in kleine Flächen eingeteilt und aufgezeichnet wird.

Bild 255 zeigt eine Abwicklung durch Längsschnitte.

8.3. Darstellung zusammengesetzter Körper

Da die anzufertigenden Werkstücke in den seltensten Fällen die vorher beschriebenen Grundkörper darstellen, sind diese gedanklich in die Grundkörper zu zerlegen. Dies läßt sich bei allen noch so komplizierten technischen Bauteilen durchführen. Diese Erkenntnis kann dem Zeichner beim Lesen und Anfertigen technischer Darstellungen die Arbeit wesentlich erleichtern, wenn er sein Vorstellungsvermögen schult.

Bild 256 zeigt den Doppel-T-Querschnitt. Dieser läßt sich leicht in drei Rechtecke zerlegen. In Bild 257 ist eine Senkschraube dargestellt. Diese kann in einen Kegelstumpf und einen Zylinder aufgeteilt werden.

Bilder 258...260 zeigen weitere Teile, die sich in einfache Grundkörper zerlegen lassen.

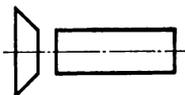
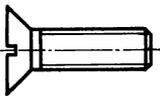


Bild 257. Senkschraube, in Kegelstumpf und Zylinder aufgeteilt

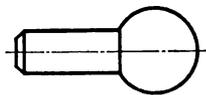


Bild 259. Kegeliger Gewindebolzen aus Kalotte, Kegelstumpf und Zylinder

Bild 258. Kugelbolzen aus Zylinder und Kugel

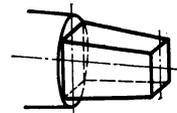


Bild 260. Anschlußstück aus Zylinder und Vierkantpyramidenstumpf

9. Zeichenregeln für Werkstattzeichnungen

9.1. Schnittdarstellungen

Bei der Darstellung von Werkstücken werden in der Regel die Ansichten nach Abschnitt 8.1. angewendet. Ist es jedoch nicht möglich, einen Gegenstand in dieser Darstellungsweise erschöpfend wiederzugeben, so bedient man sich der Schnittdarstellung. Die Schnittdarstellung wird vorwiegend bei Hohlkörpern bevorzugt.

Nach der Festlegung in TGL 9727, Bl. 1, ist ein Schnitt das gedachte Zerlegen eines Gegenstandes durch eine oder mehrere Ebenen rechtwinklig zur Zeichenebene. Im allgemeinen werden nach Umfang und Lage des Schnittes unterschieden:

- a) Vollschnitt (Bild 261),
- b) Halbschnitt (Bild 262),
- c) Teilschnitt (Bild 263).

Die in der Schnittebene liegende Fläche wird Schnittfläche genannt.

Schnittflächen werden mit dünnen Volllinien (s. auch Abschnitt 4.1. Linien) unter 45° zur Achse oder zu den Hauptumrissen schraffiert (Bild 261). Dabei ist der Abstand der Schraffurlinien zweckmäßig der Schnittflächengröße anzupassen. In besonderen Fällen können Schnittflächen nach Abschnitt 9.7. ausgeführt werden.

Zu a) Vollschnitt

Beim Vollschnitt wird der Gegenstand in der gesamten Fläche geschnitten (Bild 261). Werden einfache Teile geschnitten, sind keine weiteren Ansichten erforderlich. Vorteilhaft

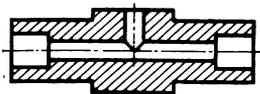


Bild 261. Vollschnitte

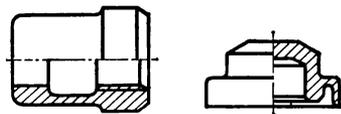
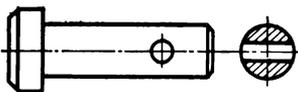


Bild 262. Halbschnitte

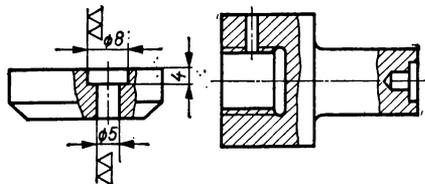
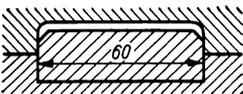


Bild 263. Teilschnitte, Ausbrüche

ist hierbei, daß die bei Ansichten gestrichelten Linien in der Schnittfläche voll zu ziehen sind. Dadurch wird die Zeichnung übersichtlicher und die Maßeintragung vorteilhafter.

Zu b) Halbschnitt

Soll bei Gegenständen gleichzeitig die innere und äußere Gestaltung gezeigt werden, wird der Halbschnitt angewendet (Bild 262). In diesem Falle wird das Teil nur bis zur Mittellinie geschnitten, wobei diese gleich als Schnittkante dient. Für die Halbschnittdarstellung sind jedoch nur symmetrische Teile, insbesondere Rundkörper, geeignet.

Merke:

Bei Teilen, die zur Hälfte im Schnitt, zur Hälfte in Ansicht dargestellt werden, ist der Schnitt in die untere Hälfte bei waagerechter Lage und in die rechte Hälfte bei senkrechter Stellung zu legen (Bild 262).

Zu c) Teilschnitt

Will man an einem Gegenstand nur teilweise den inneren Aufbau zeigen, so ist der Teilschnitt zweckmäßig. Es wird auch in ähnlichen Fällen vom Teilabschnitt oder Aufbruch gesprochen (Bild 263). Der Schnitverlauf eines Teilschnittes darf nicht mit einer Körperkante zusammenfallen. Er wird stets mit einer dünnen Freihandlinie begrenzt (Bild 263).

9.1.1. Schnitverlauf

In den meisten Fällen geht der Schnitt geradlinig, senkrecht oder waagrecht durch die Mittelachse des Werkstückes. Dieser Schnitt wird auch Symmetrieschnitt genannt (Bild 264). Hierbei ist eine Angabe des Schnitverlaufes nicht notwendig. Sind jedoch mehrere Schnitte, auch durch die Mittelachse, erforderlich, ist die Schnittangabe zum besseren Verständnis unerlässlich (Bild 265). Wird davon abgewichen, ist der Schnitverlauf anzugeben (Bild 266). Ist weiterhin der Schnitverlauf durch einen Körper nicht ohne weiteres ersichtlich, muß eine Kennzeichnung desselben erfolgen. Dabei ist die Schnittlinie durch eine dünne Strichpunktlinie, die an den Enden kurze, dicke Striche trägt, anzudeuten. Die Projektionsrichtung ist durch je einen Pfeil in der Mitte der kurzen, dicken Striche auszuweisen (Bild 267).

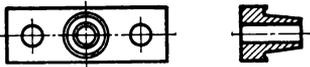


Bild 264. Schnitverlauf durch Mittelachse (Symmetrieschnitt)

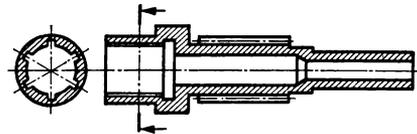


Bild 266. Schnitverlauf außerhalb der Mittelachse

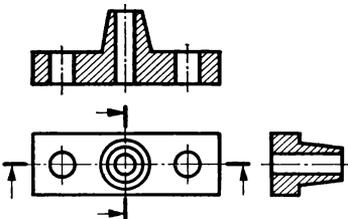


Bild 265. Schnitverlauf mehrerer Schnitte durch Mittelachse

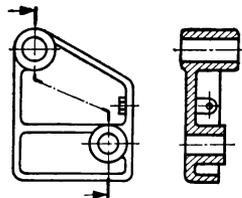


Bild 267. Schnitverlauf in verschiedenen Richtungen

Stehen zwei Schnittebenen in einem Winkel zueinander, so wird der Schnitt gezeichnet, als wenn die Schnittflächen in einer Ebene lägen, d. h., die Ebene des einen Schnittes wird in die Ebene des anderen geklappt (Bild 268).

Sind mehrere Schnitte durch einen Körper gelegt worden, oder muß ein Schnittverlauf besonders gekennzeichnet werden, so ist die Schnittlinie durch gleiche Großbuchstaben in unmittelbarer Nähe der Pfeile zu bezeichnen, so daß keine falsche Deutung oder Verwechslung möglich ist; dies trifft häufig zu, wenn mehrere Schnitte im gleichen Bild liegen. Schnittlinien mit mehreren Knicken sind außer an den Enden auch an den Knickstellen mit gleichen Großbuchstaben zu bezeichnen, wenn bei Nichtbezeichnung eine falsche Deutung möglich wäre (z. B. C—C). Die Schnittaufzählung ist in alphabetischer Reihenfolge durchzuführen (Bild 269). Bei vergrößert herausgezeichneten Einzelheiten (s. Abschnitt 9.3.) sind, um Unklarheiten zu vermeiden, gleiche Buchstaben nicht wiederholt zur Kennzeichnung zu verwenden. Es ist anzustreben, bei Schnittangaben die Anfangsbuchstaben und bei Einzelheiten und Ansichten die Endbuchstaben des Alphabetes zu benutzen.

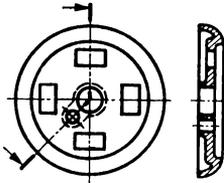


Bild 268. Schnitt mit zwei Schnittebenen

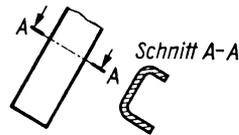


Bild 270. Schnittfläche an anderer Stelle angeordnet

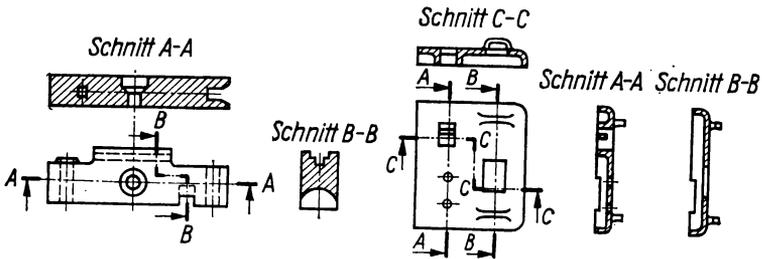


Bild 269. Kennzeichnung des Schnittverlaufes mit Großbuchstaben

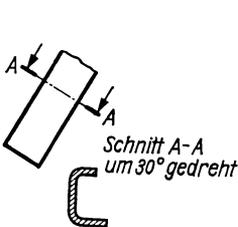


Bild 271. Schnittfläche, um einen bestimmten Winkel gedreht

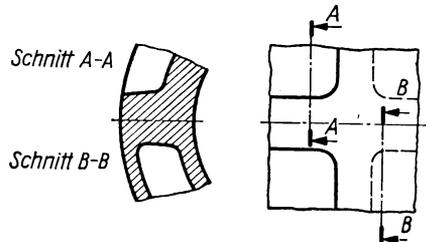


Bild 272. Zwei Schnittebenen, getrennt voneinander

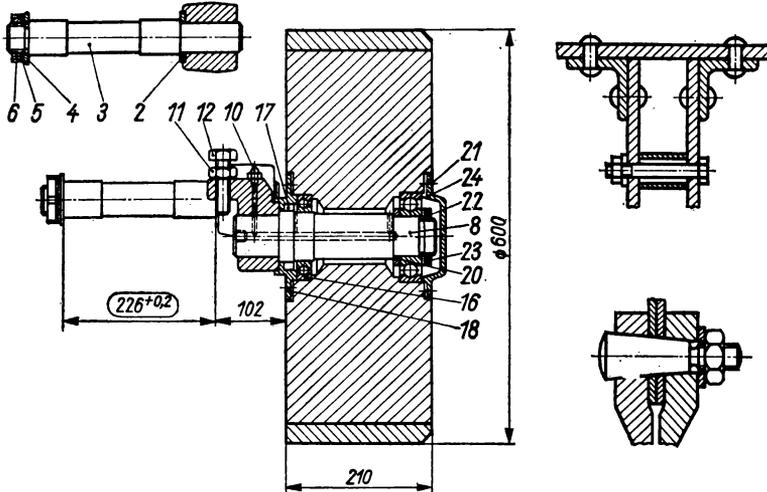


Bild 273. Schnittdarstellungen mit vollen Körpern

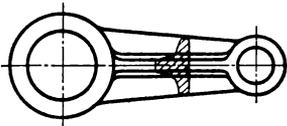


Bild 274. Angabe der Schnittfläche innerhalb des Bildes

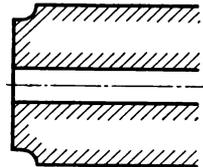


Bild 275. Schraffur am Umriß der Schnittfläche

Ist die Schnittlinie mit Buchstaben versehen, so wird über das Bild der Schnittfläche die Angabe, z. B. „Schnitt A—A“, gesetzt (Bild 269).

Für die Stellung der Schnittbuchstaben ist die Gebrauchslage der Zeichnung maßgebend.

9.1.2. Anordnung der Schnittflächen

Schnittflächen werden in der Regel in die Zeichenebene geklappt (Bild 269). Muß der Schnitt an einer anderen Stelle angeordnet werden, so hat dies in projektionsgerechter Lage zu erfolgen (Bild 270). Wird er in einer anderen Lage dargestellt, so ist der Winkel anzugeben, um den er gedreht ist (Bild 271).

Bei getrennt voneinanderliegenden Schnittebenen eines Teiles, von denen die Schnittflächen der Einachse halber angrenzend dargestellt sind, werden die Schraffurlinien gleichgerichtet, jedoch versetzt, gezeichnet (Bild 272).

Darstellung voller Körper in Schnittflächen

Zu beachten ist, daß volle Körper, wie Bolzen, Wellen, Zapfen, Rippen, Radarme, Speichen, Splinte, Keile, Stifte, Nieten u.ä. nicht längsgeschnitten werden. In diese Festlegung sind Muttern, Unterlegscheiben, Kugeln u. ä. einbezogen (Bild 273).

Zur Vereinfachung können Schnittdarstellungen innerhalb der Bilder in dünnen Volllinien gezeichnet werden (Bild 274).

9.1.3. Schraffur der Schnittflächen

Grenzen Schnittflächen verschiedener Teile aneinander, so werden sie unterschiedlich schraffiert; das geschieht durch verschiedene Schraffurrichtungen und – oder – verschiedene Abstände der Schraffurlinien (Bild 263).

Bei großen Schnittflächen kann die Schraffur auf eine Randzone beschränkt bleiben, die den Umriß der Schnittfläche andeutet (Bilder 275 und 263).

Zur besseren Übersicht ist die Schraffur für Maßzahlen und Beschriftung zu unterbrechen, wie Bild 263 zeigt.

Von einem gleichen Teil sind alle Schnittflächen und Ausbrüche in einer oder mehreren Ansichten in gleicher Art zu schraffieren (Bilder 263 und 269).

Ergeben sich bei einem Schnitt schmale Schnittflächen, werden diese voll geschwärzt. Stoßen geschwärzte Schnittflächen aneinander, so sind sie mit geringem Abstand voneinander, den Lichtkanten, darzustellen (Bild 276).



Bild 276. Schnittflächen voll geschwärzt

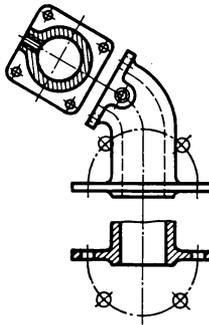


Bild 277. Darstellung von Schnittflächen um schrägliegende Kanten

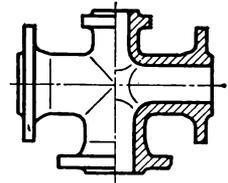


Bild 278. Darstellung der Schnittfläche mit Übergängen

9.1.4. Weitere Regeln bei Schnittdarstellungen

Sollen bei dargestellten Körpern ungünstige Projektionen (Verkürzungen, Verzerrungen) vermieden werden, sind Ansichten, Schnitte und Lochkreise um schrägliegende Kanten auszuführen (Bild 277).

Gerundete Übergänge von Durchdringungen, auch in Schnittflächen, können durch dünne Volllinien, die vor den Körperkanten oder Mittellinien enden, dargestellt werden, wenn das Bild dadurch anschaulicher wird (Bild 278).

9.2. Bruchdarstellungen

Lange Gegenstände, wie Rohre, Stangen usw. können, z. B. zwecks besserer Ausnutzung der Zeichenfläche, abgebrochen dargestellt werden. Die Bruchlinien sind freihändig nicht übertrieben unregelmäßig und dünner als die ausgezogenen Kantenlinien zu zeichnen (Bild 279). Dabei ist es gleichgültig, um welchen Werkstoff es sich handelt. Nur der Werkstoff Holz macht davon eine Ausnahme (Bild 286).

Bei Begrenzung von Ausbrüchen, wie in Bild 263 dargestellt, werden ebenfalls diese Bruchlinien angewendet. Körper mit rechteckigem oder mehreckigem Querschnitt, Flächen sowie Pyramiden jeden Querschnittserhalten als Bruchlinien dünne Freihandlinien (Bild 279). Haben Gegenstände eine Neigung (Keil usw.), so ist diese in der Bruchdarstellung unverändert darzustellen (Bild 280).

Liegen mehrere Teile übereinander, so ist bei Bruchdarstellung nur eine Bruchlinie anzugeben, wie Bild 281 zeigt.

Bei Teilen mit rundem Querschnitt, wie Stangen und Rohre, werden die Bruchlinien ebenfalls durch dünne Freihandlinien angegeben (Bilder 282 und 283).

Genauso wird bei geschnittenen Rohren und Hohlkörpern verfahren (Bild 284).

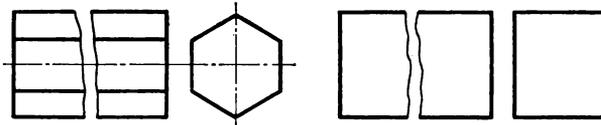


Bild 279. Bruchlinien bei eckigen Körpern

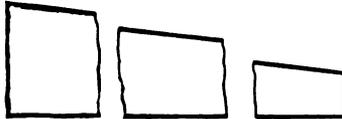


Bild 280. Bruchdarstellung bei Gegenständen mit Neigung

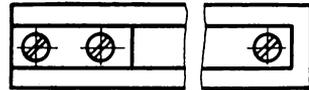


Bild 281. Bruchdarstellung übereinanderliegender Teile

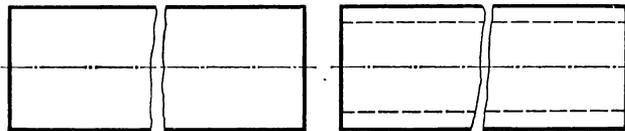


Bild 283. Bruchlinien bei runden Körpern

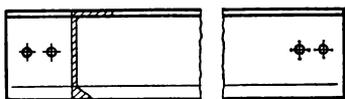


Bild 282. Bruchlinien bei Profilen

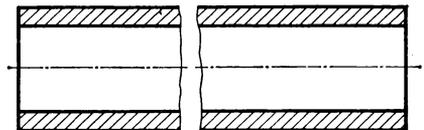


Bild 284. Bruchlinien bei geschnittenen runden Körpern

Werden symmetrische Teile abgebrochen, werden sie wie in Bild 285 dargestellt gezeichnet. Die Symmetrielinie kann durch zwei kurze parallele Striche als solche gekennzeichnet werden.

Werkstücke aus Holz werden an ihren Bruchstellen mit Freihandlinien als Bruchlinien, wie sie Bild 286 zeigt, dargestellt.



Bild 285. Darstellung abgebrochener symmetrischer Teile

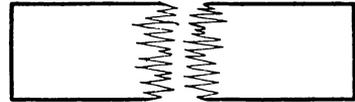


Bild 286. Bruchlinien bei Holz

9.3. Einzelheiten

Bei kleinen Darstellungen können entsprechende Einzelheiten oft nicht deutlich ausgeführt und bemaßt werden. Sie werden deshalb im vergrößerten Maßstab herausgezeichnet (der Maßstab ist bei der dargestellten Einzelheit stets anzugeben).

Um die herauszuzeichnende Stelle wird ein strichpunktierter Kreis gezogen und dieser mit einem Großbuchstaben (Größe wie bei Schnittangabe) gekennzeichnet. Die vergrößert gezeichnete Darstellung der Einzelheit ist in der Nähe des strichpunktierten Kreises anzuordnen. Die verwendeten Kennzeichenbuchstaben dürfen nicht mit Schnittbuchstaben übereinstimmen. Es sollen deshalb bei Einzelheitdarstellungen die letzten Buchstaben des Alphabetes verwendet werden (Bild 287).

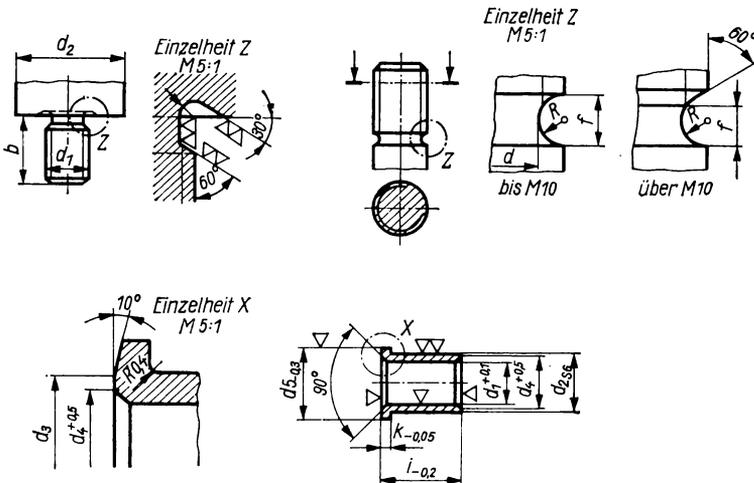


Bild 287. Darstellung der Einzelheit

9.4. Kennzeichnung von Flächen

Zum besseren Verständnis, zum Erreichen einer guten Übersichtlichkeit und zur Vereinfachung der Darstellungen sind für die Kennzeichnung einiger Flächen bestimmte Festlegungen getroffen.

9.4.1. Runde Flächen

Bei runden Werkstücken ist oft nur eine Ansicht notwendig (Bild 288). Die runde Form wird durch das Durchmesserzeichen vor der Maßzahl gegeben.

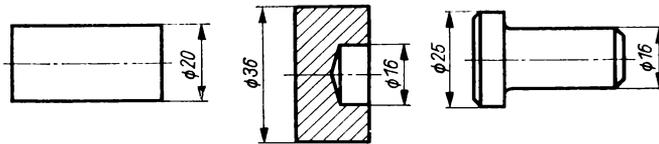


Bild 288. Kennzeichnung runder Flächen bei einer Ansicht

9.4.2. Vierkantflächen

Ebenso wie bei runden Flächen trifft diese Regelung nur zu, wenn eine Ansicht dargestellt wird (Bild 289). Der Maßzahl wird ein Quadratzeichen zugeordnet und die Fläche zusätzlich mit einem Diagonalkreuz versehen.

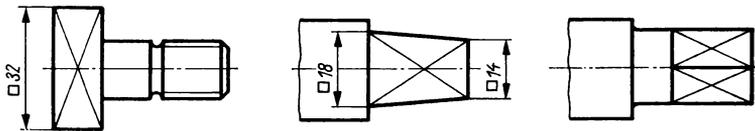


Bild 289. Kennzeichnung von Vierkantflächen bei einer Ansicht

9.4.3. Kennzeichnung der Flächen von Schlüsselweiten

Schlüsselweiten werden, wenn nur eine Ansicht dargestellt wird, wie Bild 290 zeigt, angegeben.

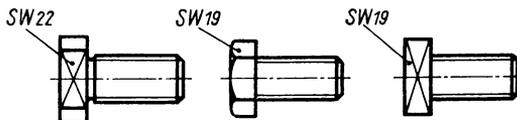


Bild 290. Darstellung von Schlüsselweiten bei einer Ansicht

9.4.4. Übergänge bei Rundungen

Da Rundungen an Körpern nicht als scharfe Kanten auftreten, werden diese an der Stelle der maximalen Krümmung durch eine dünne Linie angedeutet (Bild 291).

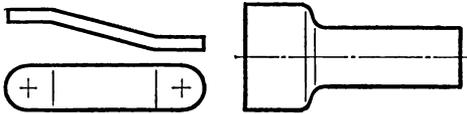


Bild 291. Darstellung von Rundungen

9.5. Maßeintragung, allgemein

Ebenso wichtig wie die technisch eindeutige Aufzeichnung eines Gegenstandes ist die Bemessung desselben. Soll doch die Wechselbeziehung Darstellung und Bemessung bei der Bearbeitung in der Werkstatt nicht zu Mißverständnissen oder Rückfragen führen. Es ist deshalb die Aufgabe des Zeichners und Konstrukteurs, die Form des Teiles und die Bemessung zu einem Ganzen werden zu lassen.

Es ist besonders darauf zu achten, daß durch die Maßeintragung der Arbeiter in der Werkstatt nicht zum Rechnen gezwungen wird, d. h. alle Rechnungsgänge der Bemessung sind bereits vom Zeichner durchzuführen.

Die Maßeintragung ist nach mehreren Gesichtspunkten durchzuführen. Es ist dabei nicht unwichtig, von wo aus das Maß eingetragen, auf welche Kante, Bohrung usw. Bezug genommen oder wie das Werkstück hergestellt wird. Schon die einzelnen Bearbeitungsverfahren, z. B. Zerspanen, spanlose Formung, Gießen usw. oder die Festlegung einzelner Arbeitsgänge ergeben verschiedene Eintragungen der Maße. Erstrebenswert ist, die Maßeintragung so zu wählen, daß Wortangaben nach Möglichkeit vermieden werden. Nur in besonderen Ausnahmefällen sollte auf Wortangaben zurückgegriffen werden. Technologische Angaben auf Zeichnungen sind nicht Bestandteil der Maßeintragung, da das Fertigungsverfahren von anderen Faktoren, z. B. der Stückzahl u. ä., abhängig ist.

Die Bemessung läßt sich in drei Maßgruppen einteilen:

a) Funktions- und Baumaße

Das sind Maße, die den Zusammenbau der Einzelteile sowie der verschiedenen Untergruppen und Hauptgruppen in jedem Falle gewährleisten; diese Maße müssen oft toleriert sein.

b) Fertigungsmaße

Dies sind Maße, die für die Herstellung des Teiles erforderlich sind. Sie richten sich nach den Arbeitsgängen bei der Herstellung, nach den vorhandenen Vorrichtungen, Arbeitsmitteln, Lehren und anderen Gegebenheiten. Die Fertigungsmaße müssen so angeordnet sein, daß unvermeidliche Herstellungsungenauigkeiten an den Stellen des Werkstückes wirksam werden, die für die Funktion des Teiles von untergeordneter Bedeutung sind.

c) Kontrollmaße

Die Prüfung des Werkstückes beeinflusst ebenfalls die Maßeintragung. Ein Werkstück, das zwar die Funktion erfüllt oder das man herstellen kann, genügt nicht; es muß sich auch

sachgemäß messen lassen. Kontrollmaße werden eingetragen, um das Rechnen zu vermeiden und eine einwandfreie Kontrolle zu ermöglichen.

Aus den vorgenannten drei Punkten erkennt man, daß Funktion, Fertigung und Prüfung ganz verschiedene Arten der Maßeintragung erfordern. Aufgabe ist es, einen Weg zu finden, der diesen Forderungen gerecht wird. Das Werkstück soll einen bestimmten Zweck erfüllen, wirtschaftlich gefertigt und geprüft werden können.

9.5.1. Regeln für die Maßeintragung

Nach TGL 9727, Bl. 3, sind die wichtigsten Regeln für die Eintragung der Maße und Anordnung der Maßzahlen usw. festgelegt. Die Maßzahlen werden bei technischen Zeichnungen stets in mm eingetragen ohne Angabe der Einheit. Wird in besonderen Fällen von dieser Regel abgewichen, ist die Einheit dazuzusetzen, z. B. 15 m.

Die Zeichnung erhält, je nach dem Zweck, für den sie bestimmt ist, die Maße des jeweiligen Endzustandes des dargestellten Teiles.

Als Maßbezug sollen nur bearbeitete Kanten, Bohrungen, Flächen usw. benutzt werden, um eine optimale Genauigkeit bei der Herstellung zu erreichen.

Sind mehrere Ansichten eines Werkstückes auf der Zeichnung dargestellt, erscheint jedes Maß nur einmal in der Zeichnung, und zwar an der Stelle, wo es für die Bearbeitung, Funktion oder Prüfung den klarsten Aufschluß gibt.

Maße für einen Arbeitsgang sind nach Möglichkeit in der gleichen Ansicht festzulegen (Bild 292).

Zur Maßeintragung bei Werkstücken im Maschinenbau werden benutzt:

Maßlinien, Maßhilfslinien,
Maßpfeile,
Maßzahlen.

9.5.2. Maßlinien, Maßhilfslinien

Die Maßlinien dienen zur Angabe der Abmessungen und werden im allgemeinen rechtwinklig zwischen den Körperkanten (sichtbare Kanten des Gegenstandes) oder parallel zu

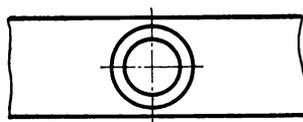
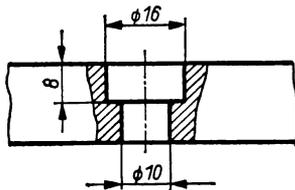


Bild 292. Anordnung der Maße für gleichen Arbeitsgang

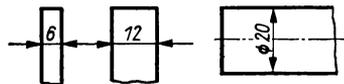


Bild 293. Maßeintragung zwischen den Körperkanten

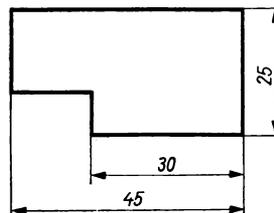


Bild 294. Abstand der Maßlinien von den Körperkanten

der anzugebenden Abmessung angeordnet (Bild 293). Als Maßlinie sind die dünnsten Linien einer Liniengruppe (s. Abschnitt 4.1.) zu verwenden.

Mittellinien und Kanten dürfen nicht als Maßlinien benutzt werden. Die Maßlinien sollen mindestens 8 mm entfernt von den Körperkanten liegen; parallele Maßlinien sollen voneinander einen genügend großen und möglichst gleichmäßigen Abstand von mindestens 5 mm haben (Bild 294).

Bei Bogen- und Winkelmaßen ist die Maßlinie ein zum Mittelpunkt des Kreises oder zum Scheitelpunkt des Winkels konzentrisch liegender Kreisbogen, wie die Bilder 295 und 296 zeigen. Sehnenmaße sind nach Bild 297 einzutragen.

Die Maßlinien sind für das Eintragen der Maßzahlen nicht zu unterbrechen (Bild 298). Bei mehreren Maßen untereinander sind diese etwas versetzt anzuordnen (Bild 299). Bei Platzmangel werden Mittel- und Hilfslinien unterbrochen (Bild 300).

Maße, die nicht zwischen den Körperkanten eingetragen werden können, oder weil dadurch die Übersicht leiden würde oder aus Platzmangel, werden mittels Maßhilfslinien herausgezogen (Bilder 301 und 302). Maßhilfslinien sind in der gleichen Dicke wie die Maßlinien auszuführen. Maßhilfslinien beginnen unmittelbar an den Körperkanten, sie stehen im allgemeinen rechtwinklig zur Maßlinie und gehen 1...2 mm über diese hinaus. Maßlinien sollen sich mit anderen Linien und untereinander nicht schneiden.

Die Maßzahlen sind stets über die Maßlinien zu setzen.

Ist der Platz für das Eintragen der Maßzahlen zu gering, so können die Maßlinien nach außen über die Maßhilfslinien herausgezogen werden (Bild 301). Bei herausgezogenen Maßlinien wird die Maßzahl zwischen die Maßfeilspitzen, über oder dicht neben die Maßlinie gesetzt (Bild 301).

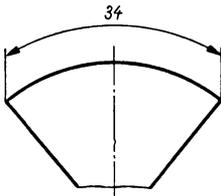


Bild 295. Eintragung von Bogenmaßen

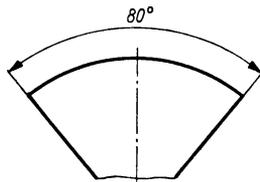


Bild 296. Eintragung von Winkelmaßen

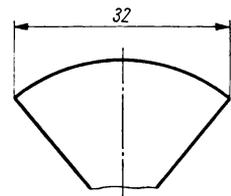


Bild 297. Eintragung von Sehnenmaßen

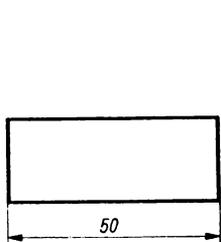


Bild 298. Maßlinie mit Maßzahl

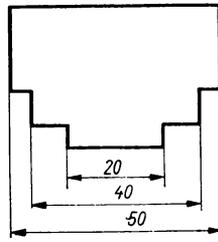


Bild 299. Anordnung mehrerer Maße untereinander

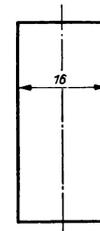


Bild 300. Unterbrochene Mittellinie für Maßeintragung

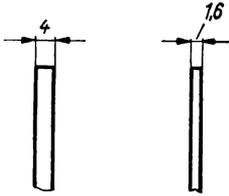


Bild 301. Anordnung der Maßhilfslinien

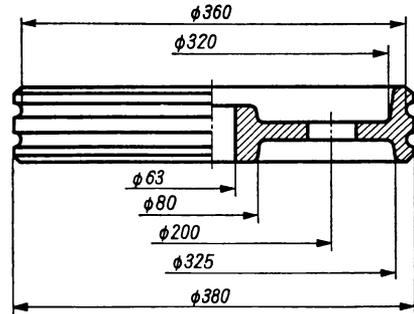


Bild 302. Anordnung der Maß- und Maßhilfslinien bei Drehteilen

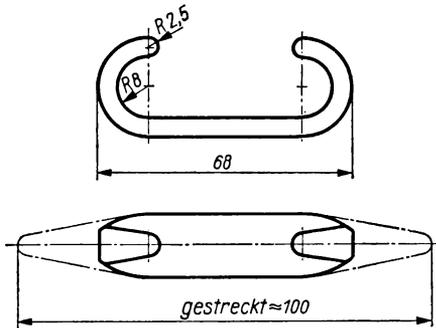


Bild 303. Bemaßung mit gestreckter Länge

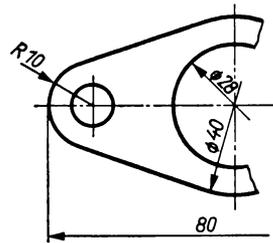


Bild 304. Maßlinien bei abgebrochenen Teilen

Bezugslinien sind möglichst zu vermeiden. Läßt es sich nicht umgehen, sind sie kurz zu halten.

Bei einfachen, gebogenen Teilen wird oft die gestreckte Länge eingezeichnet und bemaßt. Die Maßeintragung ist hier nach Bild 303 durchzuführen.

Bei Ansichten und Schnitten, die bis zur Symmetrielinie dargestellt werden oder zur besseren Übersicht diese überschreiten, sollen die Maßlinien etwas über diese hinausgezogen werden (Bild 304). Dabei wird nur ein Maßpfeil eingetragen.

Bei großen symmetrischen Gegenständen und besonders bei vielen Maßen können die Maßlinien gekürzt eingezeichnet werden (Bild 302).

Wie Bild 305 zeigt, sollen Maßlinien innerhalb der angegebenen schraffierten Winkelfläche von 30° in Richtung auf den Scheitelpunkt wegen der schlechten Lesbarkeit der Maßzahlen vermieden werden. Muß aus zwingenden Gründen von dieser Regel abgewichen werden, ist die Bemaßung nach Bild 306 durchzuführen.

Maßhilfslinien bei unübersichtlichen Zeichnungen können ausnahmsweise unter einem Winkel von 60° zur Richtung der Maßlinie eingetragen werden, wenn dadurch die Maßeintragung deutlicher wird (Bild 307).

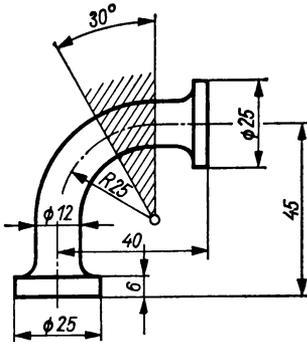


Bild 305. Nicht zu bemaßende Winkelfläche

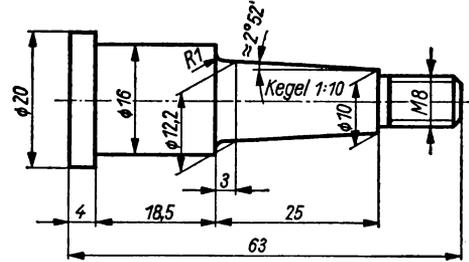


Bild 307. Maßhilfslinien unter 60° eingetragen

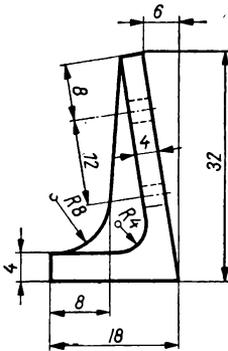


Bild 306. Bemaßung in der 30°-Winkelfläche

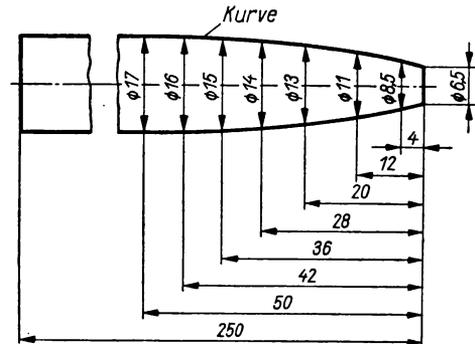


Bild 308. Bemaßung von Kurven

Kurvenformen, Strakmaße und andere Sonderformen werden, wie in Bild 308 dargestellt, von einer Bezugskante bemaßt.

Vorhandene Mittellinien werden als Maßhilfslinien benutzt, jedoch sind diese außerhalb der Körperkanten als dünne Volllinien zu ziehen (Bild 309). Maßhilfslinien und Mittellinien dürfen nicht von einer Ansicht nach der anderen durchgezogen und auch nicht für ein Maß aus verschiedenen Ansichten herausgezogen werden.

Besonders dicke Linien für Körperkanten sind für Druckstockzeichnungen usw. notwendig. Hier ist zu beachten, daß die Maßhilfslinien bei Außenmaßen von der äußeren Kante und bei Innenmaßen von der inneren Kante der Körperlinie angetragen werden. Ist eine Maßlinie zwischen die Körperkanten zu legen, so werden diese an den Maßpfeilen ausgespart (Bild 310).

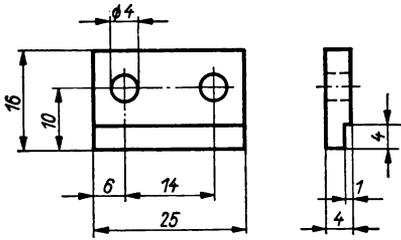


Bild 309. Mittellinien als Maßhilfslinien

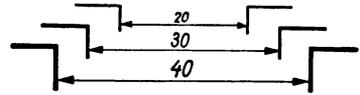


Bild 311. Darstellung der Maßpfeile

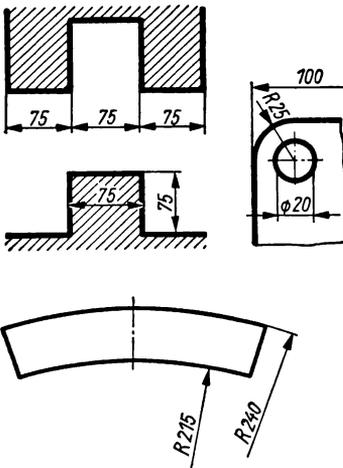


Bild 310. Bemaßung bei dicken Linien

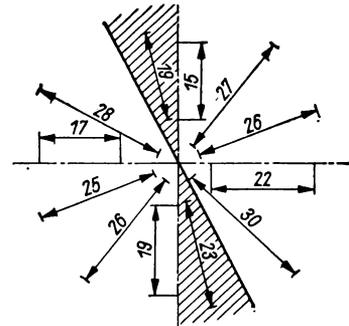


Bild 312. Anordnung der Maße

9.5.3. Maßpfeile

Die Enden der Maßlinien werden durch Maßpfeile gekennzeichnet, deren Länge etwa der 5 fachen Liniendicke der Körperkanten entsprechen soll. Die Schenkel der Maßpfeile sind in einem Winkel von 15° anzutragen. Die Maßpfeile werden voll geschwärzt und sind stets, auch bei Bleizeichnungen, in Tusche auszuführen (Bild 311).

Lassen sich Maßpfeile aus Platzmangel zwischen den Körperkanten oder Maßhilfslinien nicht anbringen, so ist wie in den Bildern 293 und 301 in linker Darstellung angegeben zu verfahren.

Maßlinien zur Angabe von Halbmessern und gekürzte Maßlinien für abgebrochene Durchmesser (Bild 304) erhalten nur einen Maßpfeil am Kreisbogen oder seiner Projektion

9.5.4. Maßzahlen

Auf Zeichnungen sind Maßzahlen in schräger Schrift für Zeichnungen nach TGL 0-16 (s. Abschnitt 4.3.) in Tusche zu schreiben. In besonderen Anwendungsgebieten, z. B. bei Schildern, werden Maßzahlen auch in gerader Schrift für Zeichnungen nach TGL 0-17 geschrieben. Auch in Bleizeichnungen sind Maßzahlen nur mit Tusche einzutragen. Die Größe der Maßzahlen richtet sich nach der Größe der Darstellung und der Anzahl der Maße bei einer Darstellung.

In Fertigungszeichnungen sollen Maßzahlen nicht kleiner als 3 mm sein. Es ist darauf zu achten, daß innerhalb einer Darstellung die gleiche Größe der Maßzahlen angewendet wird. Sind Zusätze zur Maßzahl, z. B. Größtmaß, Schleifmaß, Kugel usw., erforderlich, werden diese etwas kleiner, jedoch nicht unter 2 mm, geschrieben.

Um die Lesbarkeit der Maße nicht zu beeinträchtigen, dürfen diese nicht durch Linien getrennt oder gekreuzt werden. Aus gleichem Grund sollen Maße nicht auf Kanten und auf Schnittpunkten von Linien stehen.

In den (Bilder 312 und 313) schraffiert gekennzeichneten Winkelflächen von 30° sollen möglichst keine Maße eingetragen werden.

Die Stellung der Maßzahlen ist von der Maßlinien- und Leserichtung abhängig (Bilder 312 und 313). Alle Maßzahlen und Winkelangaben einer Zeichnung sind so einzutragen, daß sie von unten oder von rechts lesbar sind (Leserichtung). Sind in Ausnahmefällen Maß-

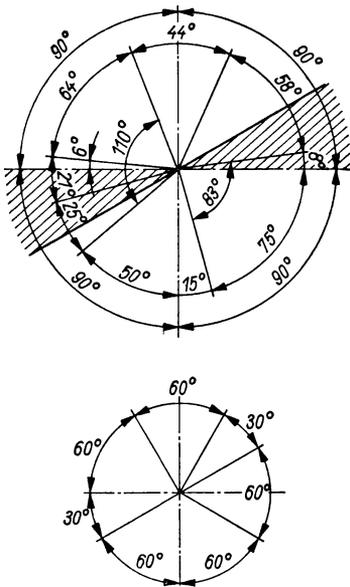


Bild 313. Anordnung der Winkelmaße

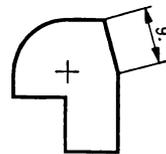
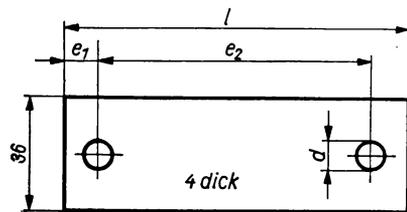


Bild 314. Kennzeichnung der Maßzahl durch Punkt



Lfd. Nr	l	e ₁	e ₂	d
1	80	6	68	2,5
2	100	6	88	4
3	120	10	100	6

Bild 315. Tabellenzeichnung

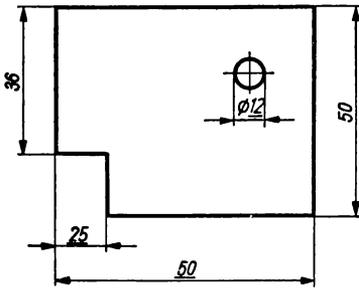


Bild 316. Kennzeichnung unmaßstäblicher Maße

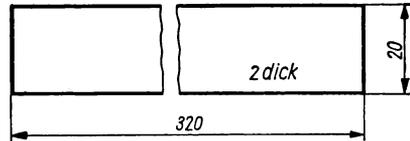


Bild 317. Bemaßung gebrochener Teile

oder Winkelangaben in den schraffierten Winkel­flächen (Bilder 312 und 313) nicht zu umgehen, müssen diese von links lesbar sein.

Kann bei Maßzahlen, wie 6, 9, 66, 68, 86, 89, 98 und 99 infolge ihrer Stellung eine Verwechslung eintreten, wird hinter diese Zahlen ein Punkt gesetzt (Bild 314).

Bei Tabellenzeichnungen können an Stelle von Maßzahlen auch Maßbuchstaben benutzt werden. Hierfür sind Kleinbuchstaben in schräger Schrift in der Größe der Maßzahlen anzuwenden. Die Zahlenwerte für die Buchstaben werden in einer Tabelle zusammengefaßt (Bild 315). In Standardblättern sind oft Tabellenzeichnungen zu finden. In Fertigungszeichnungen ist es zweckmäßig, Maßbuchstaben höchstens für drei veränderliche Abmessungen anzuwenden. Auch bei Tabellenzeichnungen muß die Übersichtlichkeit gewährleistet sein. Können Verwechslungen entstehen, sind die Teile einzeln zu zeichnen.

Werden Maße bei nicht maßstäblich gezeichneten Abmessungen eingetragen, so sind diese zu unterstreichen (Bild 316). Bei Änderungen wird diese Regelung oft angewendet. Sind die Teile unterbrochen gezeichnet (Bild 317), so werden die Maße nicht unterstrichen.

Bei Zeichnungen von oft wiederkehrenden Darstellungen, wie z. B. Schraubenfedern, Standardteilen usw., werden zweckmäßig vorgedruckte Zeichnungen verwendet. Es sind dabei nur noch die gewünschten Maße einzutragen (Bild 318). In dieser Zeichnung werden die Maße nicht unterstrichen. Im Zeichnungsschriftfeld wird dann in das Feld für die Maßangaben ein waagerechter Strich gesetzt.

Wichtige Maße (Abnahmemäße), die vom Besteller auf Grund besonderer Vereinbarungen besonders geprüft werden, sind durch Einrahmen gemäß Bild 319 zu kennzeichnen; Kreise als Einrahmung sind unzulässig. In der Zeichnung ist dann über dem Schriftfeld zu vermerken:

„Die \square Maße werden besonders geprüft“.

Sind alle Maße einer Zeichnung besonders zu prüfen, so ist über dem Schriftfeld zu vermerken:

„Alle Maße \square “

Werden in einer Zeichnung Maßzahlen eingetragen, die für die Bearbeitung des Teiles nicht erforderlich sind, aus anderen Gründen (z. B. Messen, Funktion usw.) aber Bedeutung haben, so können diese Maßzahlen zwischen zwei Klammern () gesetzt werden. In Klammern

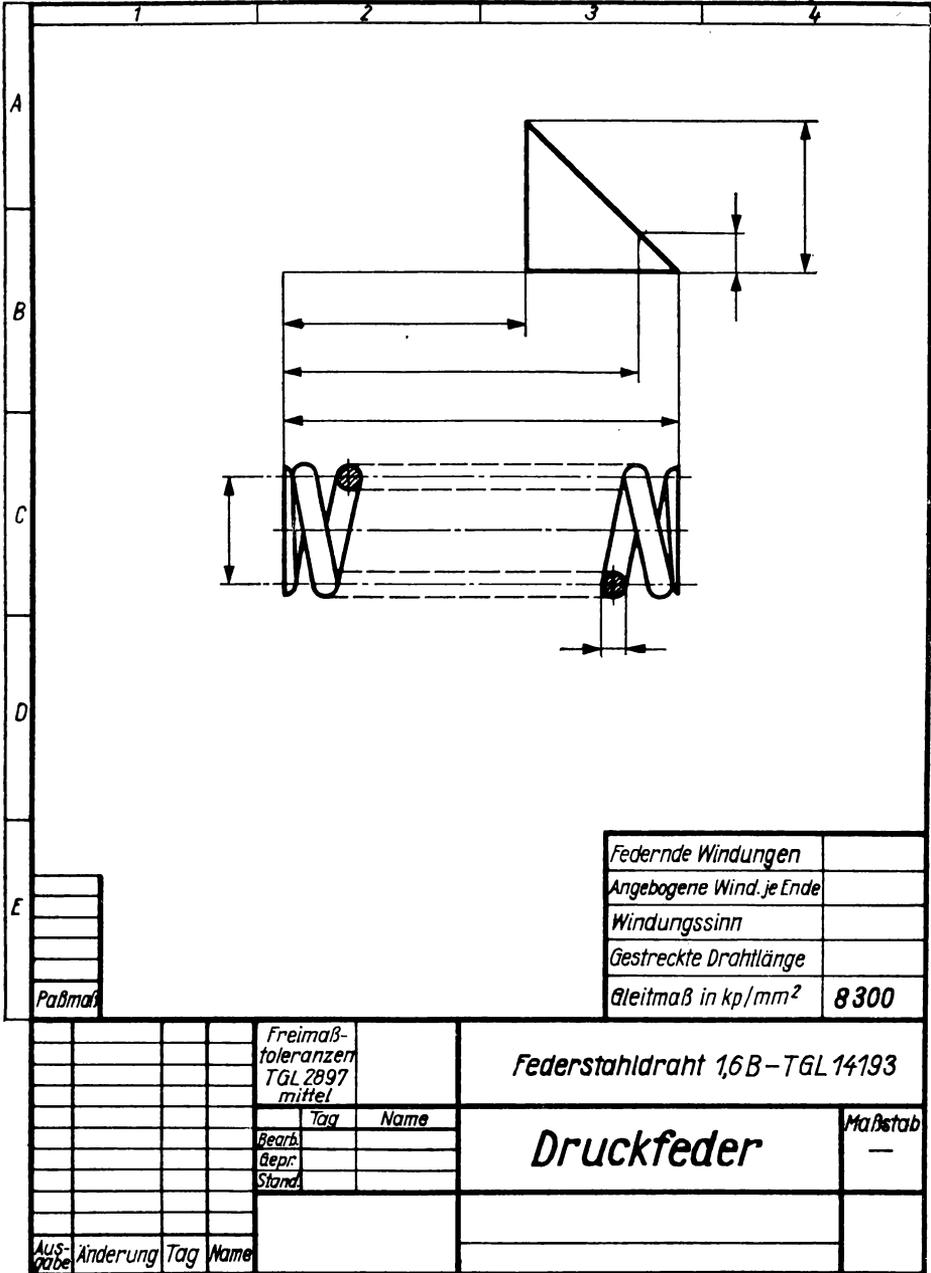


Bild 318. Druckfederzeichnung ohne Maßangabe

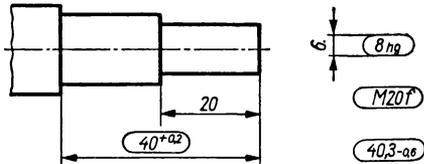
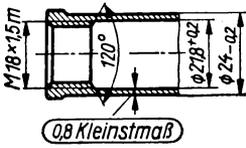


Bild 319. Kennzeichnung von Abnahmemaßen

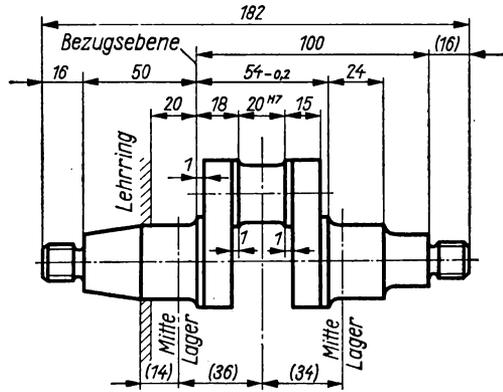


Bild 320. Eintragung von Hilfsmaßen

mern () stehende Maße (Hilfsmaße) werden nicht toleriert. Als Hinweis für die in Klammern stehenden Maße wird über dem Schriftfeld der Vermerk eingetragen:

„Maßzahlen in () gelten nicht für die Bearbeitung“.

Die Bemessung z.B. einer Kurbelwelle, bei der neben den Maßen für die Bearbeitung (ausgehend von der Bezugsebene) die Maße für die Lagermitten eingetragen sind, wird nach Bild 320 vorgenommen. Diese Maße haben hier für die Konstruktion und den Zusammenbau bzw. für das Prüfen Bedeutung.

9.5.5. Halbmessereintragung

Bei Bemessung von Halbmessern erhalten die Maßlinien nur einen Maßpfeil am Kreisbogen. Zur Kennzeichnung des Mittelpunktes bei Halbmessern wird ein Mittellinienkreuz, ein Kreis oder Punkt gesetzt (Bild 321). Der Maßpfeil soll möglichst von innen, kann aber bei Platzmangel auch von außen an den Kreisbogen gezogen werden, wie Beispiele in Bild 321 zeigen. Hierbei ist bei Mittelpunktskennzeichnung der Halbmesser bis zum Mittelpunkt durchzuziehen.

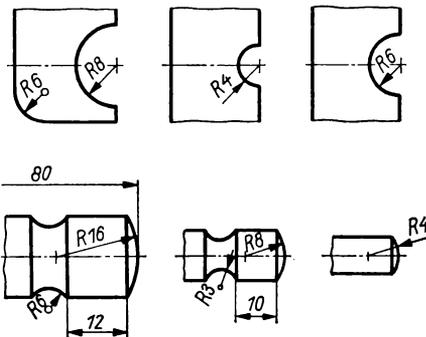


Bild 321. Eintragung der Halbmesser

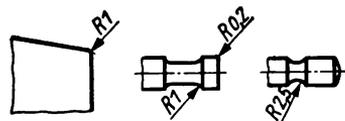


Bild 322. Eintragung der Halbmesser ohne Mittelpunkt

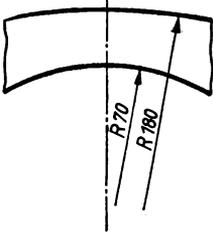


Bild 323. Eintragung der Halbmesser mit gekürzten Maßlinien

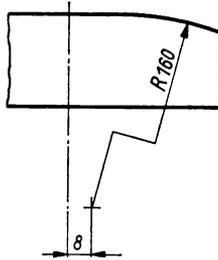


Bild 324. Eintragung der Halbmesser mit Abknickung der Maßlinien

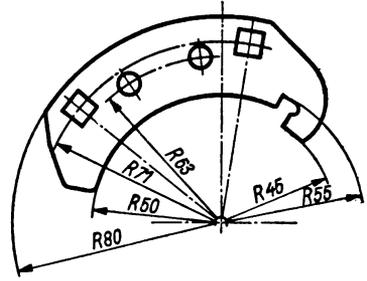


Bild 325. Eintragung mehrerer Halbmesser zu einem Mittelpunkt

Vor die Maßzahl ist in jedem Falle ein „R“ zu setzen. Liegt bei großen Halbmessern der Mittelpunkt außerhalb der Zeichenfläche oder in einer anderen Ansicht oder wird die Darstellung zu unübersichtlich, so ist der Halbmesser gekürzt zu zeichnen (Bild 322).

Um die Übersichtlichkeit zu erhöhen, kann ebenfalls bei großen Halbmessern auf die Mittelpunktskennzeichnung verzichtet werden. Hierbei ist der Halbmesser gekürzt zu zeichnen (Bild 323).

Besteht die Notwendigkeit, für große Halbmesser die Lage des Mittelpunktes festzulegen, so ist nach Bild 324 zu verfahren. Der Teil der Maßlinie vom Kreisbogen muß in seiner Verlängerung auf den geometrischen Mittelpunkt gerichtet sein. Die Abknickung der Maßlinie ist rechtwinklig zu zeichnen.

Zweckmäßig werden bei Teilen, in denen eine größere Anzahl von Halbmessern zu einem Mittelpunkt gehen, diese bis zu einem kleinen Hilfskreisbogen gezogen (Bild 325).

9.5.6. Durchmesserzeichen

Eine Kreisform wird durch ein Durchmesserzeichen „ \varnothing “ gekennzeichnet, es ist für jedes Durchmessermaß anzuwenden und wird vor die Maßzahl gesetzt (Bild 326). Der Kreisdurchmesser des Durchmesserzeichens ist gleich $\frac{5}{7}$ der Maßzahlgröße auszuführen. Ein unter 75° zur Waagerechten geneigter Strich ist durch den Kreismittelpunkt zu ziehen.

9.5.7. Kugelbemaßung

Werden Kugelformen dargestellt, so wird dem Durchmesser- oder dem Halbmessermaß der Vermerk „Kugel“ vorangestellt. Liegt der Mittelpunkt der Kugel außerhalb des dargestellten Kugelteles, wird ebenfalls der Kugeldurchmesser mit dem R-Zeichen eingetragen (Bild 327).

Eine Ausnahme bildet die Bemaßung von Linsenkuppen, z. B. bei Schrauben- und Stangenenden. Hier entfällt die Bezeichnung „R-Kugel“ (Bild 327).

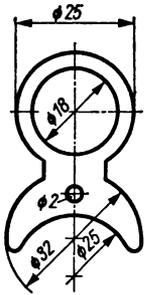


Bild 326. Angabe des Durchmessers

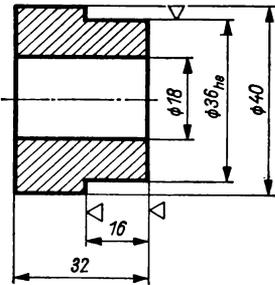
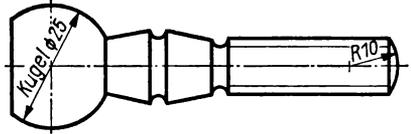


Bild 328. Darstellung in Fertigungslage

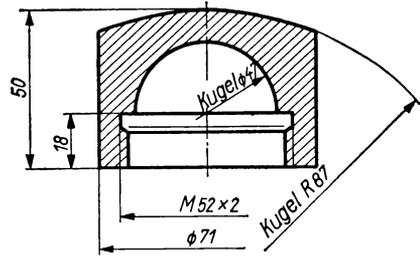


Bild 327. Kugelbemaßung

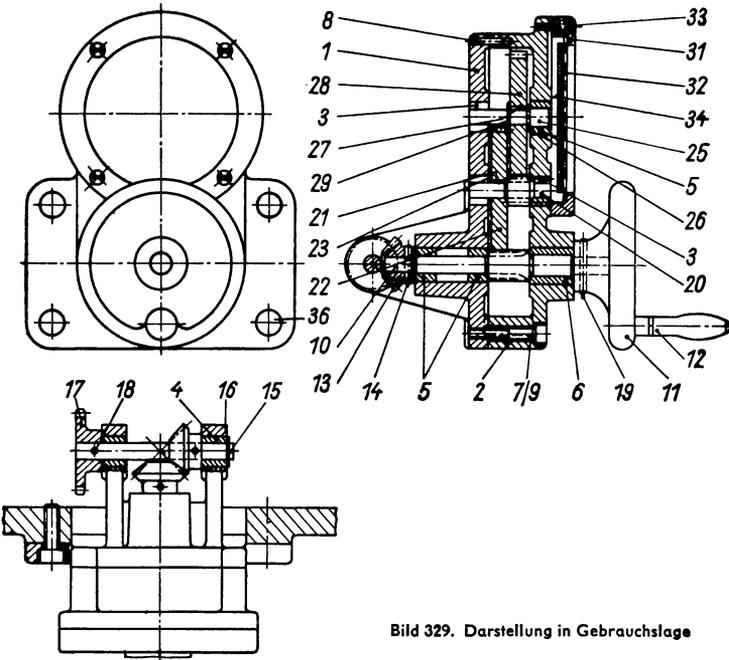


Bild 329. Darstellung in Gebrauchslage

9.5.8. Anordnung und Auswahl der Maße

Einzelteile sind stets in der Fertigungslage (Bild 328), Gruppen, Hauptgruppen usw. in der Gebrauchslage (Bild 329) zu zeichnen und zu bemaßen. Die Maße werden so eingetragen, daß sie von unten bzw. von rechts lesbar sind (Bild 328).

Jede Maßzahl darf nur einmal eingetragen werden, dabei ist die Ansicht zu wählen, die über die Ausführung des Teiles an der Maßstelle den klarsten Aufschluß gibt (Bild 330).
Ergeben sich Maße durch die Fertigung selbst, so sind diese nicht einzutragen. Die eingetragenen Maße sind so anzuordnen, daß die Darstellung dadurch nicht undeutlich wird. Doppelte Maßangabe (Überbestimmung) ist nicht zulässig.

Die Bemaßung ist nach Möglichkeit an Volllinien (sichtbare Kanten) durchzuführen. Das Ansetzen von Maß- und Maßhilfslinien an Strichlinien (unsichtbare Kanten) ist möglichst zu vermeiden. Im Bild 330 sind deshalb die Maße $\varnothing 10$; 8; $\varnothing 5$ und 12 im Aufbruch bemaßt.

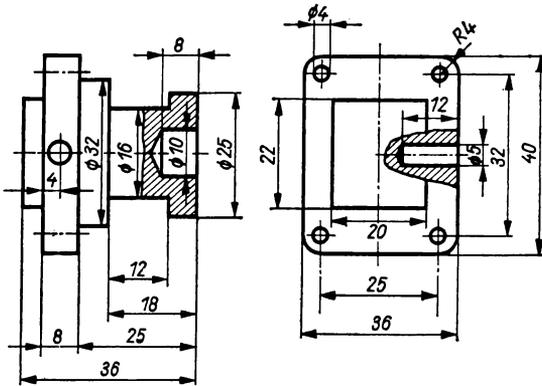


Bild 330. Eintragung der Maßzahlen

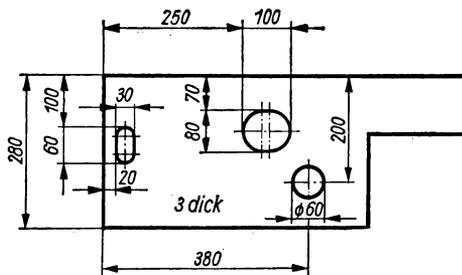


Bild 331. Bezugsebene links und oben

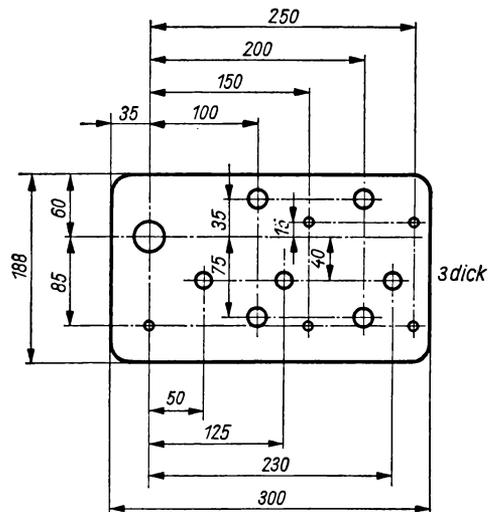


Bild 332. Bezugsebene von Loch links oben

Gelochte Bleche werden unter Berücksichtigung der Fertigungsart von einer Bezugsebene bemaßt. In Bild 331 ist die Bemaßung auf die Ebene links und oben, in Bild 332 auf die Mittellinien des linken oberen Loches bezogen. Die Bezugsebene ist fertigungs- oder funktionsbedingt.

Bedingt durch Funktion und Fertigung, können die Maße auch von verschiedenen Bezugsebenen oder Bezugslinien angetragen werden (Bild 333).

Ist nur eine Ansicht vorhanden, wird die Blechdicke in der Blechfläche eingetragen (Bild 331). Bei Platzmangel kann sie auch neben der Darstellung angegeben werden (Bild 332).

In Zusammenstellzeichnungen sind keine Maße bzw. nur die Hauptmaße anzugeben.

9.5.8.1. Kettenmaße

Unter Kettenmaßen versteht man das Aneinanderreihen mehrerer Maße. Sie dürfen nur angewendet werden, wenn eine Maßgenauigkeit nicht gefordert wird. Bei der Maßeintragung in Kettenform addieren sich beim Aufragen die in der Praxis üblichen Ungenauigkeiten. Eine Maßkette darf deshalb nicht geschlossen werden (Bild 334). Bild 335 zeigt eine geschlossene Maßkette, wie sie in technischen Zeichnungen nicht angewendet werden darf (Überbestimmung). Ist die Angabe aller Maße bei einer Maßkette erforderlich (Prüfmaß, Einbaumaß), so ist das entsprechende Maß in Klammern zu setzen (Bild 336). Das in Klammern gesetzte Maß ist somit kein Fertigungsmaß.

Zur besseren Übersichtlichkeit sind die Maße von inneren und äußeren Längenabmessungen getrennt einzutragen (Bild 337).

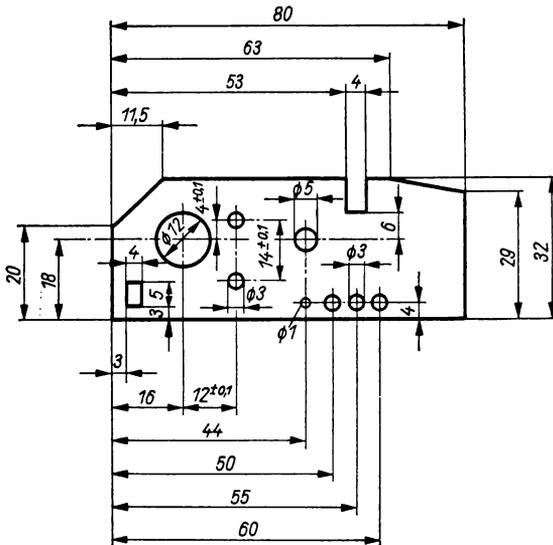


Bild 333. Verschiedene Bezugsebenen

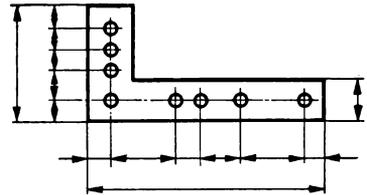


Bild 334. Maßketten, offen

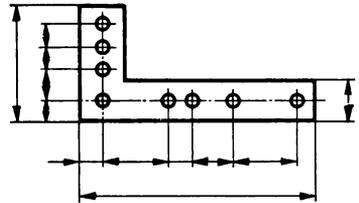


Bild 335. Maßketten geschlossen
(Sie dürfen in technischen Zeichnungen nicht angewendet werden)

Bemaßung von Fasen

Bei der Bemaßung von Fasen sind die Fasentiefe und der Fasenwinkel anzugeben (Bild 338). Abweichend davon kann die Fase nach Bild 339 bemaßt werden, dies ist jedoch nur für Fasen von 45° zulässig.

9.6. Lochteilungen

Vorwiegend im Stahlbau ist es notwendig, oft eine Anzahl hintereinander angeordneter Löcher oder Bohrungen zu bemaßen. Hierbei ist es unumgänglich, Maßketten anzuwenden. Jedoch bedient man sich bei genauer Teilung anderer Bemaßung.

In Bild 340 ist bei gleicher Lochteilung die Maßkette vereinfacht angewendet. Die Zwischenmaße können dann entfallen.

Nach Bild 341 können auch Werkstücke mit vielen gleichen Teilungen und gleichen Lochdurchmessern vereinfacht bemaßt werden. Die Mittellinienkreuze brauchen dabei nicht angegeben zu werden.

Da im Austauschbau nur geringe Abweichungen zulässig sind, können die Maße vereinfacht nach Bild 342 eingetragen werden. Hierbei sind die Maße jeweils von einer Bezugskante aus einzutragen. Die Bezugskante wird an der Maßlinie durch einen Punkt gekennzeichnet. Die Maße werden jeweils mit dem vorangegangenen Maß addiert. Dieses Verfahren wird angewendet, wenn mehr als drei hintereinanderliegende Maßstellen vorhanden sind. Bei weniger als vier nachfolgenden Maßstellen ist nach Bild 343 zu verfahren.

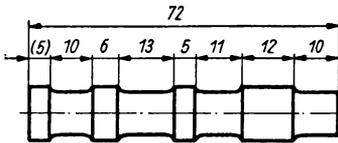


Bild 336. Maßkette mit Klammermaß

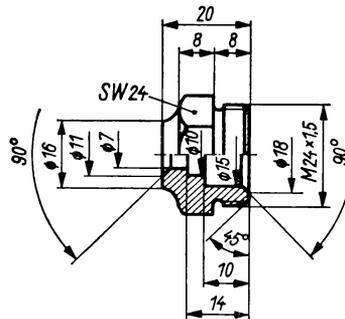


Bild 337. Eintragung innerer und äußerer Längenmaße

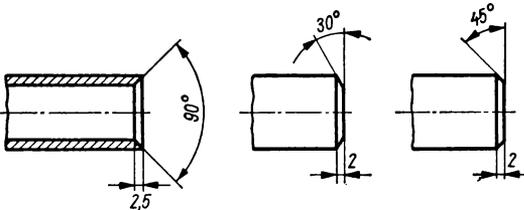


Bild 338. Bemaßung von Fasen

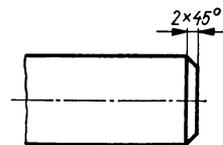


Bild 339. Vereinfachte Bemaßung von Fasen

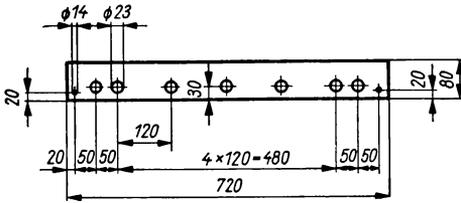
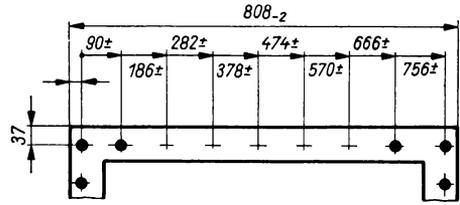


Bild 340. Vereinfachte Maßkette



xBezugskante

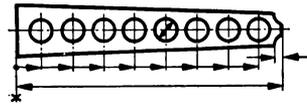


Bild 342. Anordnung von Reihenmaßen

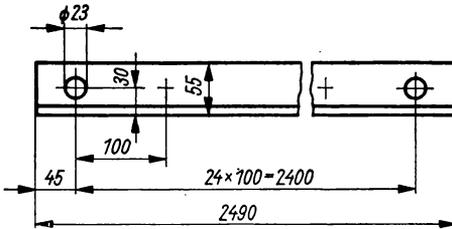


Bild 341. Vereinfachte Maßkette gleicher Bohrungen

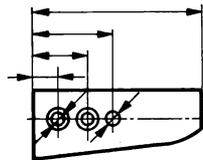


Bild 343. Anordnung von Reihenmaßen bei weniger als vier Maßstellen

9.7. Kreisteilungen

Segmente, Schälwalzen, Skalen usw. erfordern eine Bemaßung in der gewünschten Gradteilung. Hier ist ebenfalls, wie bei Bild 342, von einer Bezugsebene auszugehen und der Ausgang der Bemaßung mit einem Punkt zu kennzeichnen (Bild 344). Geschlossene Maßketten sind bei dieser Bemaßung notwendig.

9.8. Bogenmaße

Bei der Eintragung von Maßen für Bogen mit einem Zentriwinkel $\leq 90^\circ$ und solchen, bei denen der Bogen in eine gerade Linie übergeht, werden die Maßhilfslinien parallel zu den Winkelhalbierenden herausgezogen und dazwischen die betreffenden Maßlinien als Bogen gezeichnet (Bild 345).

Bei Bogen mit Zentriwinkel $> 90^\circ$ werden Maßlinienbogen vom Mittelpunkt des Bogens aus eingetragen; über die Maßzahl wird ein Bogenstrich gesetzt (Bild 346). Im Bedarfsfalle wird die Linie, für die das Maß gilt, mit einem Bezugshaken versehen.

Bild 347 zeigt ein Werkstück, das u. a. mit Bogenmaßen bemaßt wurde. Da sich Bogenmaße in der Praxis schlecht messen lassen, ist anzustreben, diese durch Koordinatenmaße zu ersetzen, wie Bild 348 zeigt.

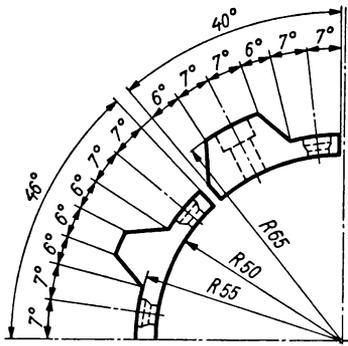
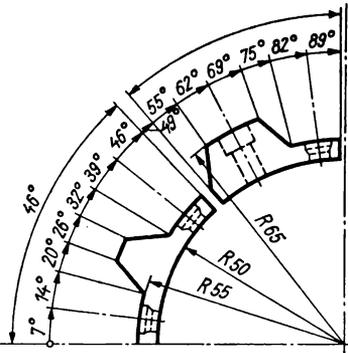


Bild 344. Bemaßung von Kreisteilungen

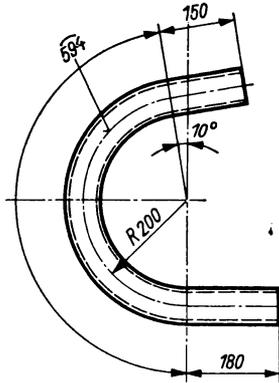
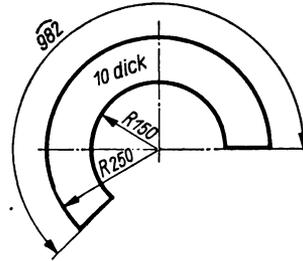


Bild 346. Eintragung von Bogenmaßen bei Zentriwinkel > 90°

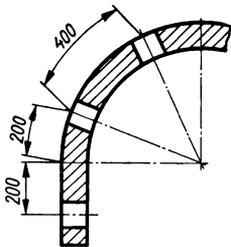


Bild 345. Eintragung von Bogenmaßen bei Zentriwinkel $\leq 90^\circ$

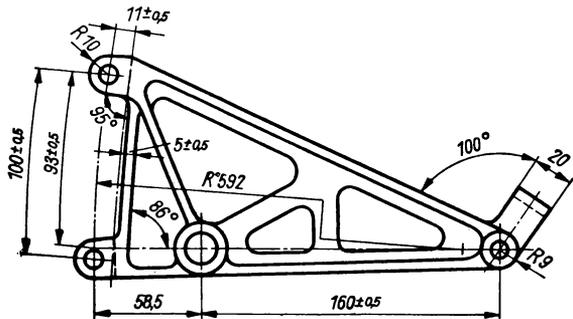


Bild 347. Bogenmaße am Werkstück eingetragen

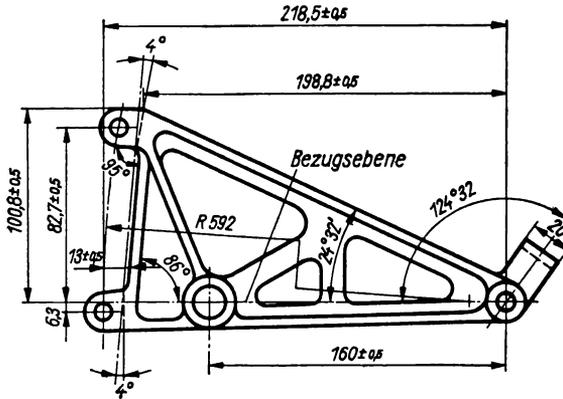


Bild 348. Bogenmaße durch Koordinatenmaße ersetzt.

9.9. Bemaßung von Stahlkonstruktionen

Sind Stahl- und Hochbaukonstruktionen nur im System dargestellt, werden, um eine bessere Übersicht zu erreichen, die Maßzahlen ohne Maßlinien neben die Systemlinien geschrieben (Bild 349).

Entgegengesetzt zum Maschinenbau brauchen bei Stahlkonstruktionen die Maßlinien nicht herausgezogen zu werden. Die Maße können auch ohne Maßlinien und Maßpfeile zwischen die zu bemaßenden Teile eingetragen werden (Bild 350).

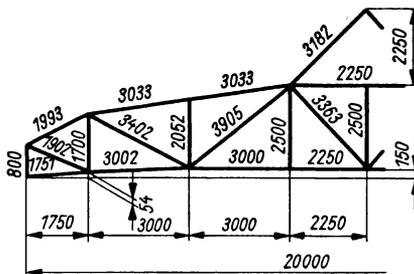


Bild 349. Angabe der Maße bei Systemen im Stahl- und Hochbau

Es ist jedoch anzustreben, zwecks besserer Übersicht die Maßeintragung im Stahlbau analog zum Maschinenbau, also mit herausgezogenen Maßen durchzuführen (Bild 351).

Die notwendigen Profillangaben werden in Stabrichtung auf oder neben dem jeweiligen Profil eingetragen (Bilder 350...352). Die Gesamtlänge des Profilstabes ist hinter der Profilbezeichnung anzugeben. In Zweifelsfällen wird empfohlen, das Längenmaß durch den Zusatz „lg“ zu kennzeichnen.

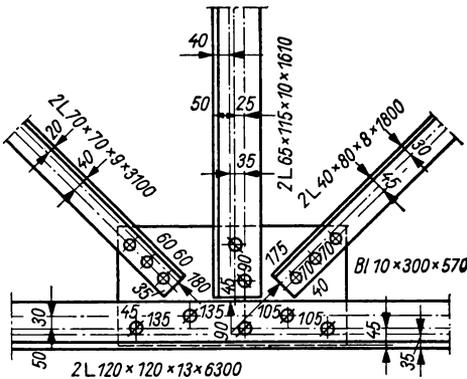


Bild 350. Nicht herausgezogene Maße im Stahlbau

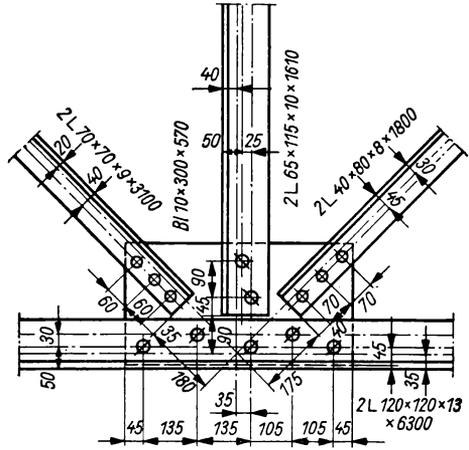


Bild 351. Herausgezogene Maße im Stahlbau

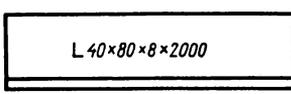


Bild 352. Profilangabe

9.10. Kegel, Verjüngung, Neigung

In Bild 353 sind die Grundlagen für die Angabe von Kegel, Verjüngung und Neigung zusammenhängend dargestellt.

Ein Kegel ergibt sich aus folgenden Abmessungen (Bild 354):

Das Verhältnis $\frac{d_1 - d_2}{l}$ ist das Maß der Verjüngung. Es wird auch Kegel genannt.

Bei Kegeln ist der halbe Kegelwinkel anzugeben, auch wenn die Enddurchmesser und die Längen eingeschrieben sind (Bild 355). Es ist zwar bei dieser Art der Maßeintragung die Kegelform überbestimmt, doch für die Fertigung (Einstellwinkel an der Drehmaschine) ist es zweckmäßig, alle genannten Werte anzugeben.

Der halbe Kegelwinkel wird bestimmt aus : $\tan \frac{\alpha}{2} = \frac{d_1 - d_2}{2 \cdot l}$

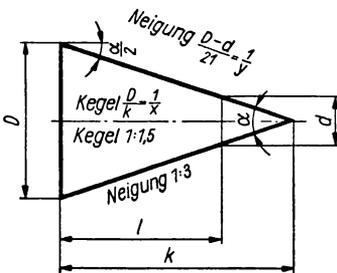


Bild 353. Grundlagen für die Angaben von Kegel, Verjüngung und Neigung

Handelt es sich um keinen Genauigkeitskegel, wird er mit dem Zeichen „≈“ angegeben.

Beispiel: $d_1 = 80 \text{ mm}$; $d_2 = 60 \text{ mm}$; $l = 100 \text{ mm}$ (Bild 355)

$$\text{Kegel } \frac{d_1 - d_2}{l} = \frac{80 \text{ mm} - 60 \text{ mm}}{100 \text{ mm}} = \frac{20 \text{ mm}}{100 \text{ mm}} = \frac{1}{5}$$

Für dieses Verhältnis ist die Schreibweise „Kegel 1:5“ anzuwenden, die bei der Maßeintragung stets auf der Mittellinie vorzunehmen ist.

Kegel 1:5 bedeutet dann: Auf 5 mm Länge verjüngt sich der Kegel im Durchmesser um 1 mm, auf 100 mm demnach um 20 mm. Bild 356 zeigt Eintragungsbeispiele der Kegelbemaßung.

In besonderen Fällen ist bei der Bemaßung der Kegel das Prüfverfahren, das bei der Herstellung des Gegenstandes angewendet wird, zu berücksichtigen. Es ist somit beim Außenkegel der Leerring strichpunktiert anzudeuten und der Abstand des Größtdurchmessers von einer funktionswichtigen Bezugsebene aus anzugeben und zu tolerieren (Bild 357).

Beim Innenkegel ist analog dem Außenkegel der Lehdorn strichpunktiert anzugeben (Bild 358).

Hat der Nennkegeldurchmesser eine bestimmte Lage zu einer Bezugsebene, soll aber nicht mit einer Kante des Werkstückes zusammenfallen, ist der Nennkegeldurchmesser als Lehdurchmesser einzutragen. Sein Abstand von der Bezugslinie ist zu tolerieren (Bild 359).

Beim Doppelkegel sind die Angaben nach Bild 360 einzutragen.

Die Verjüngung wird, wie Bild 361 zeigt, auf der Mittellinie eingetragen. Die Berechnung ergibt:

$$\text{Verjüngung} = \frac{a - b}{l} = \frac{50 \text{ mm} - 40 \text{ mm}}{100 \text{ mm}} = \frac{10 \text{ mm}}{100 \text{ mm}} = \frac{1}{10}$$

Die Neigung wird, wie Bild 362 zeigt, parallel zur Mantellinie eingetragen. Die Berechnung ergibt

$$\text{Neigung} = \frac{a - b}{2 \cdot l} = \frac{50 \text{ mm} - 40 \text{ mm}}{2 \cdot 100 \text{ mm}} = \frac{10 \text{ mm}}{200 \text{ mm}} = \frac{1}{20}$$

Die Neigung kann, wie in Bild 363 dargestellt, im Verhältnis oder auch in Prozenten eingetragen werden.

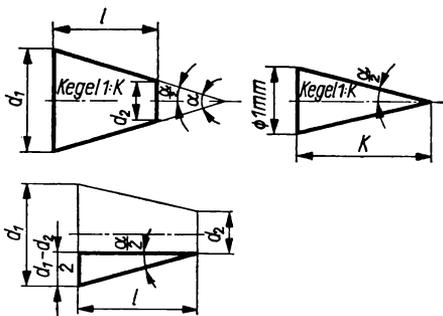


Bild 354. Erläuterung zur Kegelbemaßung, l Länge, d_1 größter Dmr., d_2 kleinster Dmr.

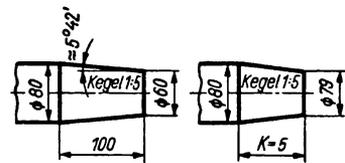


Bild 355. Beispiel der Kegelbemaßung

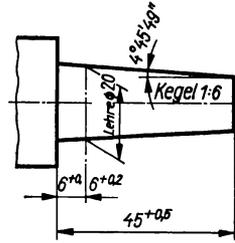
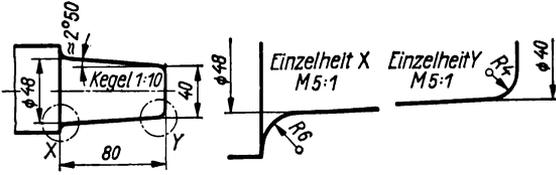


Bild 359. Bestimmte Lage des Kegels

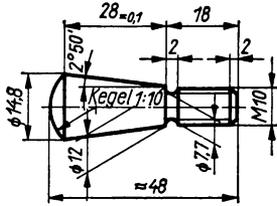


Bild 360. Kegelangabe bei Doppelkegel

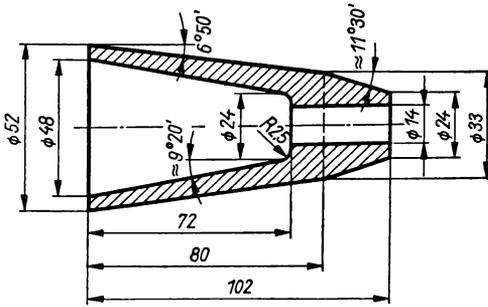


Bild 356. Eintragsbeispiele der Kegelbemaßung

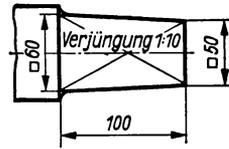


Bild 361. Eintragung der Verjüngung

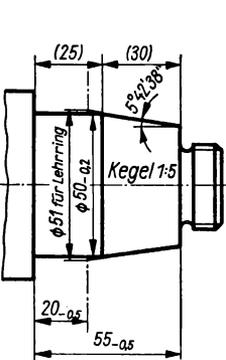


Bild 357. Kegelbemaßung für Lehrhring

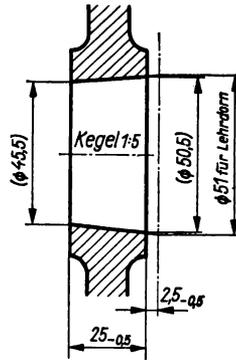


Bild 358. Kegelbemaßung für Lehrdrorn

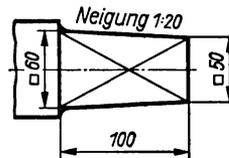


Bild 362. Eintragung der Neigung

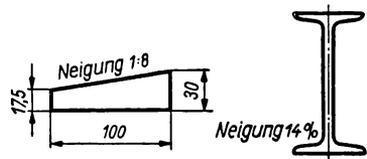
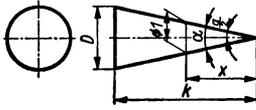


Bild 363. Eintragsbeispiele der Neigung

Für den Maschinen- und Werkzeugbau sind die wichtigsten Kegel in TGL 10600 festgelegt. Ein Auszug wird in Bild 364 wiedergegeben.

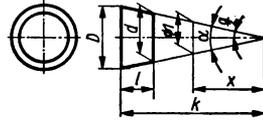
Kegel



$$\text{Kegel } 1:x = D:k = 2 \tan \frac{\alpha}{2}$$

$$\text{Neigung } 1:2x = \frac{D}{2}:k = \tan \frac{\alpha}{2}$$

Kegelstumpf



$$\text{Kegel } 1:x = (D-d):l = 2 \tan \frac{\alpha}{2}$$

$$\text{Neigung } 1:2x = \frac{D-d}{2}:l = \tan \frac{\alpha}{2}$$

Gebrauchswerte				Genauwerte für Kegel 1:x bzw. Kegelwinkel α	Anwendungsbeispiele $\frac{\alpha}{2}$	Werkzeuge zur Herstellung der Kegel
Kegel 1:x	Kegelwinkel α (gerundet)	Einstellwinkel an der Bearbeitungsmasch. = Neigungswinkel $\frac{\alpha}{2}$ (gerundet)	Einstellwert für α und ein 100 mm langes Sinuslineal mm			
1:0,289	120°	60°	86,603	1:0,2886751		Spitzsenker Zentrierbohrer
1:0,5	90°	45°	70,711	1:0,5000000	Ventilkegel, Bunde an Kolbenstangen, Körnerspitzen an der Spitze; Senkschrauben, Verschlußmutter für Rohrleitungen	Spitzsenker Krausköpfe
1:0,866	60°	30°	50,000	1:0,8660253	Dichtkegel für leichte Rohrverschraubungen, Zentrierbohrungen, Körnerspitzen an der Spitze; Senkschrauben, Senkniete,	Spitzsenker Zentrierbohrer
1:1,207	45°	22° 30'	38,268	1:1,2071069	Senkniete	
1:1,866	30°	15°	25,882	1:1,8660253		Senker

Bild 364. Auszug der wichtigsten Kegel nach TGL 10600

Kegel 1 : x	Gebrauchswerte			Genauwerte für Kegel 1 : x bzw. Kegelwinkel α	Anwendungs- beispiele	Werk- zeuge zur Her- stellung der Kegel
	Kegel- winkel α (ge- rundet)	Einstell- winkel an der Bearbei- tungsmasch. = Neigungs- winkel $\frac{\alpha}{2}$ (gerundet)	Einstell- wert für α und ein 100mm langes Sinus- lineal mm			
1 : 5	11°25'16''	5° 42' 38''	9,950	11°25'16,2700'' 11,42118612°	Leicht abnehmbare Maschinenteile bei Beanspruchung quer zur Achse und auf Verdrehung; Spurzapfen, Rei- bungskupplungen, Bohrung von Keil- riemenscheiben, Schleifscheiben- befestigungen, Kegeldichtungen zu Tankanlagen, Schlauchanschluß- teile für Druckluft- werkzeuge	
1 : 6	9° 31' 38''	4° 45' 49''	8,305	9°31'38,2201'' 9,52728336°	Dichtkegel für Hähne, Gesenkfräser	
1 : 10	5° 43' 30''	2° 51' 45''	4,994	5°43'29,3173'' 5,72481036°	Maschinenteile bei Beanspruchung quer zur Achse, auf Verdrehung und längs der Achse: ke- gelige Wellenenden, nachstellbare Lager- buchsen, Gesenk- fräser, Injektions- geräte	
1 : 20	2° 51' 52''	2° 51' 56''	2,499	2°51'51,0913'' 2,86419204°	Werkzeugkegel, Werkzeugschäfte u. Aufnahmekegel der Werkzeug- maschinenspindeln	
1 : 30	1° 54' 34''	57' 17''	1,666	1°54'34,8562'' 1,90968228°	Bohrungen der Auf- steckreibahlen und Aufstecksenker	
1 : 50	1° 8' 46''	34' 23''	1,000	1°8'45,1586'' 1,14587739°	Kegelstifte	Stiftloch- bohrer, Reibahlen

9.11. Rändel- und Kordelangabe

Zur besseren Griffigkeit an Schrauben, Muttern, Bedienelementen, auch oft als Verzierung, werden bestimmte Flächen von Teilen gerändelt oder gekordelt.

Rändel- und Kordelteilungen sind in TGL 0-82 festgelegt. Hier wird unterschieden in:

Rändel (Kanten sind erhöht) mit

Teilungen von 0,5; 0,6; 0,8; 1; 1,2; 1,6 und 2 mm,

Kreuzrändel (Spitzen sind erhöht) mit Teilungen von 0,6; 0,8; 1; 1,2; 1,6 und 2 mm,

Kordel (Spitzen erhöht) mit Teilungen wie bei Kreuzrändel.

Negativ-Kordel (Kanten sind erhöht), mit Teilungen wie bei Kreuzrändel.

Bei Herstellung von Rändel- und Kordelflächen wird der Außendurchmesser (erhöhte Kanten bzw. Spitzen) bis $\frac{1}{2}$ Teilung größer als der Durchmesser des glatten Drehteiles. In Zeichnungen wird nur der Drehdurchmesser angegeben. Bild 365 zeigt die Angabe von Rändel- und Kordelteilungen auf Zeichnungen.

Die in Bild 366, Seite 150, dargestellte Tabelle ist ein Auszug aus dem Standard und gibt Auskunft über die jeweiligen Abmessungen der Rändel- und Kordelteilungen. An Stelle der Fasen bei Werkstücken kann auch eine Rundung für die Kordel- bzw. Rändelfläche vorgesehen werden.

9.12. Zentrierbohrungen

Werden Werkstücke zwischen den Spitzen einer Werkzeugmaschine bearbeitet (Drehen, Schleifen usw.), sind Zentrierbohrungen vorzusehen. Diese sind jeweils in der technischen Zeichnung anzugeben.

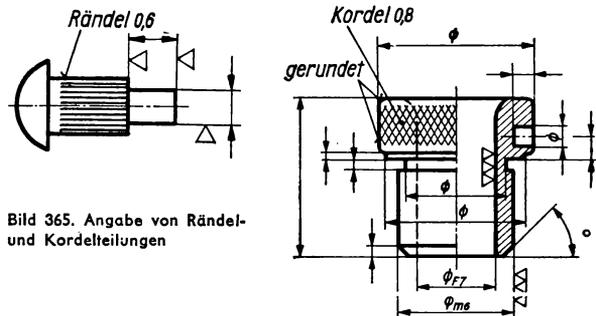


Bild 365. Angabe von Rändel- und Kordelteilungen

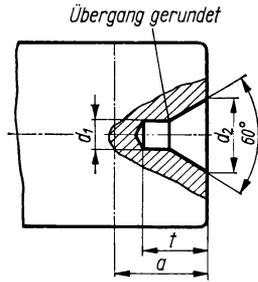
Zentrierbohrung muß am Fertigungsteil bleiben	Zentrierbohrung darf am Fertigteil verbleiben	Zentrierbohrung darf nicht am Fertigteil stehen
<p>Anwendungsbeispiel</p>		
<p>Anwendungsbeispiel</p>		

Bild 367. Zeichnungsangabe von Zentrierbohrungen

	Rändel	Kreuzrändel	Kordel	Negativ-Kordel																																																																																																																																				
	für alle Werkstoffe	für Hartgummi u. dgl.	für Leichtmetall, Messing, Fiber u. dgl.	für Stahl																																																																																																																																				
Dreh- durchmesser <i>d</i>	Teilung <i>t</i> für Breite <i>b</i>	Teilung <i>t</i> für Breite <i>b</i>	Teilung <i>t</i> für Breite <i>b</i>	Teilung <i>t</i> für Breite <i>b</i>																																																																																																																																				
	<table border="1"> <tr> <td>über 2</td> <td>über 6</td> <td>über 16</td> <td>über 32</td> </tr> <tr> <td>bis 2</td> <td>bis 6</td> <td>bis 16</td> <td>bis 32</td> </tr> </table>	über 2	über 6	über 16	über 32	bis 2	bis 6	bis 16	bis 32	<table border="1"> <tr> <td>über 6</td> <td>über 16</td> <td>über 32</td> </tr> <tr> <td>bis 6</td> <td>bis 16</td> <td>bis 32</td> </tr> </table>	über 6	über 16	über 32	bis 6	bis 16	bis 32	<table border="1"> <tr> <td>über 6</td> <td>über 16</td> <td>über 32</td> </tr> <tr> <td>bis 6</td> <td>bis 16</td> <td>bis 32</td> </tr> </table>	über 6	über 16	über 32	bis 6	bis 16	bis 32	<table border="1"> <tr> <td>über 6</td> <td>über 16</td> <td>über 32</td> </tr> <tr> <td>bis 6</td> <td>bis 16</td> <td>bis 32</td> </tr> </table>	über 6	über 16	über 32	bis 6	bis 16	bis 32																																																																																																										
über 2	über 6	über 16	über 32																																																																																																																																					
bis 2	bis 6	bis 16	bis 32																																																																																																																																					
über 6	über 16	über 32																																																																																																																																						
bis 6	bis 16	bis 32																																																																																																																																						
über 6	über 16	über 32																																																																																																																																						
bis 6	bis 16	bis 32																																																																																																																																						
über 6	über 16	über 32																																																																																																																																						
bis 6	bis 16	bis 32																																																																																																																																						
<table border="1"> <tr> <td>0,5</td> <td>0,5</td> <td>0,5</td> <td>0,6</td> <td>0,6</td> </tr> <tr> <td>0,5</td> <td>0,6</td> <td>0,6</td> <td>0,6</td> <td>0,6</td> </tr> <tr> <td>über 0,5</td> <td>über 0,6</td> <td>über 0,8</td> <td>über 0,8</td> <td>über 0,8</td> </tr> <tr> <td>über 0,6</td> <td>über 0,8</td> <td>über 1</td> <td>über 1</td> <td>über 1</td> </tr> <tr> <td>über 0,8</td> <td>über 1</td> <td>über 1,2</td> <td>über 1,2</td> <td>über 1,2</td> </tr> <tr> <td>über 0,8</td> <td>über 1</td> <td>über 1,2</td> <td>über 1,2</td> <td>über 1,2</td> </tr> <tr> <td>über 0,8</td> <td>über 1</td> <td>über 1,2</td> <td>über 1,2</td> <td>über 1,2</td> </tr> </table>	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	über 0,5	über 0,6	über 0,8	über 0,8	über 0,8	über 0,6	über 0,8	über 1	über 1	über 1	über 0,8	über 1	über 1,2	über 1,2	über 1,2	über 0,8	über 1	über 1,2	über 1,2	über 1,2	über 0,8	über 1	über 1,2	über 1,2	über 1,2	<table border="1"> <tr> <td>0,6</td> <td>0,6</td> <td>0,6</td> <td>0,6</td> <td>0,6</td> </tr> <tr> <td>0,6</td> <td>0,6</td> <td>0,6</td> <td>0,6</td> <td>0,6</td> </tr> <tr> <td>über 0,6</td> <td>über 0,8</td> <td>über 0,8</td> <td>über 0,8</td> <td>über 0,8</td> </tr> <tr> <td>über 0,8</td> <td>über 1</td> <td>über 1</td> <td>über 1</td> <td>über 1</td> </tr> <tr> <td>über 1</td> <td>über 1,2</td> <td>über 1,2</td> <td>über 1,2</td> <td>über 1,2</td> </tr> <tr> <td>über 1</td> <td>über 1,2</td> <td>über 1,2</td> <td>über 1,2</td> <td>über 1,2</td> </tr> <tr> <td>über 1</td> <td>über 1,2</td> <td>über 1,2</td> <td>über 1,2</td> <td>über 1,2</td> </tr> </table>	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	über 0,6	über 0,8	über 1	über 1,2	über 1,2	über 1,2	über 1,2	über 1	über 1,2	über 1,2	über 1,2	über 1,2	über 1	über 1,2	über 1,2	über 1,2	über 1,2	<table border="1"> <tr> <td>0,6</td> <td>0,6</td> <td>0,6</td> <td>0,6</td> <td>0,6</td> </tr> <tr> <td>0,6</td> <td>0,6</td> <td>0,6</td> <td>0,6</td> <td>0,6</td> </tr> <tr> <td>über 0,6</td> <td>über 0,8</td> <td>über 0,8</td> <td>über 0,8</td> <td>über 0,8</td> </tr> <tr> <td>über 0,8</td> <td>über 1</td> <td>über 1</td> <td>über 1</td> <td>über 1</td> </tr> <tr> <td>über 1</td> <td>über 1,2</td> <td>über 1,2</td> <td>über 1,2</td> <td>über 1,2</td> </tr> <tr> <td>über 1</td> <td>über 1,2</td> <td>über 1,2</td> <td>über 1,2</td> <td>über 1,2</td> </tr> <tr> <td>über 1</td> <td>über 1,2</td> <td>über 1,2</td> <td>über 1,2</td> <td>über 1,2</td> </tr> </table>	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	über 0,6	über 0,8	über 1	über 1,2	über 1,2	über 1,2	über 1,2	über 1	über 1,2	über 1,2	über 1,2	über 1,2	über 1	über 1,2	über 1,2	über 1,2	über 1,2	<table border="1"> <tr> <td>0,6</td> <td>0,6</td> <td>0,6</td> <td>0,6</td> </tr> <tr> <td>0,6</td> <td>0,6</td> <td>0,6</td> <td>0,6</td> </tr> <tr> <td>über 0,6</td> <td>über 0,8</td> <td>über 0,8</td> <td>über 0,8</td> </tr> <tr> <td>über 0,8</td> <td>über 1</td> <td>über 1</td> <td>über 1</td> </tr> <tr> <td>über 1</td> <td>über 1,2</td> <td>über 1,2</td> <td>über 1,2</td> </tr> <tr> <td>über 1</td> <td>über 1,2</td> <td>über 1,2</td> <td>über 1,2</td> </tr> <tr> <td>über 1</td> <td>über 1,2</td> <td>über 1,2</td> <td>über 1,2</td> </tr> </table>	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	über 0,6	über 0,8	über 0,8	über 0,8	über 0,8	über 1	über 1	über 1	über 1	über 1,2	über 1,2	über 1,2	über 1	über 1,2	über 1,2	über 1,2	über 1	über 1,2	über 1,2	über 1,2																
0,5	0,5	0,5	0,6	0,6																																																																																																																																				
0,5	0,6	0,6	0,6	0,6																																																																																																																																				
über 0,5	über 0,6	über 0,8	über 0,8	über 0,8																																																																																																																																				
über 0,6	über 0,8	über 1	über 1	über 1																																																																																																																																				
über 0,8	über 1	über 1,2	über 1,2	über 1,2																																																																																																																																				
über 0,8	über 1	über 1,2	über 1,2	über 1,2																																																																																																																																				
über 0,8	über 1	über 1,2	über 1,2	über 1,2																																																																																																																																				
0,6	0,6	0,6	0,6	0,6																																																																																																																																				
0,6	0,6	0,6	0,6	0,6																																																																																																																																				
über 0,6	über 0,8	über 0,8	über 0,8	über 0,8																																																																																																																																				
über 0,8	über 1	über 1	über 1	über 1																																																																																																																																				
über 1	über 1,2	über 1,2	über 1,2	über 1,2																																																																																																																																				
über 1	über 1,2	über 1,2	über 1,2	über 1,2																																																																																																																																				
über 1	über 1,2	über 1,2	über 1,2	über 1,2																																																																																																																																				
0,6	0,6	0,6	0,6	0,6																																																																																																																																				
0,6	0,6	0,6	0,6	0,6																																																																																																																																				
über 0,6	über 0,8	über 0,8	über 0,8	über 0,8																																																																																																																																				
über 0,8	über 1	über 1	über 1	über 1																																																																																																																																				
über 1	über 1,2	über 1,2	über 1,2	über 1,2																																																																																																																																				
über 1	über 1,2	über 1,2	über 1,2	über 1,2																																																																																																																																				
über 1	über 1,2	über 1,2	über 1,2	über 1,2																																																																																																																																				
0,6	0,6	0,6	0,6																																																																																																																																					
0,6	0,6	0,6	0,6																																																																																																																																					
über 0,6	über 0,8	über 0,8	über 0,8																																																																																																																																					
über 0,8	über 1	über 1	über 1																																																																																																																																					
über 1	über 1,2	über 1,2	über 1,2																																																																																																																																					
über 1	über 1,2	über 1,2	über 1,2																																																																																																																																					
über 1	über 1,2	über 1,2	über 1,2																																																																																																																																					

Bild 366. Tabelle der Rändel- und Kordelteilungen

A ohne Schutzsenkung mit geraden Laufflächen



B mit kegelförmiger Schutzsenkung und geraden Laufflächen

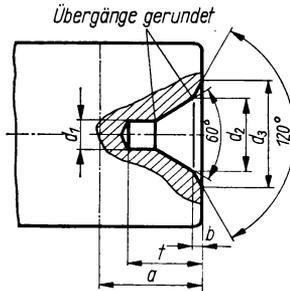
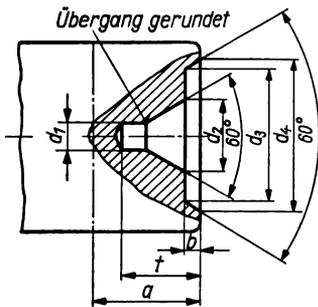


Bild 368. Darstellung von Zentrierbohrungen der Formen A und B

Form A				Form B				
d_1	a	d_2	t Kleinstmaß	a	b \approx	d_2	d_2	t Kleinstmaß
1	3	2,5	2,2	3,5	0,4	2,5	4	2,6
1,6	5	4	3,5	5,5	0,5	4	5,6	4
2,5	7	6,3	5,5	8,3	0,8	6,3	9	6,3
4	11	10	9	12,7	1,2	10	14	10,2
6,3	18	16	14	20	1,8	16	22,4	15,8
10	28	25	22	—	—	—	—	—

C mit kegelstumpfförmiger Schutzsenkung und geraden Laufflächen



R ohne Schutzsenkung mit gewölbten Laufflächen

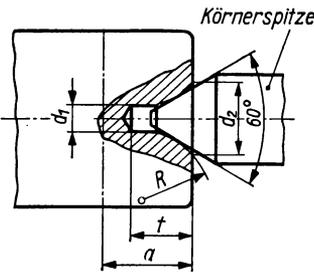


Bild 369. Darstellung von Zentrierbohrungen der Formen C und R

Form C							Form R			
d_1	a	b \approx	d_2	d_3	d_4	t Kleinstmaß	a	d_2	r	t Kleinstmaß
1	3,6	0,6	2,5	5,3	6	2,8	3	2,5	3,15	2,2
1,6	6	0,9	4	7,5	8,5	4,4	5	4	5	3,5
2,5	8,6	1,1	6,3	11,2	12,5	6,6	7	6,3	8	5,5
4	13,2	1,7	10	18	20	10,7	11	10	12,5	9
6,3	21	3,0	16	28	31,5	17	18	16	20	14
10	31,5	4,3	25	40	45	26,3	28	25	31,5	22

Nach TGL 0-332, Bl. 1 und Bl. 2 werden unterschieden:

Zentrierbohrungen 60°

Zentrierbohrungen 60° mit Gewinde.

Dem Verwendungszweck entsprechend ist anzugeben, ob die Zentrierbohrung am Fertigteil verbleiben muß, verbleiben darf oder nach Bearbeitung nicht verbleiben darf.

Die Kennzeichnung in der Zeichnung ist nach Bild 367 durchzuführen.

Bild 368 zeigt die nach TGL 0-332 festgelegten Formen A ohne Schutzsenkung mit geraden Laufflächen und B mit kegelförmiger Schutzsenkung und geraden Laufflächen. In der Tabelle sind die wichtigsten Maße der Zentrierbohrung A und B auszugsweise wiedergegeben. Das Maß a ist das Abstechmaß für die Fälle, in denen die Zentrierbohrung am fertigen Werkstück nicht verbleibt.

Weitere Ausführungen von Zentrierbohrungen sind in Bild 369 dargestellt und zwar die Formen C mit kegelstumpfförmiger Schutzsenkung und geraden Laufflächen und R ohne Schutzsenkung mit gewölbten Laufflächen.

Die bisher üblichen Zentrierbohrungen mit Senkwinkel 90° werden nicht mehr angewendet, da die verbreitete Ansicht, daß der Zentrierwinkel 90° für schwere Werkstücke besser geeignet sei, als der von 60°, sich bei genauer Untersuchung nicht aufrechterhalten läßt. Die Zentrierbohrungen 60° mit Gewinde sind notwendig zum Aufbringen von Aufdrück-

D mit Gewinde M 4 bis M 24

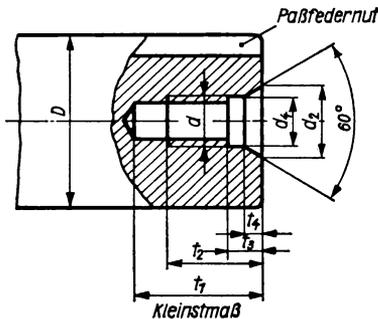


Bild 370. Darstellung der Zentrierbohrung der Form D

Durchmesserbereich D	Gewinde d	d_3	d_4	t_1 Kleinstmaß	t_2	t_3	t_4 ≈
über 10... 14	M 4	6,5	4,3	13	8,5	3,5 ^{+0,5}	2
über 14... 17	M 5	8	5,3	16	11	4,5 ^{+0,5}	2,5
über 17... 22	M 8	12	8,4	25	16,5	5,5 ^{+0,5}	3,2
über 22... 30	M 12	18	13	38	26	8 ⁺¹	4,5
über 30... 38	M 16	24	17	45	32	10 ⁺¹	6
über 38... 50	M 20	29	21	53	39	12 ⁺¹	7
über 50... 85	M 24	35	25	63	48	14 ⁺¹	9

und Abziehvorrichtungen sowie zur Befestigung von Zahnrädern, Kettenrädern, Riemen-
scheiben usw. in axialer Richtung. In Bild 370 ist diese Zentrierbohrung dargestellt, und die
Maße sind in einer Tabelle wiedergegeben.

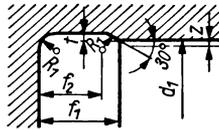
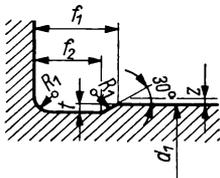
9.13. Freistichangabe

Vorwiegend bei abgesetzten Drehteilen werden zur weiteren Bearbeitung, z. B. zum
Schleifen, Freistiche vorgesehen, um für die Werkzeuge einen freien Auslauf zu erhalten.
Diese Freistiche können zur Verminderung der Kerbwirkung bei Überlängen auch an
anderen Werkstücken angewendet werden.

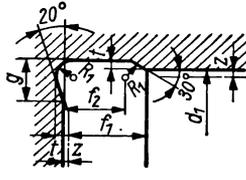
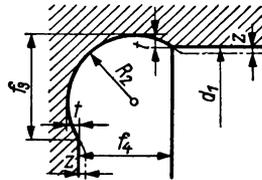
Außen-Freistiche

Innen-Freistiche

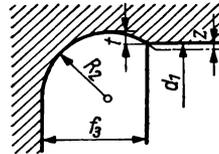
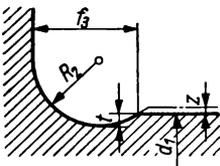
A Für eine Bearbeitungsfläche



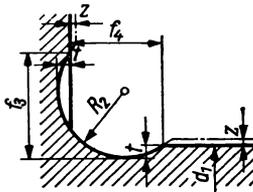
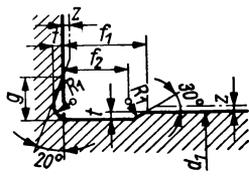
**B Für zwei rechtwinklig zueinanderstehende
Bearbeitungsflächen**



C Für eine Bearbeitungsfläche



**D Für zwei rechtwinklig zueinanderstehende
Bearbeitungsflächen**



für Freistiche Form A und B

f_1	t		f_2	$g \approx$	r_1
	Nenn- maß	zul. Abw.			
1	0,1	+ 0,05	0,8	0,5	0,2
2	0,2		1,5	1	0,4
4	0,3	+ 0,1	3,3	1,5	0,6
6	0,4		5,0	2,3	1

z Bearbeitungsugabe

für Freistiche Form C und D

r_2	t		$f_3 \approx$	$f_4 \approx$
	Nennmaß	zul. Abw.		
1	0,2		1,6	1,4
1,6	0,3	+ 0,1	2,5	2,2
2,5			3,7	3,4

z Bearbeitungsugabe

Bild 371. Darstellung der Freistiche nach TGL 0-509

Nach TGL 0-509 unterteilt man in Außen-Freistiche und Innen-Freistiche. Weiterhin sind die Formen der Freistiche festgelegt in:

A und C für eine Bearbeitungsfläche,

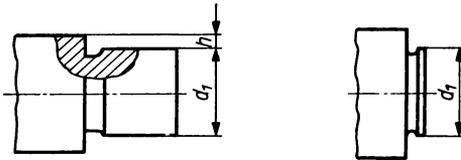
B und D für zwei rechtwinklig zueinanderstehende Bearbeitungsflächen.

Die Formen A und B sind für normale Beanspruchung, die Formen C und D für Bauteile mit höherer Wechselfestigkeit vorgesehen.

Bild 371 zeigt die Maße der einzelnen Freistiche nach TGL 0-509. Die in Tabellen angegebenen Maße gelten für das Fertigteil.

Die Zuordnung der Freistiche erfolgt zum Durchmesser d_1 des Werkstückes. Aus Fertigungsgründen können an einem Werkstück mit unterschiedlichen Durchmessern mehrere Freistiche mit gleichen Abmessungen ausgeführt werden (Verwendung gleicher Freistichstähle bei einem Werkstück).

Bild 372 zeigt die Zuordnung der Freistiche zu den jeweiligen Durchmessern.



d_1 Fertigmaß	t für Form		r_1	r_2	h Kleinstmaß für Form	
	A u. B	C u. D			B	D
bis 3	0,1	—	0,2	—	1,6	—
über 3...10	0,2	—	0,4	1	2	—
über 10...18		0,2				
über 18...30	0,3	0,3	0,6	1,6	2,5	4
über 30...80	0,4		1	2,5	3,2	5,5
über 80					4,5	7

Bild 372. Zuordnung der Freistiche zu den Durchmessern

Auf Zeichnungen sind die Freistiche zu zeichnen und zu bemaßen (Bild 373) oder, zwecks Einsparung von Zeichenarbeit, in vereinfachter Darstellung unter Verwendung von standardisierten Kurzzeichen anzugeben (Bild 374).

Als Kurzzeichen werden bei den Formen A und B der Formbuchstabe, die Breite f_1 und die Tiefe t , bei den Formen C und D der Formbuchstabe, der Halbmesser r_2 und die Tiefe t angegeben.

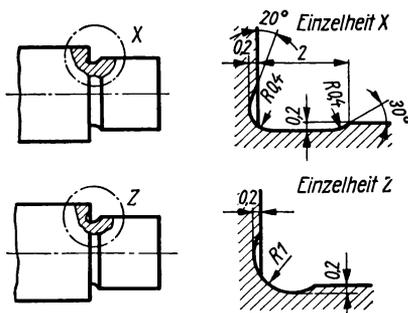


Bild 373. Bemaßte Darstellung der Freistiche

Beispiel: Freistich Form B
von Breite $f_1 = 2$ und Tiefe $t = 0,2$



Beispiel: Freistich Form D
von Halbmesser $R_2 = 1$ und Tiefe $t = 0,2$

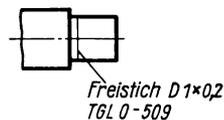


Bild 374. Vereinfachte Darstellung der Freistiche

9.14. Wärmebehandlung, Angabe auf Zeichnungen

Bei Teilen, die einer Wärmebehandlung unterzogen werden müssen, ist es unerlässlich, die notwendigen Angaben auf der Zeichnung zu vermerken. Angaben der Wärmebehandlung von Metallen auf Zeichnungen sind in TGL 5300 eindeutig festgelegt. Der nachfolgende Abschnitt stellt diesen Standard auszugsweise dar.

Alle Wärmebehandlungsangaben auf Zeichnungen beziehen sich stets auf den Endzustand des Werkstückes. Unkontrollierbare Wärmebehandlungen, wie z. B. „Altern“, „Spannungsfreiglühen“, „Normalglühen“ usw., sind möglichst zu vermeiden.

Wärmebehandlungsangaben werden zweckmäßig in der linken unteren Ecke der Zeichnung eingetragen (Bilder 375...379).

Die Art der Wärmebehandlung ist durch ihre Benennung entsprechend den Beispielen in den jeweiligen nachfolgenden Bildern anzugeben.

Die Benennung soll das Verfahren nur soweit kennzeichnen, als dies für den Endzustand oder für die Funktion des Werkstückes erforderlich ist.

Wird das gesamte Werkstück einer Wärmebehandlung unterworfen, dann genügt eine Wortangabe.

Wird das Werkstück nur örtlich wärmebehandelt, so ist hierfür ein Wärmebehandlungsbild, z. B. ein „Härtebild“ zu zeichnen und durch Wortangaben zu erläutern (Bilder 377.2 bis 377.4, 378.2, 378.4 und 378.5). Die Größe des Wärmebehandlungsbildes ist so zu wählen, daß die einer Wärmebehandlung zu unterziehenden Stellen eindeutig erkennbar sind. Einzelheiten der Darstellung, die für die Wärmebehandlung unwichtig sind, werden weggelassen. Falls es die Deutlichkeit erfordert, sind im Wärmebehandlungsbild mehrere Ansichten darzustellen; Schnittflächen erhalten in diesem Falle keine Schraffur.

Bei oberflächiger Wärmebehandlung sind im Wärmebehandlungsbild die zu behandelnden Flächen durch dicke Volllinien zu umranden (Bilder 377.2...377.4). Bei durchgehender örtlicher Wärmebehandlung sind die zu behandelnden Stellen des Werkstückes zu schraffieren (Bilder 378.2, 378.4 und 378.5). Die Richtung der Schraffurlinien ist stets auf die Gebrauchs-

lage der Zeichnung zu beziehen. Volllinien und Schraffuren sind über dem Bild zu erläutern. Werden von dem wärmebehandelten Werkstück bestimmte Eigenschaften verlangt, so sind diese anzugeben.

Das durch die Wärmebehandlung erzielte Ergebnis ist zu prüfen. Bei Einzelprüfung sind die vorgeschriebenen Sollwerte einzurahmen (Bild 378.5). Ist die Prüfung an einer bestimmten Stelle des Werkstückes vorzunehmen, so ist dies im Härtebild in der Draufsicht durch einen kleinen Kreis und durch eine Bezugslinie mit Pfeil, in der Seitenansicht nur durch eine Bezugslinie mit Pfeil zu kennzeichnen (Bild 377.2). Bei mehreren Prüfstellen oder unterschiedlichen Angaben ist sinngemäß zu verfahren (Bild 378.5).

Härtewerte sind bei Härtetiefen bis 0,6 mm vorzugsweise in Vickers (HV), bei Härtetiefen über 0,6 mm in Vickers oder Rockwell (HRC), erforderlichenfalls in beiden Werten anzugeben.

Härtewerte in Brinell (HB) sind statthaff bei Härten $\leq 400 \text{ kp/mm}^2$.

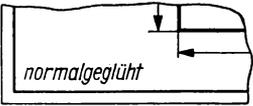
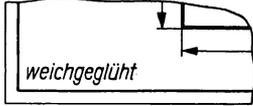
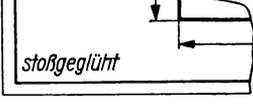
Art	Angaben auf Zeichnungen	Anwendungshinweise	
		Werkstoffe	Erläuterungen
Spannungsfreiglühen	 Bild 375.1	Eisenwerkstoffe, Nichteisenmetalle außer AlMg-Legierungen	Beseitigung von Guß-, Bearbeitungsspannungen und Spannungen nach dem Schweißen. Wortangabe auf Zeichnungen ist gegebenenfalls zu ergänzen, z. B.: „Nach dem Schweißen spannungsfreigelegt“.
Normalglühen	 Bild 375.2	Stähle mit Kohlenstoffgehalt $\leq 0,85\%$	Gefügeverfeinerung, Umwandlung von Walz- und Gußstruktur, Beseitigung der Grobkornbildung bei Schmiede- und Schweißteilen oder bei überhitztem Gefüge. Vollständige Kornneubildung, Verbesserung der Festigkeitseigenschaften. Wortangabe auf Zeichnungen ist gegebenenfalls zu ergänzen, z. B.: „Nach dem Schweißen normalgeglüht“.
Weichglühen	 Bild 375.3	Eisenwerkstoffe, Nichteisenmetalle außer AlMg-Legierungen	Korngröße bleibt unverändert. Nichtanwendbar für Schweißteile. Wortangabe auf Zeichnungen ist gegebenenfalls zu ergänzen, z. B.: „Vor dem Schrappen weichgeglüht“.
Stoßglühen	 Bild 375.4	AlMg-Legierungen	Anwendung an Stelle von Spannungsfreiglühen und Weichglühen bei AlMg-Legierungen.

Bild 375. Darstellung der Angaben beim Glühen

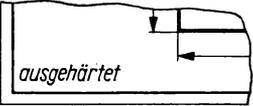
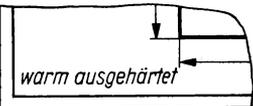
Art	Angaben auf Zeichnungen	Anwendungshinweise	
		Werkstoffe	Erläuterungen
—	 <p>Bild 376.1</p>	Berylliumbronze, AlCuMg-, AlMgSi- Legierungen, Kohlenstoffreies Eisen (magnetische Härte)	Anwendung, wenn Kalt- oder Warmaushärtung freigestellt ist.
Kalt aushärten	 <p>Bild 376.2</p>		Anwendung, wenn Warmaushärtung unzulässig ist (z. B. besitzen AlCuMg-Legierungen warmausgehärtet einen geringeren Korrosionswiderstand).
Warm aushärten	 <p>Bild 376.3</p>		AlZnMg G-AISI G-MgAl

Bild 376. Darstellung der Angaben beim Aushärten

9.15. Maßeintragung bei Drehteilen

Eine der wichtigsten Bearbeitungsarten ist das Drehen. Dies wird durch zylindrisch kreisende Spanabnahme erreicht. Dabei ist es gleichgültig, ob das Werkzeug fest steht und das Werkstück gedreht wird oder umgekehrt. Um bei dieser Bearbeitung eine hohe Wirtschaftlichkeit zu erreichen, ist nicht zuletzt die Maßeintragung dementsprechend vorzunehmen. Als Bezugsebene dienen zum Messen der Drehteile die Achse sowie die ebenen Fertigungsflächen. Zu beachten ist, daß bei einem Teil die Innen- und Außenmaße getrennt gehalten werden.

Bild 380 zeigt die Bemaßung eines Bolzenzapfens entsprechend den Arbeitsgängen auf der Drehmaschine.

Ein weiteres Beispiel zeigt Bild 381, in dem innere und äußere Maße eingetragene sind. Bei der Bemaßung und Bearbeitung zeigt sich, daß beide Maßarten unbedingt getrennt zu halten sind.

Zur vereinfachten Bearbeitung werden auch oft für das Vordrehen und Fertigdrehen verschiedene Zeichnungen angefertigt. Bei Serienfertigung wird dieses Verfahren angewendet, um für das Vordrehen weniger qualifizierte Arbeitskräfte einsetzen zu können. An der Maßeintragung in den Bildern 382 und 383 ist deutlich die Arbeitsfolge während der Bearbeitung zu erkennen.

Sind Drehteile in einer bestimmten Form herzustellen (Bild 384), so ist es bei größeren Stückzahlen zweckmäßig, einen Formstahl zu verwenden. Meist genügt es dann, in der Zeichnung die Bemaßung wegzulassen und nur die Nummer des Formstahles anzugeben.

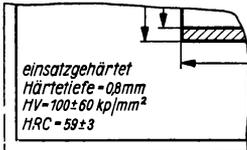
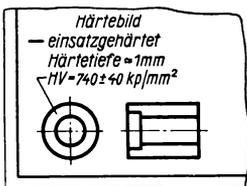
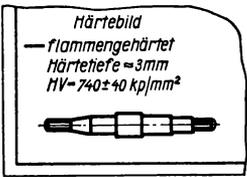
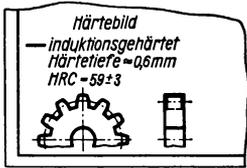
Art	Angaben auf Zeichnungen	Anwendungshinweise																			
		Werkstoffe	Erläuterungen																		
Einsatzhärten aller Flächen	 <p>Bild 377.1</p>	Einsatzstähle	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Härtetiefen mm</th> <th>Streubereich der Härtetiefen mm</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0,06</td><td>0,05 bis 0,08</td></tr> <tr><td>0,1</td><td>0,08 bis 0,16</td></tr> <tr><td>0,2</td><td>0,16 bis 0,25</td></tr> <tr><td>0,3</td><td>0,25 bis 0,4</td></tr> <tr><td>0,5</td><td>0,4 bis 0,6</td></tr> <tr><td>0,8</td><td>0,6 bis 1</td></tr> <tr><td>1,2</td><td>1 bis 1,6</td></tr> <tr><td>2</td><td>1,6 bis 2,5</td></tr> </tbody> </table>	Härtetiefen mm	Streubereich der Härtetiefen mm	0,06	0,05 bis 0,08	0,1	0,08 bis 0,16	0,2	0,16 bis 0,25	0,3	0,25 bis 0,4	0,5	0,4 bis 0,6	0,8	0,6 bis 1	1,2	1 bis 1,6	2	1,6 bis 2,5
	Härtetiefen mm		Streubereich der Härtetiefen mm																		
0,06	0,05 bis 0,08																				
0,1	0,08 bis 0,16																				
0,2	0,16 bis 0,25																				
0,3	0,25 bis 0,4																				
0,5	0,4 bis 0,6																				
0,8	0,6 bis 1																				
1,2	1 bis 1,6																				
2	1,6 bis 2,5																				
einiger Flächen	 <p>Bild 377.2 Härtebild</p>	Müssen nur einige Flächen hart sein, während die übrigen Flächen hart sein können, so ist u. U. zweckmäßiger, das Härten aller Flächen vorzuschreiben.																			
	Flammenhärten aller Flächen	Wortangabe sinngemäß nach Bild 377.1	<p>Die Anwendung des Flammen- und Induktionshärtens ist abhängig von den innerhalb des Betriebes zur Verfügung stehenden Einrichtungen; bei Zahnrädern außerdem von der Größe des Moduls.</p>																		
einiger Flächen	 <p>Bild 377.3 Härtebild</p>	Vergütungsstähle sowie für Flammen-, Induktions- oder Tauchhärten geeignete Stähle																			
Induktionshärten aller Flächen	Wortangabe sinngemäß nach Bild 377.1	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Härtetiefen mm</th> <th>Streubereich der Härtetiefen mm</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0,06</td><td>0,05 bis 0,08</td></tr> <tr><td>0,1</td><td>0,08 bis 0,16</td></tr> <tr><td>0,2</td><td>0,16 bis 0,25</td></tr> <tr><td>0,3</td><td>0,25 bis 0,4</td></tr> <tr><td>0,5</td><td>0,4 bis 0,6</td></tr> <tr><td>0,8</td><td>0,6 bis 1</td></tr> <tr><td>1,2</td><td>1 bis 1,6</td></tr> <tr><td>2</td><td>1,6 bis 2,5</td></tr> </tbody> </table>		Härtetiefen mm	Streubereich der Härtetiefen mm	0,06	0,05 bis 0,08	0,1	0,08 bis 0,16	0,2	0,16 bis 0,25	0,3	0,25 bis 0,4	0,5	0,4 bis 0,6	0,8	0,6 bis 1	1,2	1 bis 1,6	2	1,6 bis 2,5
Härtetiefen mm	Streubereich der Härtetiefen mm																				
0,06	0,05 bis 0,08																				
0,1	0,08 bis 0,16																				
0,2	0,16 bis 0,25																				
0,3	0,25 bis 0,4																				
0,5	0,4 bis 0,6																				
0,8	0,6 bis 1																				
1,2	1 bis 1,6																				
2	1,6 bis 2,5																				
einiger Flächen	 <p>Bild 377.4 Härtebild</p>	nur allflächig anwendbar																			
Tauchhärten	Wortangabe sinngemäß nach Bild 377.1	Nitrierstähle	—																		
Nitrierhärten	Wortangabe sinngemäß nach Bild 377.1																				

Bild 377. Darstellung der Angaben beim Oberflächenhärten

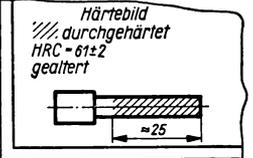
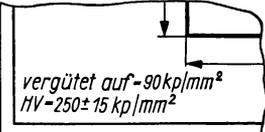
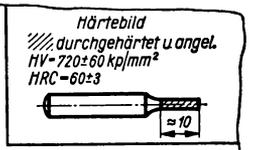
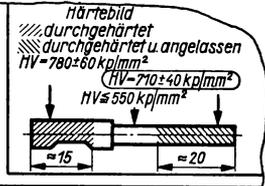
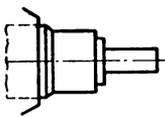
Art	Angaben auf Zeichnungen	Anwendungshinweise	
		Werkstoffe	Erläuterungen
Durchhärten und altern des gesamten Werkstückes	 <p>durchgehärtet HV=780±40 kp/mm² gealtert</p> <p>Bild 378.1</p>		
von Teilen des Werkstückes	 <p>Härtebild // durchgehärtet HRC=61±2 gealtert</p> <p>≈ 25</p> <p>Bild 378.2 Härtebild</p>		<p>Anwendung, wenn bei durchgehärteten Werkstücken eine nachträgliche Härteminderung und/oder ein Verziehen vermieden werden soll, z. B. bei Meßzeugen.</p> <p>Erreichbare Härte je nach Werkstoff HV = 500 kp/mm² bis 900 kp/mm².</p>
Durchhärten und anlassen des gesamten Werkstückes	 <p>vergütet auf=90 kp/mm² HV=250±15 kp/mm²</p> <p>Bild 378.3</p>	<p>Vergütungsstähle, Werkzeugstähle, Schnellarbeitsstähle</p> <p>sowie weitere für Durchhärten geeignete Stähle</p>	
von Teilen des Werkstückes	 <p>Härtebild // durchgehärtet u. angel. HV=720±60 kp/mm² HRC=60±3</p> <p>≈ 10</p> <p>Bild 378.4 Härtebild</p>		<p>Anwendung, wenn die beim Durchhärten erzielte Härte auf einen tieferliegenden Wert herabgesetzt werden soll, z. B. zur Minderung der Bruchgefahr und Sprödigkeit des Werkstückes.</p> <p>Härte ist abhängig vom vorgeschriebenen Werkstoff und von der Anlaßtemperatur.</p>
	 <p>Härtebild // durchgehärtet u. angelassen HV=780±60 kp/mm² (HV=710±40 kp/mm²) HV=550 kp/mm²</p> <p>≈ 15 ≈ 20</p> <p>Bild 378,5 Härtebild</p>		

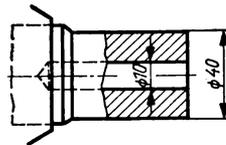
Bild 378. Darstellung der Angaben beim Durchhärten

Art	Angaben auf Zeichnungen	Anwendungshinweise	
		Werkstoffe	Erläuterungen
-		Vergütungsstähle	-

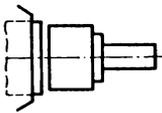
Bild 379. Darstellung der Angaben beim Vergüten



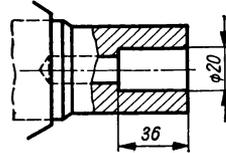
1. Bolenzapfen, kleiner Bund und größter Durchmesser vorgedreht



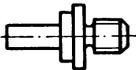
1. Drehen auf $\varnothing 40$ über 50 Länge
2. Loch bohren $\varnothing 10$ über 60 Tiefe



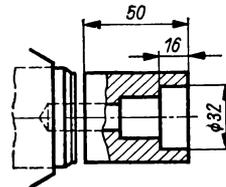
2. Alle Durchmesser und Stirnflächen schlichten,
 - a) Bolzen
 - b) kleiner Bund
 - c) größerer Durchmesser,
 - d) abstechen



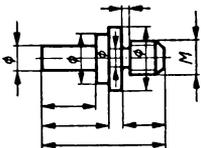
3. Ausdrehen auf $\varnothing 20$ und 36 Tiefe



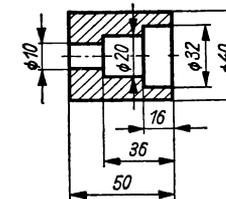
3. Zweite Seite (umspannen),
 - a) vordrehen
 - b) schlichten und einstechen,
 - c) Gewinde schneiden



4. Ausdrehen auf $\varnothing 32$ und 16 Tiefe, abstechen auf 50 Länge



4. Fertigteil



5. Fertigteil

Bild 380. Maßeintragung in der Reihenfolge der Arbeitsgänge

Bild 381. Maßeintragung in der Reihenfolge der Arbeitsgänge, innere und äußere Maße

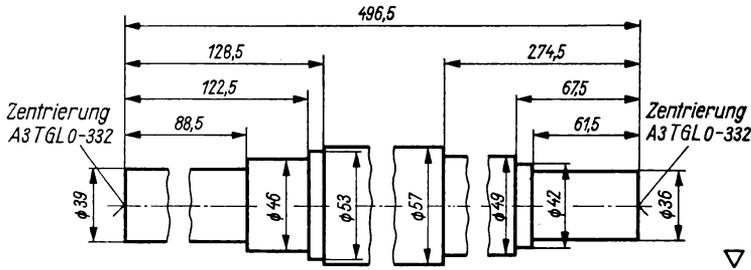


Bild 382. Motorwelle (Vordrehzeichnung)

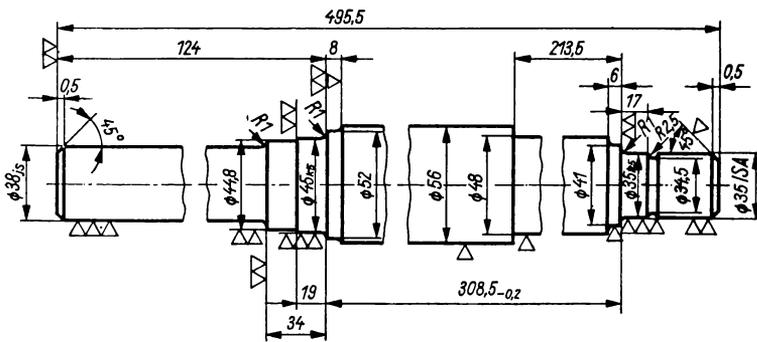


Bild 383. Motorwelle (Fertigdrehzeichnung)

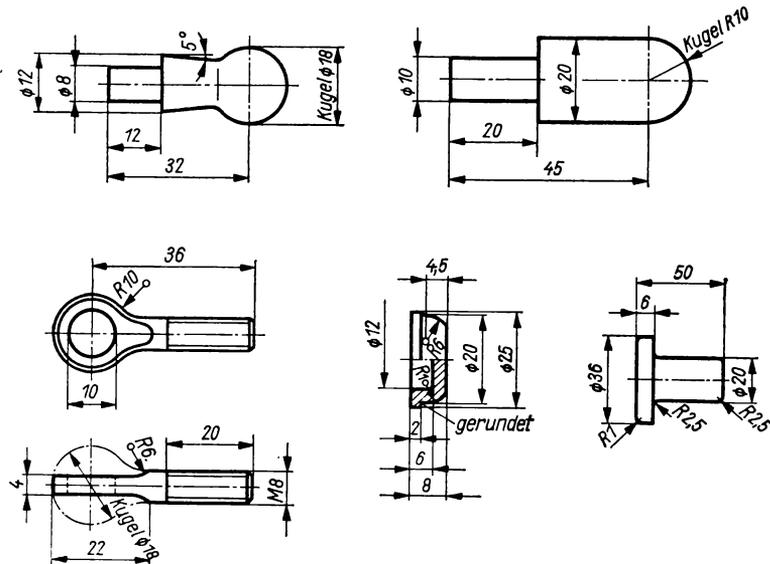


Bild 384. Bemaßung von Formdrehteilen

9.16. Maßeintragung bei Blechteilen

Grundsätzlich müssen Blechteile in ihrem Fertigzustand bemaßt sein. Das ist eine eindeutige Forderung von Funktion, Fertigung und Prüfung. Die Art der Bemaßung ist wegen der Verschiedenartigkeit der Blechteile entsprechend der jeweiligen Form und Fertigung eine andere. Während ebene und abgekantete Blechteile normal bemaßt werden können, muß bei gekrümmten Blechformteilen fast immer der Linienriß oder die Profilform mit zur Bemaßung herangezogen werden. Es ist stets der innere Biegehalbmesser anzugeben.

9.16.1. Biegehalbmesser bei Blechteilen

Um Ausschuß bei der Fertigung zu vermeiden, sind für kalt abgebogene (abgekantete) Bleche kleinstzulässige Biegehalbmesser einzuhalten. Richtwerte über Biegehalbmesser zeigt Bild 385. Kleinere Biegehalbmesser sind wegen des unwirtschaftlichen Warmbiegens möglichst zu vermeiden. Die Biegehalbmesser sind auch vom Werkstoff abhängig.

9.16.2. Ermittlung gestreckter Längen und Breiten

Da durch Einbeziehung der Biegehalbmesser bei Blechteilen die gewünschten Abmessungen veränderlich sind, ist es notwendig, die Abwicklung (gestreckte Länge und Breite) anzugeben. Eine Faustformel zur Ermittlung gestreckter Längen und Breiten zeigt Bild 386. Genaue Werte sind aus Bild 387 zu entnehmen. Da nach Abzug der jeweiligen Werte der Zuschnitt kürzer ist als die addierten Maße, spricht man in diesem Falle auch von einer Verkürzung.

Um das Errechnen der Verkürzungen zu vermeiden, kann die Verkürzung für die Praxis ausreichend genau aus dem Diagramm (Bild 387) abgelesen werden.

9.16.3. Abbohrlöcher in Zuschnitten abgebogener Bleche

Bei allen Blech- und Bandteilen, die kalt abgebogen werden, sind in der Abschnittecke Abbohrlöcher anzugeben (Bild 388). Durch diese Abbohrlöcher wird ein Einreißen während der weiteren Bearbeitung vermieden.

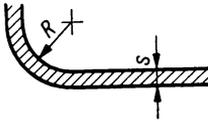
Bild 389 zeigt die Werte der Abbohrlöcher dem Biegehalbmesser zugeordnet. Werden bei Blechteilen die Stoßkanten nach dem Biegen verschweißt, sind kleinere Abbohrlöcher vorzusehen.

Abbohrlöcher sind auch vorzusehen, wenn V-förmige oder ähnliche sperrige Teile wegen Werkstoffersparnis erst nach dem Trennen abgebogen werden.

9.16.4. Zuschnittskizzen auf Zeichnungen

Für jedes Blechteil ist auf der Zeichnung eine schematische Skizze der wirtschaftlichsten Aufteilung in Band- oder Blechstreifen anzugeben (Bilder 388 und 391).

Bei den Zuschnittskizzen auf den Zeichnungen ist bei Biegeteilen die Walzfaser zu berücksichtigen. Sie muß entweder diagonal zur Abbiegung liegen (Bild 388) oder noch besser senkrecht zum Biegehalbmesser laufen (Bild 390). Liegt die Walzfaser in Richtung der Biegekante, entstehen oft Risse beim Abkanten.



Werkstoff	Blechdicke s											
	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	1,0	1,2	1,5	2,0	2,5	3,0	4,0
Halbmesser r (Kleinstmaß)												
St V												
St VI												
St VII	0,6	0,6	0,6	0,6	1,0	1,0	1,6	1,6	2,5	2,5	4,0	6,0
St VIII												
St X												
St 34	0,6	0,6	0,6	1,0	1,0	1,6	2,5	2,5	4,0	4,0	6,0	6,0
C 22												
C 45	1,0	1,0	1,0	1,0	1,6	1,6	2,5	2,5	4,0	4,0	6,0	10
C 60												
Mn-Stahl	1,0	1,0	1,0	1,0	1,6	1,6	2,5	2,5	4,0	4,0	6,0	10
Cr-Si-Al												
Cr-Mn-V	1,0	1,0	1,6	1,6	1,6	1,6	2,5	2,5	4,0	4,0	6,0	6,0
Stahl												
Messing	0,6	0,6	1,0	1,0	1,6	1,6	2,5	2,5	4,0	4,0	6,0	10
Al 99,5 F	0,6	0,6	0,6	0,6	1,0	1,0	1,6	1,6	2,5	2,5	4,0	4,0
Al-Cu-Mg F 38	0,6	0,6	1,0	1,0	1,6	1,6	2,5	2,5	4,0	4,0	6,0	10
Al-Cu-Mg F 39	1,0	1,0	1,6	1,6	2,5	2,5	4,0	4,0	6,0	6,0	10	10
Al-Cu-Mg F 44												
Al-Cu-Mg F 46	1,6	1,6	2,5	2,5	4,0	4,0	6,0	6,0	10	10	16	16

Bild 385. Richtwerte für Biegehalbmesser

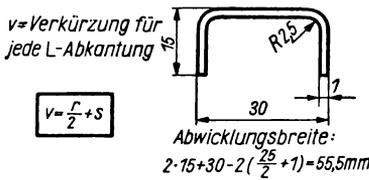


Bild 386. Faustformel zur Ermittlung der Verkürzung

Biegekanten können auf der Zeichnung, wie im Bild 388, durch Strichlinien (-/-/-/-) angegeben werden. Die Zuschnitte müssen so einfach wie nur möglich sein, damit in der Werkstatt wirtschaftlich gefertigt werden kann.

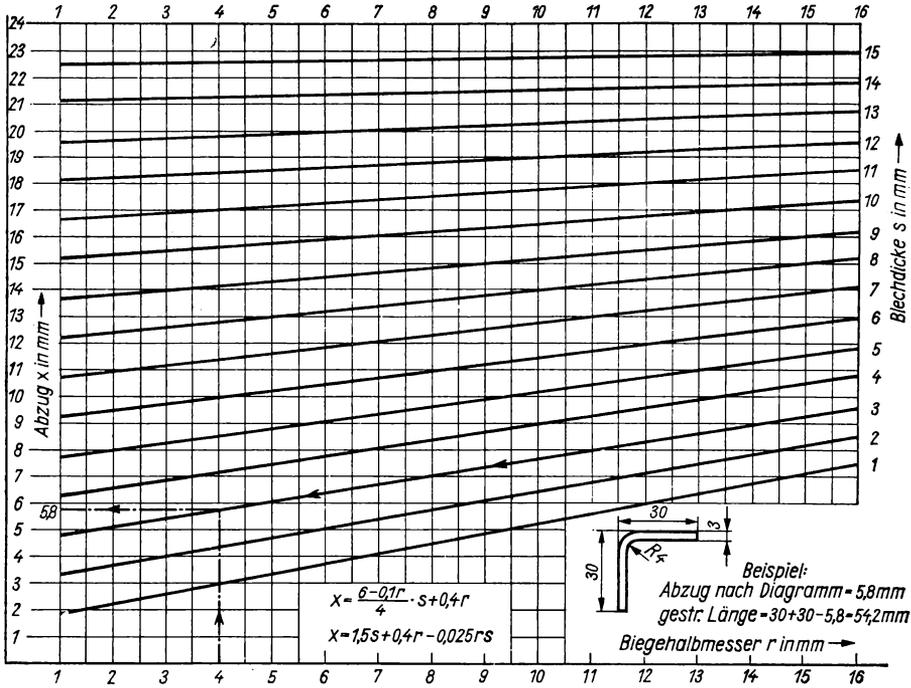


Bild 387. Diagramm zur Ermittlung der gestreckten Länge beim Biegen von Blechen

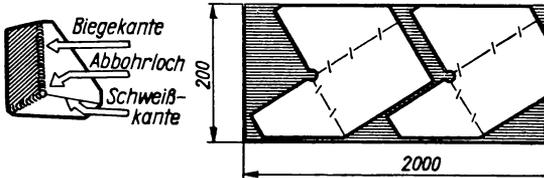


Bild 388. Darstellung des Abbohrloches

Lochdurchmesser d ¹⁾	2	3	4	5	6	8	10
Biegehalbmesser r	0,6	1	1,6	2,5	4	6	10
Lochdurchmesser d ²⁾	2			3		4	

Werte für d und r

- ¹⁾ Für nicht zu verschweißende Stoßkanten
- ²⁾ Für zu verschweißende Stoßkanten

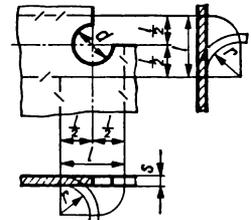


Bild 389. Richtwerte für Abbohrlöcher

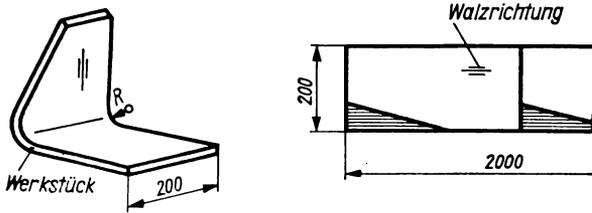


Bild 390. Angabe der Walzrichtung

9.16.5. Bemaßung von Blechteilen

Die Bemaßung ist von der wirtschaftlichen Ausnutzung des Halbzeuges abhängig. Bild 391 zeigt die Bemaßung eines Knotenbleches mit Angabe der Zuschnittsskizze. Die Blechdicke wird in das Blech eingeschrieben oder bei Platzmangel danebengesetzt. Ein weiteres Beispiel zeigt Bild 392. Fertigteil und Blechzuschnitt sind getrennt gezeichnet. Das fertige Teil und der Blechzuschnitt (Abwicklung) sind vollständig zu bemaßen. In der Abwicklung bemaßte Zuschnitte, die sich beim Abkanten nicht mehr verändern, brauchen im Fertigteil nicht bemaßt zu werden, um doppelte Maßeintragungen zu vermeiden. Wird die Abwicklung im Fertigteil gezeichnet, ist nach Bild 393 zu verfahren. Bei einfachen Teilen ist, wie Bild 394 zeigt, die gestreckte Länge anzugeben.

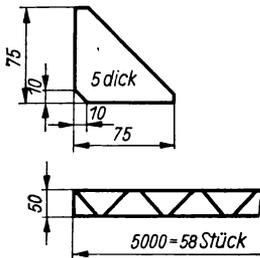


Bild 391. Bemaßung eines Knotenbleches

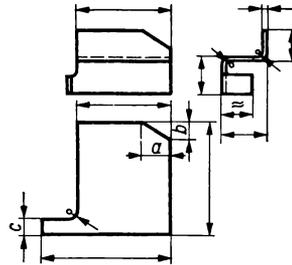


Bild 392. Blechfertigteil und Abwicklung (Maß a, b und c im Fertigteil nicht mehr erforderlich)

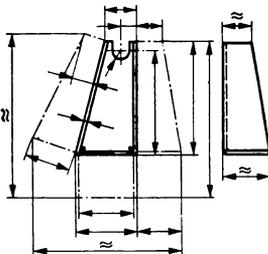


Bild 393. Abwicklung, im Fertigteil gezeichnet

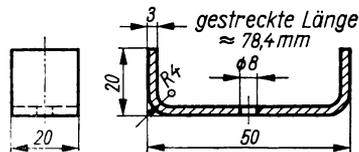
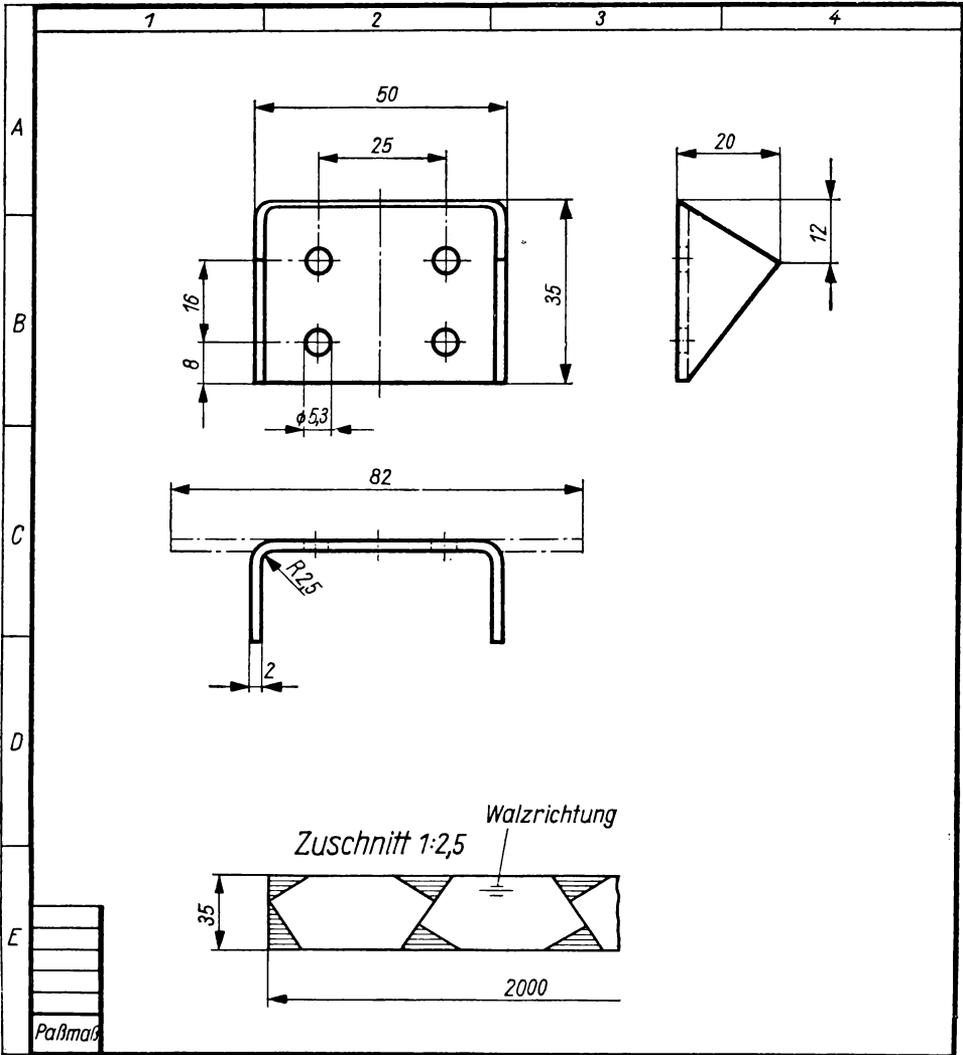


Bild 394. Angabe der gestreckten Länge



		Freimaßtoleranzen		0,048 kg	Bd 35×2 TGL 7976	St 38
		Tag	Name	Ecke		Maßstab 1:1 1:2,5
Bearb.	15.11.61	Träfer				
Gepr.	20.11.61	Mücke				
Stand	23.11.61	Köring				
		3835.1-04 2:5				
Ausgabe	Änderung	Tag	Name			

Bild 395. Bemaßung von Blechteilen

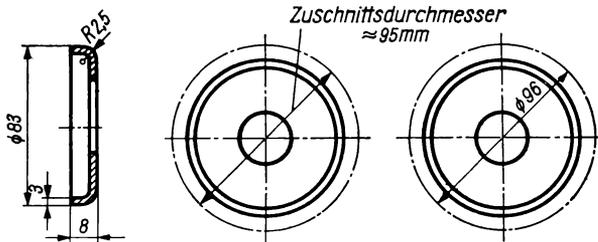


Bild 396. Zuschnittsdurchmesser bemaßt

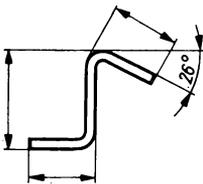
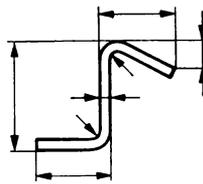
Bild 397. Winkelbemaßung
(nicht anwenden)

Bild 398. Koordinatenbemaßung

In Bild 395 ist eine Verbindungsecke eindeutig als Zuschnittsskizze bemaßt und dargestellt. Bei Blechteilen, deren genaue Abwicklung erst während der Fertigung durch Versuche bestimmt werden kann, wird der Zuschnitt mit den errechneten Maßen versehen. Diese Maße werden als Ungefährmaße bezeichnet. Die genauen, ermittelten Werte sind später nachzutragen (Bild 396).

Winkelbemaßungen bei Blechteilen, wie Bild 397 zeigt, sind nicht anzuwenden. Die Bemaßung ist mit Koordinatenmaßen wie im Bild 398 durchzuführen.

9.17. Maßeintragung bei Schmiedestücken

Der Begriff Schmiedestück wird für warmgeformte Bauteile gewählt.

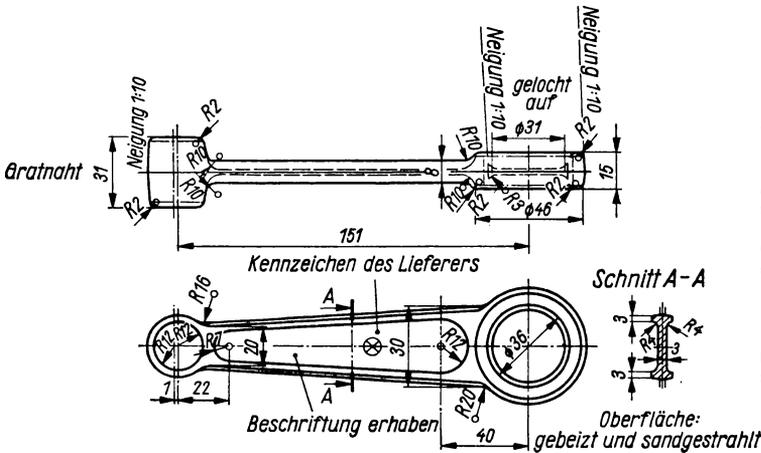
Nach dem Herstellungsverfahren unterscheidet man Freiformschmiedestücke und Gesenkschmiedestücke.

Ein *Freiformschmiedestück* wird durch ein nicht völlig umschließendes Werkzeug durch Schlag oder Druck bei Schmiedetemperaturen hergestellt.

Ein *Gesenkschmiedestück* wird im wesentlichen in Hohlformen (Gesenk) durch Schlag oder Druck bei großer Gleichmäßigkeit und Maßhaltigkeit bei Schmiedetemperatur hergestellt. Das Schmieden gehört in das Gebiet der spanlosen Formung und zählt somit zur wirtschaftlichen Bearbeitung. Es ist zweckmäßig, der Schmiede außer der Schmiedestückzeichnung eine Fertigteilzeichnung einzureichen. Die Blattgröße und der Maßstab dieser Zeichnung sollen möglichst übereinstimmen. In der Schmiedestückzeichnung sind folgende Angaben zu berücksichtigen:

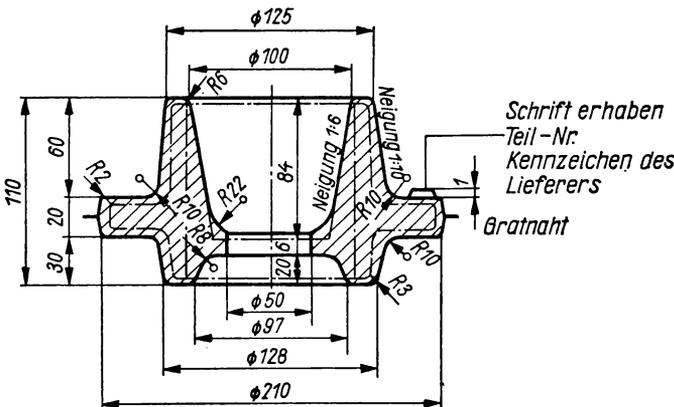
- a) Schmiedestückzeichnungen erhalten alle zur Herstellung des Schmiedestückes notwendigen Maße mit Angabe der zulässigen Abweichungen. Die Seitenschräge wird nicht in das Nennmaß einbezogen, es sei denn, daß es konstruktiv bedingt ist. Alle Maße beziehen sich auf das lieferfertige Schmiedestück.

- b) Die Umriss des Fertigteilcs werden strichpunktiert in die Schmiedestückform eingezeichnet, jedoch ohne Maße und Oberflächenzeichen.
- c) Wird ein Schmiedestück kalibriert oder vorbearbeitet verlangt, so ist es auch in diesem Zustand auf der gleichen Zeichnung darzustellen und der zusätzliche Arbeitsgang einzutragen, z. B. Schmiedestück vorbearbeitet.
- d) Werkstoffzugaben für Bearbeitung und Aufspannung sind vorzusehen. Die Querschnittsformen werden maßstäblich herausgezeichnet und vollständig bemaßt. Für die Schrägen ist bei Außenmaßen das kleinste, bei Innenmaßen das größte Maß und das Neigungsverhältnis einzutragen.
- e) Das Schmiedestück ist so zu zeichnen, wie es im Gesenk liegt; die Gratnaht ist festzulegen durch eine Linie in Strichdicke der Körperkanten und, wenn notwendig, zu bemaßen. Der Grat wird nicht gezeichnet.



C 35 vergütet
 Zulässige Maßabweichung nach Standard
 Zulässige Maßabweichung für Dicke und Breite + 0,5
 - 0,5
 Zulässige Maßabweichung für Länge + 0,5
 - 0,4
 Genehmigungsvermerk des Bestellers:

Bild 399. Verbindungshebel (Gesensmiedestück)



C 35 geglüht
 Zulässige Maßabweichung nach Standard
 Zulässige Maßabweichung für Dicke und Breite + 2,6
 - 1,4
 Genehmigungsvermerk des Bestellers:

Bild 400. Bundbuchse (Gesensmiedestück, kalt gelocht)

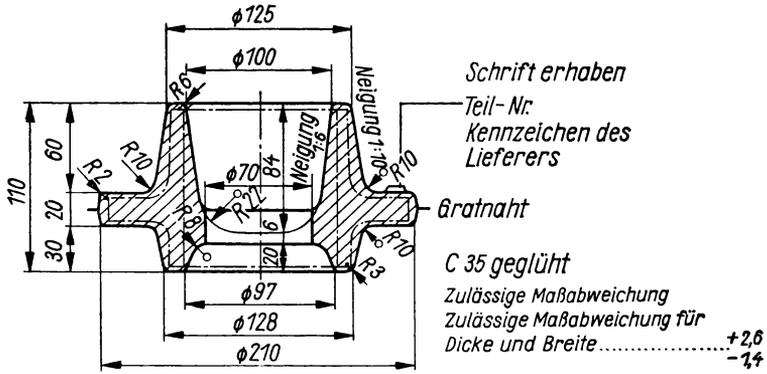


Bild 401. Bundbuhse (Gesenschmiedestück, warm gelocht)

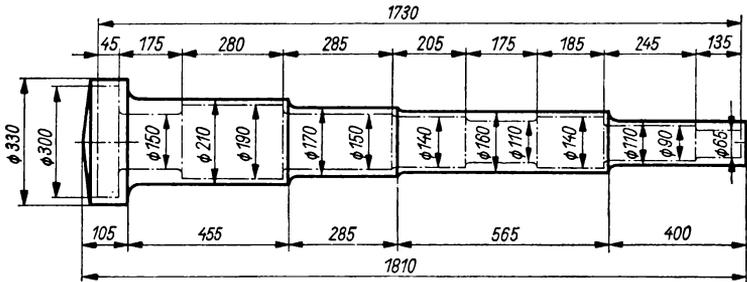


Bild 402. Flanschelle (freiformgeschmiedet)

f) Die genaue Wärme- und Oberflächenbehandlung ist auf der Zeichnung nach den jeweiligen Standards anzugeben.

Beispiele für Gesenschmiedestückzeichnungen zeigen die Bilder 399...401.

Bild 402 zeigt eine Freiformschmiedestückzeichnung. Verschiedenartiger Querschnittswechsel wird beim Freiformschmieden aus Fertigungsgründen nicht immer berücksichtigt.

9.18. Bemaßung bei Gußteilen

Die Gußteilzeichnung ist wie eine Einzelteilzeichnung auszuführen und nur so weit mit Maßen und Schnitten zu versehen, wie sie für die Herstellung des Modells und des Gußstückes notwendig sind, einschließlich der Bearbeitungszugaben. Die Ansichten und Schnitte sind eindeutig und übersichtlich zu halten, insbesondere die innere Durchbildung bei Hohlkörpern. Der Maßaufbau ist für Gußteil- und Fertigteilzeichnungen möglichst nach gleichen Gesichtspunkten und im Koordinatensystem durchzuführen.

Gradbemaßung ist auf Gußteilzeichnungen weitgehend zu vermeiden. In Ausnahmefällen soll sie nur dort angegeben werden, wo für eine lineare Bemaßung nur stark ver-

änderliche (Flächen mit Bearbeitungszugabe) oder sonst nur ungeeignete Ausgangs- und Festpunkte vorhanden sind.

Als Ausgangspunkte für die Bemaßung dienen Mittenebenen oder Ebenen unbearbeiteter Flächen, die zugleich als Anschlag für Prüf- und Bearbeitungsvorrichtungen dienen können. Sie sind in der Zeichnung als Bezugsebene zu kennzeichnen.

Häufig wiederkehrende Maß- und Abmaßangaben sind nur einmal in einem in der Nähe des Schriftfeldes anzubringenden Stempelaufdruck einzutragen, z. B.: Nicht besonders angegebene Maße:

Wanddicken-Toleranz
 Bearbeitungszugabe-Toleranz
 Kantenrundungen
 Hohlkehlenhalbmesser
 Wanddicken
 usw.

Die Bearbeitung von Flächen mit Bearbeitungszugabe ist in Umrissen unter Verzicht auf Einzelheiten mit strichpunktierten Linien einzuzeichnen.

Zur Kennzeichnung des Gußteiles ist an einer Fläche, die formtechnisch am geeignetsten ist, auf der Gußteilzeichnung folgender Stempelaufdruck anzugeben:

Werkstoff
 Herstellerzeichen
 in Mittelschrift · · TGL 0-1541 erhaben.

Bei Platzmangel kann auf die Angabe des Werkstoffes verzichtet werden.

Bild 403 zeigt eine Gußteilzeichnung. Die Zeichnungsnummer ist die gleiche wie bei der Fertigungsteilzeichnung, nur mit dem Zusatzbuchstaben „R“.

9.19. Oberflächenangaben

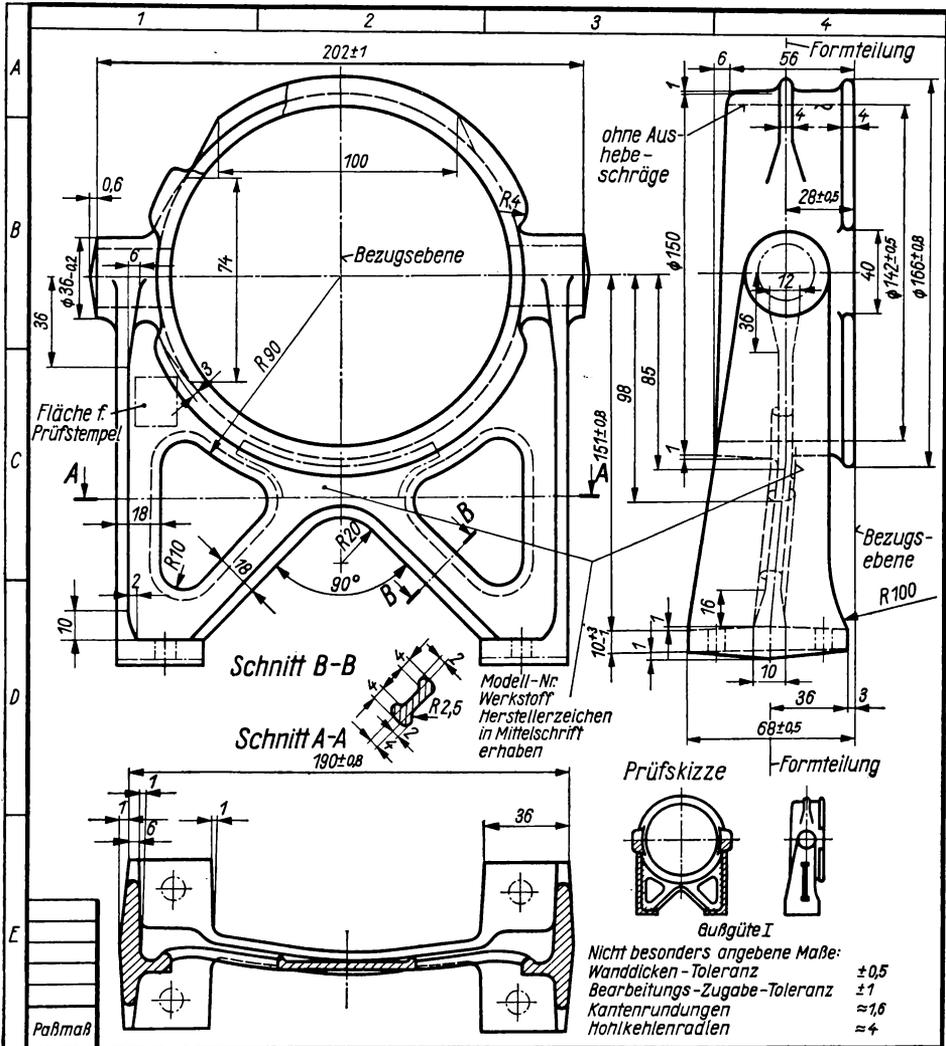
Oberflächenzeichen sind Kurzzeichen, die zur Erkennbarkeit der äußeren Struktur, der Werkstückoberfläche dienen. Sie geben die Oberflächenart (roh, bearbeitet, behandelt) und Oberflächengüte (Gleichförmigkeit, Glätte) an, wie sie der Betriebszweck oder das Aussehen verlangen. Die Oberflächen sowie Oberflächenzeichen sind in TGL 0-140 festgelegt.

Oberflächenarten

Oberfläche roh: Hierbei handelt es sich um Oberflächen an Werkstücken, die roh bleiben und durch Herstellungsverfahren, wie z. B. Walzen, Schmieden, Gießen usw. entstehen. In diesem Falle wird kein Oberflächenzeichen angegeben.

Müssen jedoch verbleibende Oberflächen der Werkstücke eine höhere Oberflächengüte erhalten, z. B. durch im Gesenk glätten, sauber schmieden, sauber gießen usw. ist an diesen Flächen das Ähnlichkeitszeichen „~“ anzubringen.

Oberfläche bearbeitet: Oft müssen Oberflächen an Werkstücken mit höherer Oberflächengüte spanend bearbeitet werden, wie z. B. durch Drehen, Fräsen, Schleifen, Feilen usw. Nach dem Grad der verlangten Oberflächengüte werden diese Flächen mit ein, zwei oder drei Dreiecken (∇ $\nabla\nabla$ $\nabla\nabla\nabla$) gekennzeichnet.



Gußgüte I
 Nicht besonders angegebene Maße:
 Wanddicken - Toleranz $\pm 0,5$
 Bearbeitungs - Zugabe - Toleranz ± 1
 Kantenrundungen $\approx 1,6$
 Hohlkehlenradien ≈ 4

				Freimaß-toleranzen		GG-22	
				Tag	Name	Lagerbock	
				Bearb.	Braunfeld		
				Gepr.	Kluger		
				Stand.	Kühnel	Maßstab 1:1	
				5344.3-025:4R			
Aus-gabe	Änderung	Tag	Name				

Bild 403. Gußteil-Zeichnungsbeispiel (Lagerbock)

Bildliche Andeutung von Oberflächen verschiedener Güte	Grad der Gleichförmigkeit	Grad der Glätte
	unvollkommen	unvollkommen
	gut	unvollkommen
	unvollkommen	gut
	gut	gut

Bild 404. Schema der Gleichförmigkeit und Glätte bei Oberflächen

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

Bild 405. Darstellung und Erläuterung der Oberflächenzeichen

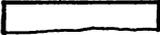
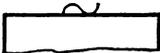
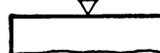
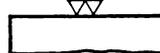
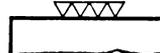
Oberflächenzeichen	Größte zulässige Rauhtiefe R in $\mu\text{m} = 0,001 \text{ mm}$	Bedeutung
ohne Zeichen 	beliebig	Oberflächen, an die keine bestimmten Anforderungen gestellt werden
	beliebig	Oberflächen, an die nur die Forderungen größerer Gleichmäßigkeit und besseren Aussehens gestellt werden
	160	Oberflächen mit einer Feingestalt, die die größte zulässige Rauhtiefe nicht überschreitet
	25	
	4	
	1	

Bild 406. Oberflächenzeichen mit Zuordnung zur Rauhtiefe

Oberfläche sonderbearbeitet: Ist eine Sonderbearbeitung der Oberfläche, wie z. B. durch Läppen, Schaben, Honen, Polieren usw. notwendig, so werden die Oberflächen durch Wortangaben an der Fläche bzw. am Oberflächenzeichen ($\sqrt{\text{poliert}}$ $\sqrt{\text{geschabt}}$) gekennzeichnet.

Oberflächengüte

Die jeweiligen Oberflächenzeichen legen hinsichtlich der Oberflächengüte einen gewissen Grad von Gleichförmigkeit und ebenso ein bestimmtes Maß von Glätte fest. Die Glätte der Oberfläche ist abhängig von Art und Aussehen der Bearbeitungsmerkmale, die das Bearbeitungsverfahren auf der Fläche hinterläßt. Bild 404 veranschaulicht die Gleichförmigkeit und Glätte bei Oberflächen.

Oberflächenzeichen für Oberflächenarten

Oberflächenzeichen geben grundsätzlich nur die Beschaffenheit, nicht aber das Bearbeitungsverfahren an.

In Bild 405 sind die einzelnen Oberflächenzeichen dargestellt sowie erläutert. Die zur Erklärung erwähnten Bearbeitungsverfahren sollen nur den Charakter der einzelnen Oberflächenzeichen erkennen lassen, da lediglich nur die Oberfläche, nicht das Bearbeitungsverfahren festgelegt werden soll.

In Vervollkommnung der Oberflächenangabe wurde bereits die Oberfläche der Werkstücke nach einer der Funktion entsprechenden Rauhtiefe angegeben. Bild 406 zeigt die Oberflächenzeichen mit Zuordnung zur Rauhtiefe.

Wird an einem Werkstück eine Passung oder Maßtoleranz angegeben, ist noch nicht das Entstehen einer bestimmten Oberflächengüte gewährleistet. Stets ist in diesem Falle das der angestrebten Oberflächengüte entsprechende Oberflächenzeichen einzutragen.

Wortangaben für Oberflächenarten

Sollen Oberflächen eines Teiles eine bestimmte Sonderbehandlung (gestrichen, vernickelt, glasiert, gezogen usw.) erhalten, so werden hierfür besondere Wortangaben benötigt. Die Wortangabe ist waagrecht zur Zeichenblatthauptlage und immer über die Bezugslinie zu schreiben (Bild 407).

Bei Wortangaben ist stets der Fertigungszustand anzugeben (geläpft, geschliffen, gestrichen, vernickelt, usw.), da die Zeichnung das Fertigteil darstellt. Weitere Beispiele von Wortangaben zeigt Bild 408.

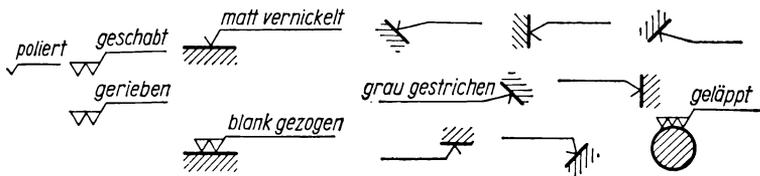


Bild 407. Eintragung der Wortangabe

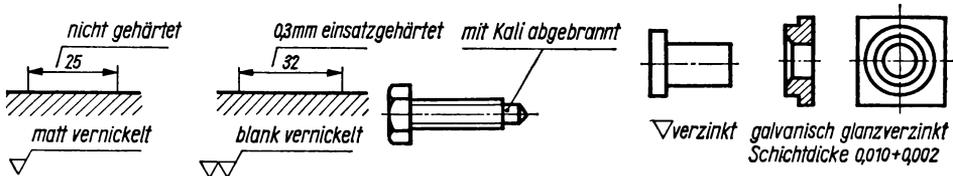


Bild 408. Beispiele für Wortangaben

Größe und Anordnung der Oberflächenzeichen auf Zeichnungen

Die Höhe der Oberflächenzeichen ist gleich oder etwas kleiner als die der Maßzahlen. Die Form der Oberflächenzeichen ist ein gleichseitiges Dreieck. Bei überwiegender gleicher Beschaffenheit der Oberfläche des dargestellten Werkstückes sind die Oberflächenzeichen rechts über das Schriftfeld und die außerdem noch vorkommenden in runde Klammern zu setzen (Bild 409). Wird das Oberflächenzeichen neben die Teilnummer gesetzt, so ist dieses Zeichen größer als sonst üblich ($\approx 1\frac{1}{2}$ fach), aber kleiner als die Teilnummer zu wählen (Bild 410).

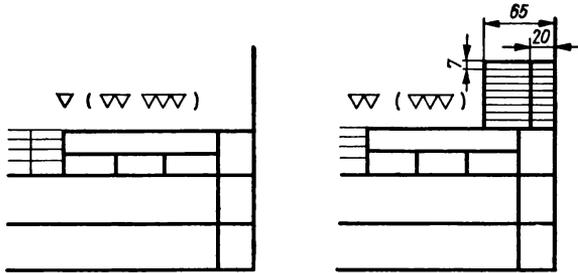


Bild 409. Angabe der Oberflächenzeichen

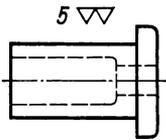


Bild 410. Oberflächenzeichen neben Teilnummer

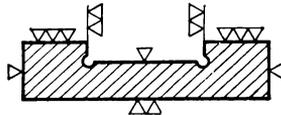


Bild 411. Oberflächenzeichen auf bearbeiteten Flächen

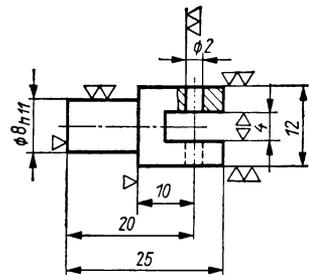


Bild 412. Oberflächenzeichen bei Platzmangel

Eintragung der Oberflächenzeichen

Die Oberflächenzeichen sind an den Linien einzutragen, die die zu bearbeitenden Flächen darstellen (Bild 411). Bei Platzmangel können sie auch an Hilfslinien in Verlängerung der Flächenlinien eingetragen werden (Bild 412). An unsichtbaren Kanten (gestrichelte Linien) sollen möglichst keine Oberflächenzeichen stehen. In diesem Fall ist die zu bemaßende Stelle auszubrechen (Bild 412). Oberflächenzeichen werden für eine Fläche nur einmal eingetragen, und zwar dort, wo die Fläche bemaßt wurde (Bild 412).

Löcher und Bohrungen, die aus dem Vollen gestanzt oder gebohrt werden, erhalten, sofern sie nicht weiter bearbeitet werden, kein Oberflächenzeichen (Bild 413). Das Bild zeigt, daß das vorgebohrte Loch 40 mm Dmr. durch Feinreiben weiterbearbeitet wird. Gewinde erhalten keine Oberflächenzeichen. Eingegossene Löcher werden mit einem Ähnlichkeitszeichen (\sim) gekennzeichnet (Bild 414).

Bei gerundeten Übergängen mit gleicher Oberflächengüte erfolgt die Eintragung der Oberflächenzeichen nach Bild 415.

Bei Drehkörpern sind Oberflächenzeichen nur an einer Mantellinie einzutragen (Bild 416). Bei den Berührungsflächen zusammengesetzter gezeichneter Teile sind Oberflächenzeichen nur einmal anzugeben, wenn für beide Teile die gleiche Oberflächenbeschaffenheit verlangt wird (Bild 417).

Bei Gegenständen, bei denen nur ein Teil der Oberfläche eine bestimmte Güte hat oder eine zusätzliche Behandlung erfährt, ist der Geltungsbereich des Oberflächenzeichens zu bemaßen (Bild 418).

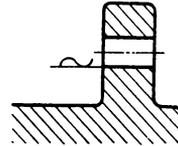
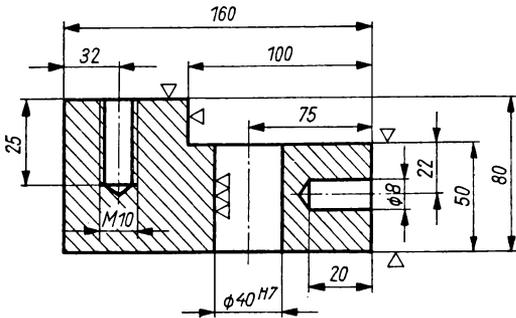


Bild 413. Eintragung der Oberflächenzeichen bei Löchern, Bohrungen, Gewinden

Bild 414. Oberflächenzeichen bei eingegossenen Löchern

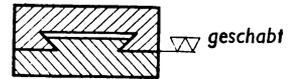
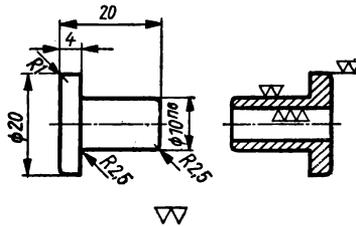
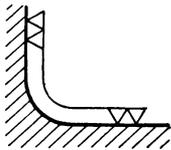


Bild 415. Oberflächenzeichen an gerundeten Übergängen

Bild 416. Eintragung der Oberflächenzeichen bei Drehkörpern

Bild 417. Oberflächenzeichen bei zusammengesetzten Teilen

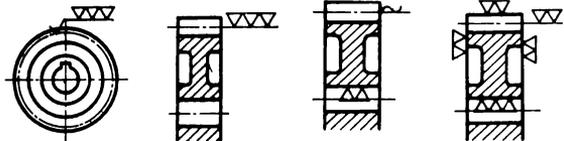
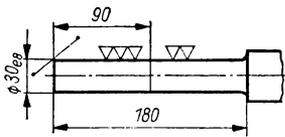


Bild 418. Angabe des Geltungsbereiches für Oberflächenzeichen

Bild 419. Oberflächenzeichen bei Zahnrädern

Zur Angabe der Oberflächenbeschaffenheit von Zahnflanken, die in der Zeichnung nicht dargestellt sind, sind Oberflächenzeichen an die Teilkreislinie zu setzen, und zwar entweder in der Ansicht- oder der Achsschnittdarstellung. Bei kleinen Darstellungen kann die Eintragung mittels Bezugshakens erfolgen (Bild 419).

Für Oberflächen an keramischen Werkstücken im fertiggebrannten Zustand sind sinngemäß die gleichen Grundsätze, Oberflächenzeichen und Wortangaben, wie sie für Oberflächen an Werkstücken aus Metall nach TGL 0-140, Bl. 1...3, festgelegt sind, anzuwenden, mit Ausnahme der Glasierung und Oberflächen mit leitendem Belag.

Beispiele der Oberflächenzeicheneintragung

Bei allen bearbeiteten Teilen ist, soweit festigkeits- und funktionsmäßig möglich, das Oberflächenzeichen für die geringste Oberflächengüte anzugeben. Die Bilder 420...426 zeigen Eintragungsbeispiele der Oberflächenzeichen.

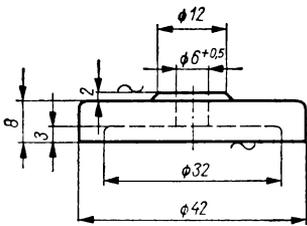


Bild 420. Nichtbearbeitete Oberflächen mit dem Zeichen „~“

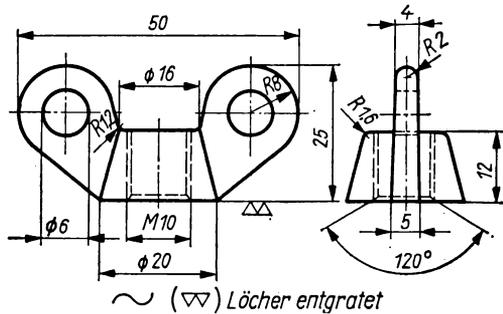


Bild 421. Nichtbearbeitete Oberflächen mit dem Zeichen „~“

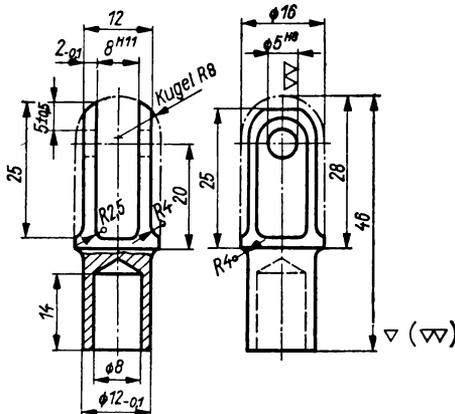
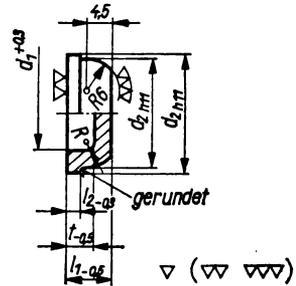


Bild 422. Teile mit dem Oberflächenzeichen „▽“



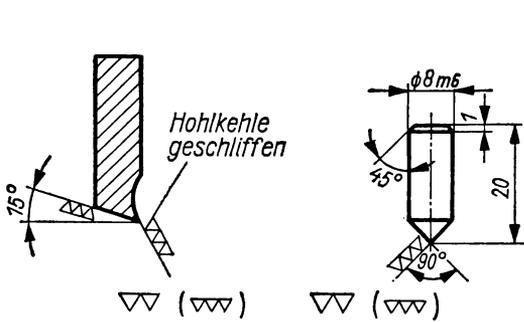


Bild 423. Teile für Schneid- und Stanzwerkzeuge mit dem Oberflächenzeichen „▽▽“

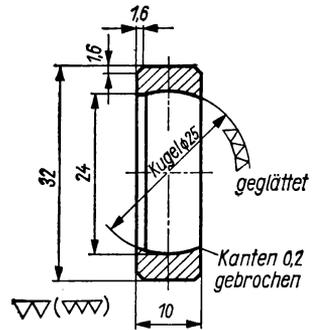


Bild 424. Anlageflächen mit dem Oberflächenzeichen „▽▽“

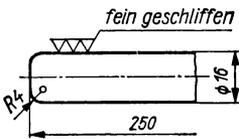


Bild 425. Nachbearbeitete Oberflächen mit dem Oberflächenzeichen „▽▽▽“

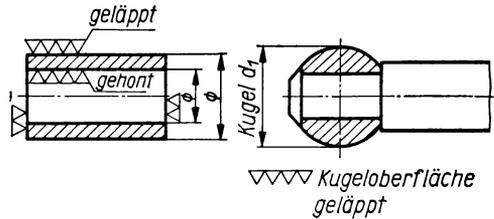


Bild 426. Teile mit dem Oberflächenzeichen „▽▽▽“ und Nacharbeit

9.20. Schraffuren

Schnittflächen sind im allgemeinen ohne Rücksicht auf den Werkstoff nur mit dünnen Volllinien möglichst unter 45° zur Achse oder zu den Hauptumrissen zu schraffieren. Für die Ausführung von Schnittdarstellungen ist TGL 9727, Bl. 1, maßgebend. Durch Schraffieren unter 45° und die Werkstoffangabe im Schriftfeld auf Zeichnungen ist der Werkstoff eindeutig bestimmt. Nur wenn besondere Notwendigkeit vorliegt, sind die in Bild 427 dargestellten Schraffuren anzuwenden, die aber die genaue Werkstoffangabe auf Zeichnungen und anderen Fertigungsunterlagen nicht ersetzen. Der Abstand der Schraffurlinien, Striche, Kreise und Punkte ist der Schriftflächengröße anzupassen und soll so groß wie möglich ausgeführt werden.

9.21. Werkstoffangaben

Um Rückfragen und Ausschub in der Fertigung zu vermeiden ist es wichtig, bei der Zeichnung auf eine standardgerechte Halbzeug- und Werkstoffeintragung zu achten. Werkstoff und Halbzeug sowie dessen Abmessungen werden vom Konstrukteur festgelegt. Bei Halbzeugen und Werkstoffen, die nach Standards ausgewählt sind, ist in jedem Falle

die standardgerechte Bezeichnung gemäß dem auf dem Standardblatt angegebenen Bezeichnungsbeispiel einzutragen.

Die Werkstoffangabe ist im Schriftpfeld der Zeichnung durchzuführen.

Die Eintragung „GGL – 25“ besagt, daß es sich hier um den Werkstoff Grauguß mit einer Zugfestigkeit von etwa 25 kp/mm² handelt.

Die Eintragung „37 Mn Si 5 TGL 6547“ besagt, daß es sich hier um einen mangansiliziumlegierten Vergütungsstahl mit etwa 0,37% C, 1,25% Mn und 1,25% Si nach TGL 6547 handelt.

Die Eintragung „4 kt 10 TGL 11 160 St 42 KTGL 0-1652“ besagt, daß es sich hier um einen Vierkantstahl nach TGL 11160 mit dem Werkstoff Automatenstahl St 42 KTGL 0-1652 handelt.

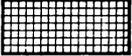
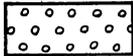
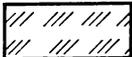
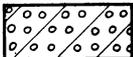
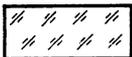
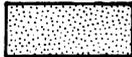
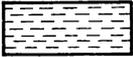
Werkstoff	Art der Darstellung	Werkstoff	Art der Darstellung
Metallische Werkstoffe (z. B. Stahl, Stahlguß, Grauguß, Kupfer, Bronze, Messing, Zink, Leichtmetall)		Marmor, Schiefer, Porzellan	
Nichtmetallische Werkstoffe (z. B. Filz, Fiber, Gummi, Leder, Preßstoff, Füllstoff)		Ziegelmauerwerk	
Elektrische Wicklungen		Unbewehrter Beton	
Durchsichtige und durchscheinende Werkstoffe (z. B. Glas, Zellon, Zelluloid)		Bewehrter Beton, Stahlbeton	
Optisches Glas		Schamotte und feuerfeste Steine	
Holz (Hirnholz, Längsholz)		Erdreich	
Gesinterte Werkstoffe (z. B. Schleifscheiben)		Flüssigkeiten	

Bild 427. Schraffuren zur Kennzeichnung von Werkstoffen (TGL 977z Bl. 4)

9.22. Schriftfeld

Zur Zusammenfassung schriftlicher Angaben auf Zeichnungen und Stücklisten benutzt man das Schriftfeld. Das Zeichnungsschriftfeld ist mit den Außenmaßen 185×51 mm für alle Formate in einer Größe in TGL 0-6771 festgelegt.

Durch Einfachheit und Zweckmäßigkeit hat sich dieses Schriftfeld gut eingeführt (Bilder 428 und 429).

Beim Ausfüllen des Zeichnungsschriftfeldes sind folgende Hinweise zu beachten:

Aus der Benennung muß die Art des gezeichneten Gerätes, des Bauelementes, der Gruppe oder des Teiles eindeutig zu erkennen sein.

Zeichnungs-Nr. ist die Nummer der Zeichnung; sie ist gleich der Sachnummer in der Stückliste.

In das Feld Ersatz können Hinweise auf andere Konstruktionen eingetragen werden, z. B. Ersatz für . . . , Ersetzt durch . . . usw.

Halbzeug und Werkstoff, aus denen das Werkstück hergestellt werden soll, sind mit ihren standardisierten Bezeichnungen einzutragen.

Das Feld für Masse kann in Betrieben, die Masseangaben nicht benötigen, für sonstige Angaben benutzt werden, z. B. für Unterschriften der Werkleitung.

Als Freimaßtoleranzen sind die zulässigen Abweichungen für freie Maße (Maße ohne Toleranzangabe), z. B. nach TGL 2897, einzutragen.

Bearb., Gepr., Stand. Die Namen der Ausführenden sind gut lesbar einzusetzen.

Als Maßstab ist der Hauptmaßstab einzutragen; jedoch sollten auch die Nebenmaßstäbe angegeben werden.

Registr.-Zeichen dienen zur Kennzeichnung von Pausen oder Zweitoriginalen.

Die Änderung ist möglichst in einer von der Zeichnung getrennten Änderungsmitteilung zu beschreiben. In der Spalte „Änderung“ sind dann nur die Nummer der Änderungsmitteilung und die Feldbezeichnung einzutragen. Die Ausgabe (Änderungszustände) der Zeichnung ist in der Spalte „Ausgabe“ durch arabische Ziffern zu kennzeichnen. Für eine Eintragung können zwei Zeilen benutzt werden.

Um die Übersichtlichkeit der Zeichnungen zu gewährleisten und langes Suchen nach Hinweisen zu vermeiden, sollen alle weiteren schriftlichen Hinweise (Verzahnungsstempel, Toleranzangaben, Oberflächenzeichen usw.) in der Höhe des Schriftfeldes eingetragen werden (Bilder 430 und 431).

				Freimaß- toleranzen Tgl 2897 mittel		Elektrostahl Cr-Va legiert
				Tag	Name	Sägeblatt
				Bearb. 18.8.61	W. K. K. K.	
				Gepr.		
				Stand 25.8.61	K. K. K. K.	
						3581.1-060:52
Aus- gabe	Änderung	Tag	Name			

Bild 428. Zeichnungsschriftfeld

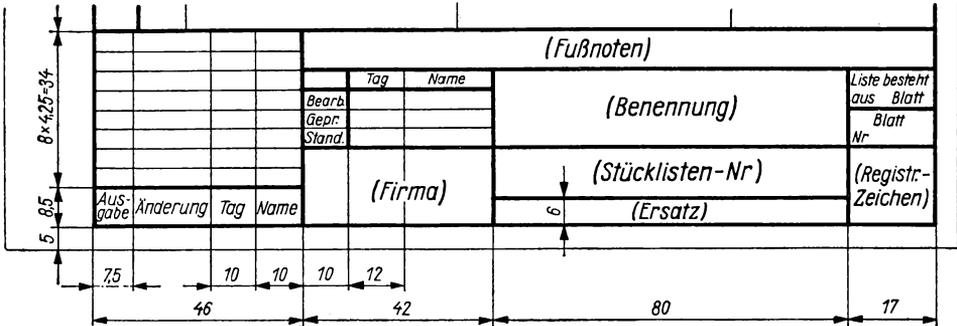


Bild 429. Stücklistenschriftfeld

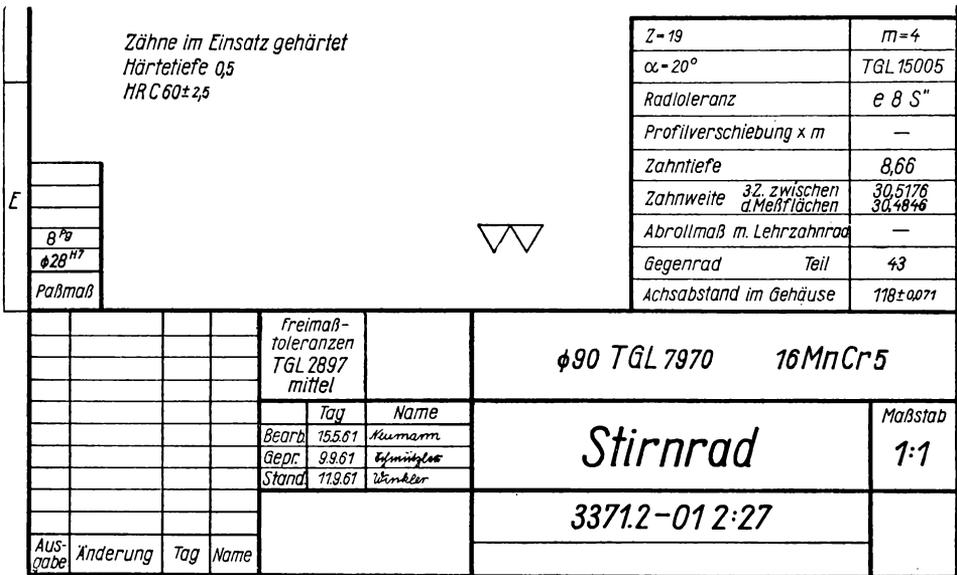


Bild 430. Schriftfeld für Stirnrad

9.23. Benennungen

Die Benennung der Teile soll eindeutig sein. Es ist nicht die Herstellung, sondern die Verwendung maßgebend, z. B. Abstandbuchse statt Drehteil, Längsträger statt U-Profil, Schutzkappe statt Preßteil usw. Soweit Benennungen standardisiert sind, sind diese zu verwenden. Deutsche Benennungen sind zu bevorzugen, z. B. Abstandhalter statt Distanzstück.

E	Diagramm 1mm=1kg				Federnde Windungen		16	
					Angegebene Wind. je Ende		1	
					Windungssinn		rechts	
					Gestreckte Drahtlänge		1030	
					Gleitmaß in kp/mm ²		8300	
Paßmaß								
				Freimaß- toleranzen TGL 2897 mittel		Federstahldraht 32B-TGL 14193		
				Tag		Name		
				Bearb. 25.4.61		Zaumann		
				Gepr. 26.4.61		Dankler		
				Stand. 28.4.61		Kühnle		
						Zugfeder		Maßstab 1:1
						3132.1-01 1:5		
Aus- gabe	Änderung	Tag	Name					

Bild 431. Schriftfeld für Zugfeder

Eine Werkstoffangabe in Verbindung mit der Benennung ist nicht zulässig, z. B. Scheibe statt Messingscheibe.

Grundsätzlich muß die Benennung auf der Zeichnung mit der in der Stückliste übereinstimmen.

9.24. Bemerkungen auf Zeichnungen

Im allgemeinen sollen Bemerkungen auf Zeichnungen vermieden werden. Technologische Hinweise sind in jedem Falle unzulässig. Wo sich Bemerkungen durch zeichnerische Darstellungen nicht ersetzen lassen, müssen sie in der Form der Vergangenheit abgefaßt werden, z. B. Kanten gebrochen statt Kanten brechen, eloxiert statt eloxieren (siehe auch Abschnitt 9.19.).

Solche Angaben sind möglichst über das Schriftfeld zu setzen, z. B. Oberflächenzeichen, Passungen, Vergütungsvermerke und weitere Hinweise.

Diese Angaben sind in Tusche mit schräger Schrift für Zeichnungen nach TGL 0-16 einzutragen. Bei Verwendung von Stempeln sind diese mitschwarzer Stempelfarbe gutleserlich einzusetzen (Bilder 430 und 431).

10. Darstellungen von geänderten Standardteilen

Bei der Aufstellung von Bauunterlagen sind Teile, die durch Abwandlung von Standardteilen, z. B. durch Biegen, Beschlichten, Abschneiden, Eindrehen usw. entstehen, herauszuzeichnen. Dabei werden nur die Maße eingetragen, die zur weiteren Bearbeitung des Standardteiles benötigt werden. Im Schriftfeld ist in der Spalte „Halbzeug“ die Bezeichnung des Standardteiles anzugeben (Bild 432).

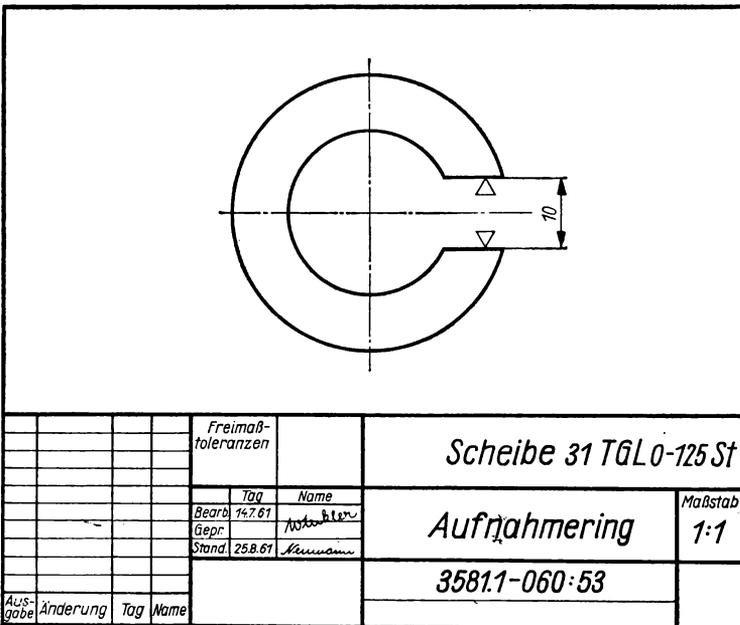
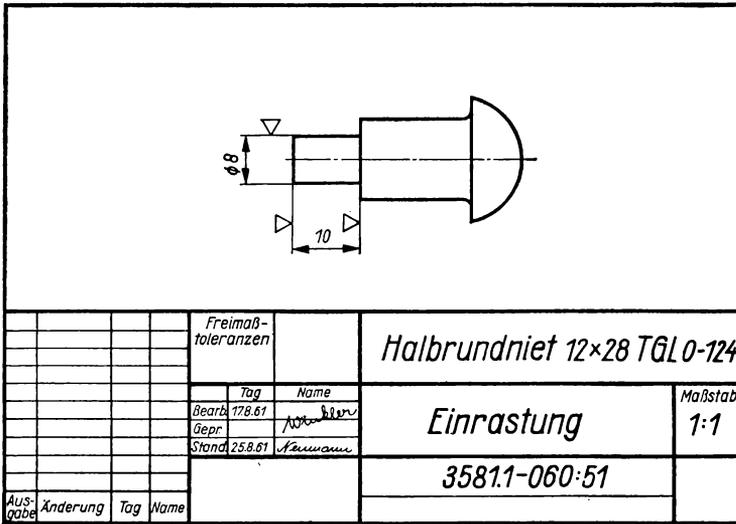


Bild 432. Darstellungen geänderter Standardteile

11. Sinnbilder und Standardteile für Zeichnungen

11.1. Keile, Paßfedern

11.1.1. Keile

Durch Keile werden Spannungsverbindungen erzeugt, die sich bei Bedarf wieder lösen lassen. Die Spannung wird durch Anzug der Keile erreicht. Keilverbindungen werden angewendet bei Riemenscheiben, Zahnrädern usw., wenn große Drehmomente übertragen werden sollen. Die gebräuchlichen Keilarten sind standardisiert. Die einzelnen Abmessungen der Keile sind den Wellendurchmessern zugeordnet.

Tangentkeile dienen zur Übertragung sehr großer Kräfte und werden stets paarweise angeordnet. Im allgemeinen werden die Tangentkeilpaare um 120° versetzt angebracht. In Ausnahmefällen ist ein Versatz um 180° zulässig. Bild 433 zeigt Tangentkeilnuten für normale Anwendungsfälle, Bild 434 zeigt Tangentkeilnuten für stoßartigen Wechseldruck. Bei Keilen werden zwei Ausführungen verwendet. Dabei handelt es sich um:

die Ausführung A rundstirnig (Einlegekeil)
und Ausführung B geradstirnig (Treibkeil).

Bild 435 zeigt diese Ausführungen sowie die Anordnung der Bemaßung.

Weitere Keilarten sowie deren Bemaßung zeigen die Bilder 436...440.

Für Anschlußmaße, insbesondere von Wellenenden, ist die Zuordnung des Keilquerschnittes zu den Wellendurchmessern unbedingt einzuhalten.

In den Werkstattzeichnungen können nebeneinander die Maße t_1 und $(d - t_1)$ sowie t_2 und $(d + t_2)$ eingetragen werden. In den meisten Fällen werden jedoch die Maße t_1 und $(d + t_2)$ genügen.

11.1.2. Paßfedern

Im Gegensatz zu den Spannungsverbindungen der Keile sind Paßfedern Mitnehmerverbindungen. Die hier zu übertragenden Kräfte werden durch die Seitenflächen der Paßfedern aufgenommen. Im Maschinenbau werden rundstirnige und geradstirnige Paßfedern unterschieden. Weiterhin werden diese ohne bzw. mit Halteschrauben oder mit Halteschraube und zwei Abdrückschrauben verwendet. Bild 441 zeigt die standardisierten Ausführungen der Paßfedern sowie deren Bemaßung.

Für Anschlußmaße, insbesondere von Wellenenden, ist die Zuordnung der Paßfederquerschnitte zu den Wellendurchmessern unbedingt einzuhalten.

In den Werkstattzeichnungen sind nebeneinander die Maße t_1 und $(d_1 - t_1)$ sowie t_2 und $(d_1 + t_2)$ einzutragen.

11.1.3. Scheibenfedern

Auch Scheibenfedern sind Mitnehmerverbindungen ohne Anzug. Sie haben die Form eines Kreisabschnittes, werden jedoch wegen der relativ tiefen Nut (Schwächung der

Welle) selten angewendet. Bild 442 zeigt die Form der Scheibenfeder sowie deren Bemäßung.

Die Zuordnung zu den Wellendurchmessern sowie die Maßeintragung ist analog den Keilen und Paßfedern durchzuführen.

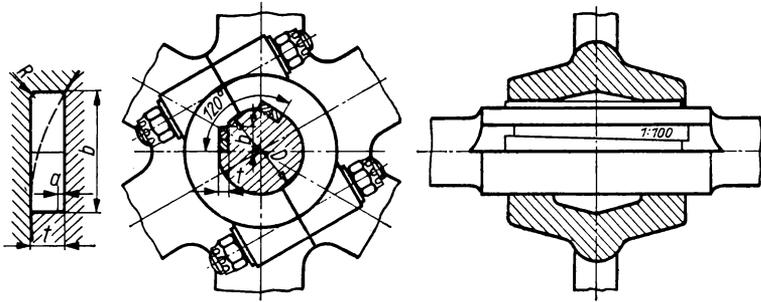


Bild 433. Tangentkeilnuten

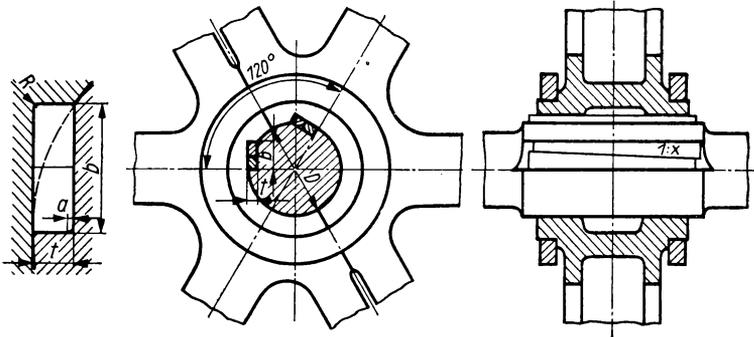


Bild 434. Tangentkeilnuten für stoßartigen Wechseldruck

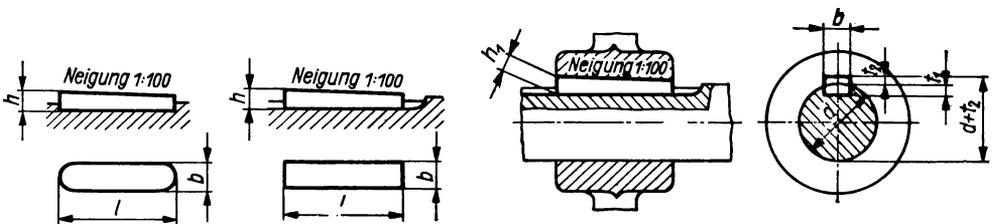


Bild 435. Keile nach TGL 9501

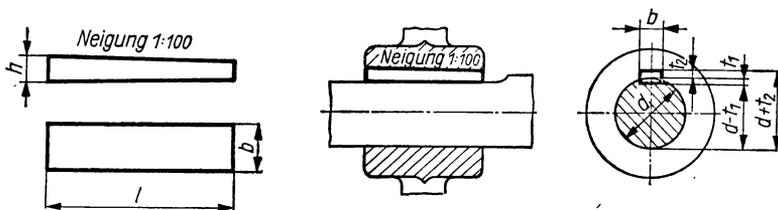


Bild 436. Flachkeile

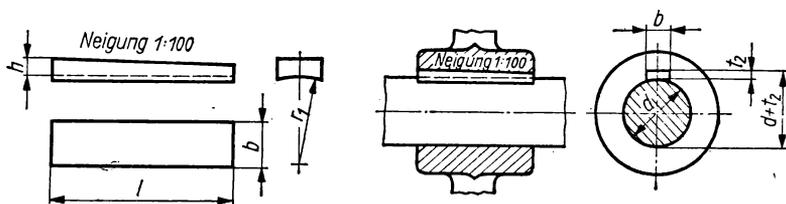


Bild 437. Hohlkeile

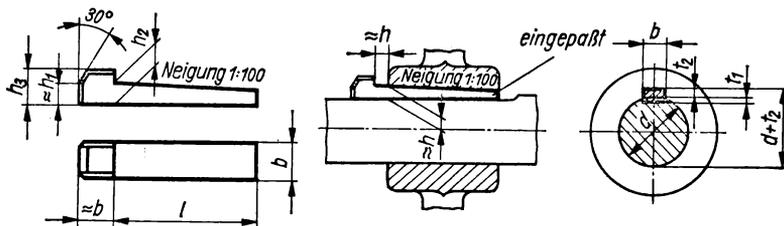


Bild 438. Nasenkeile nach TGL 9502

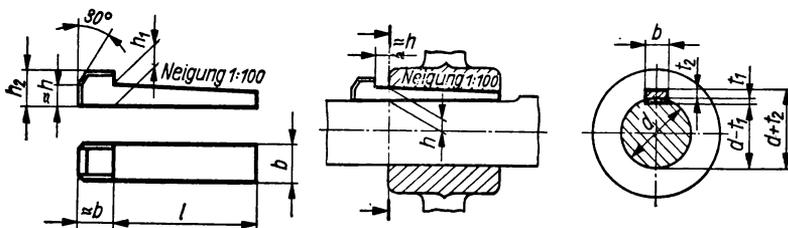


Bild 439. Nasenflachkeile

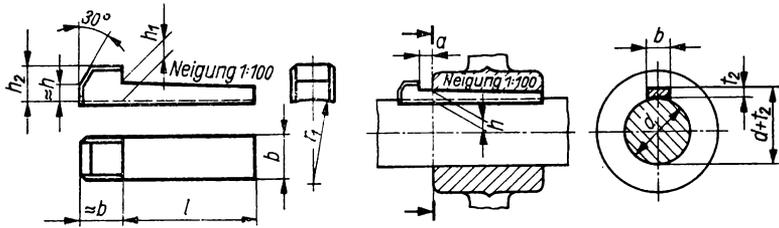


Bild 440. Nasenhohlkeile

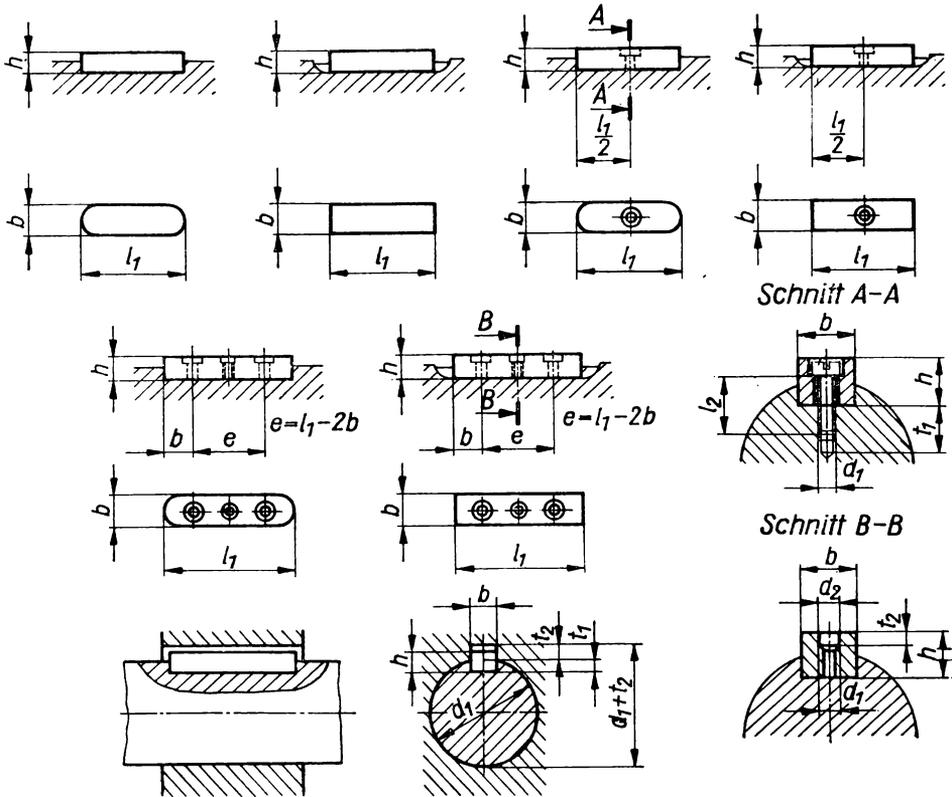


Bild 441. Paßfedern nach TGL 9500

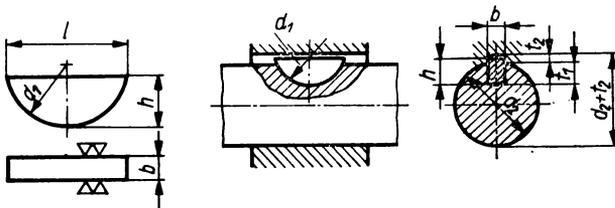


Bild 442. Scheibenfedern nach TGL 9499

11.2. Gewinde-, Schraubendarstellungen

11.2.1. Gewindedarstellungen

Gewinde sind durch bestimmte, festgelegte Profile erzeugte gewundene Rillen an runden Körpern. Man unterscheidet Außen- und Innengewinde. Diese beiden Gewindearten ergeben zusammengeschraubt die Schraubenverbindung.

Die Hauptmaße der Gewinde sind:

- d Nenndurchmesser
- d_1 Kerndurchmesser
- d_2 Flankendurchmesser
- h Steigung
- t Gewindetiefe

Der Flankenwinkel beträgt in jedem Falle bei metrischem Gewinde 60° .

Der Nenndurchmesser ist der größte Durchmesser des Gewindes. Dies gilt gleichermaßen für Außen- und Innengewinde.

Der Kerndurchmesser ist der Durchmesser, der sich durch Nenndurchmesser — zweimal Gewindetiefe ergibt ($d_1 = d - 2t_1$).

Der Flankendurchmesser ergibt sich aus Nenndurchmesser — Gewindetiefe ($d_2 = d - t_1$). Die Steigung ist das Maß, um das sich das Gewinde bei einer Umdrehung bewegt. Es werden eingängige und mehrgängige Gewinde angewendet. Nach Anzahl der Gänge (Schraubenlinien) des Gewindes wird eine dementsprechend größere Bewegung erreicht.

Die Gewindetiefe ergibt sich, wenn vom Nenndurchmesser der Flankendurchmesser abgezogen wird.

Eine Erläuterung zu den Hauptmaßen zeigt Bild 443.

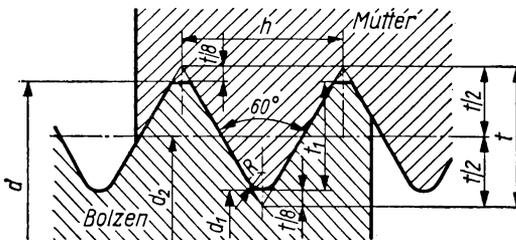


Bild 443. Metrisches Gewinde (Hauptmaße)

Im allgemeinen werden Gewinde mit rechtsläufigem Gang verwendet. Die Schraubenlinie verläuft hier in Richtung nach rechts. Analog hierzu laufen beim Linksgewinde die Schraubenlinien entgegengesetzt.

Für standardisierte Gewinde werden abgekürzte Bezeichnungen angewendet, die in TGL 0-202 festgelegt sind. Bild 444 zeigt eine Auswahl der abgekürzten standardisierten Gewindebezeichnungen.

Für eingängige Rechtsgewinde

Art des eingängigen Rechtsgewindes	Zeichen vor der Maßzahl	Maßangabe	Beispiel
Whitworth-Gewinde	—	Gewindeaußendurchmesser in Zoll	2''
Whitworth-Feingewinde	W	Gewindeaußendurchmesser in mm mal Steigung in Zoll	W 84 × 1/16''
Whitworth-Rohrgewinde	R	Nennweite des Rohres in Zoll	R 4''
Metrisches Gewinde	M	Gewindeaußendurchmesser in mm	M 60
Metrisches Feingewinde	M	Gewindeaußendurchmesser in mm mal Steigung in mm	M 105 × 4
Trapezgewinde	Tr	Gewindeaußendurchmesser in mm mal Steigung in mm	Tr 48 × 8
Rundgewinde	Rd	Gewindeaußendurchmesser in mm mal Steigung in Zoll	Rd 40 × 1/8''
Sägewinde	S	Gewindeaußendurchmesser in mm mal Steigung in mm	S 70 × 10

Für Links- und mehrgängige Gewinde

Bezeichnung des Zusatzes für	Abkürzung	Zeichenort	Beispiel	Für Gewinde	Gültig für
Gas- und dampfdicht	dicht		M 20 dicht 2'' dicht R 4'' dicht	—	Metrisches, Whitworth-u. Whitworth-Rohrgewinde
Linksgewinde	links	hinter der Gewindebezeichnung	W 104 × 1/8'' links M 60 links R 4'' links Tr 48 × 8 links	W M R Tr	
Mehrgängiges Gewinde rechts	(..) gäng		2'' (2 gäng) Tr 48 × 16 (2 gäng)	— Tr	Whitworth-, Metrisches, Trapez-, Rund- und Sägewinde
Mehrgängiges Gewinde links	links(..)gäng		2'' links (2 gäng) Tr 48 × 16 links (2 gäng)	— Tr	

Bild 444. Abgekürzte Gewindebezeichnung

Für die verschiedenen Verwendungszwecke sind verschiedene Querschnittprofile standardisiert, die sich in Spitzgewinde (Bild 443), Trapezgewinde (Bild 445), Rundgewinde (Bild 446) und Sägewinde (Bild 447) unterteilen.

Spitzgewinde (Bild 443) werden überwiegend für Befestigungsschrauben und ähnliche Verbindungen benötigt. Trapezgewinde (Bild 445) kommen oft für Bewegungs- und Stellspindeln in Anwendung. Rundgewinde (Bild 446) haben ihren Anwendungsbereich bei Maschinenteilen, die starken Verschmutzungen oder Beschädigungen durch Stöße ausgesetzt sind. Sägewinde (Bild 447) wendet man bei starker einseitiger Druckbeanspruchung in Achsrichtung an.

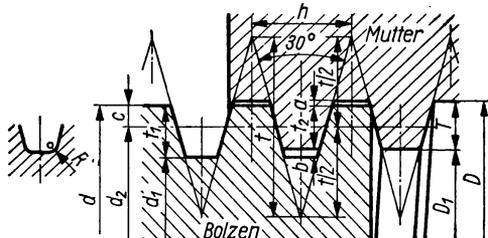


Bild 445. Trapezgewinde

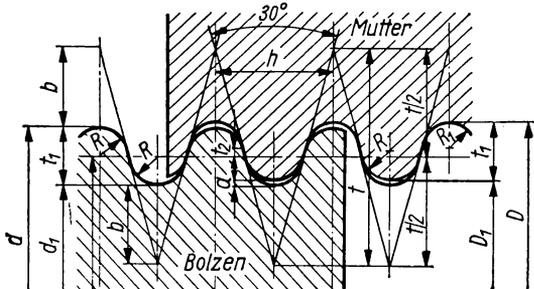


Bild 446. Rundgewinde

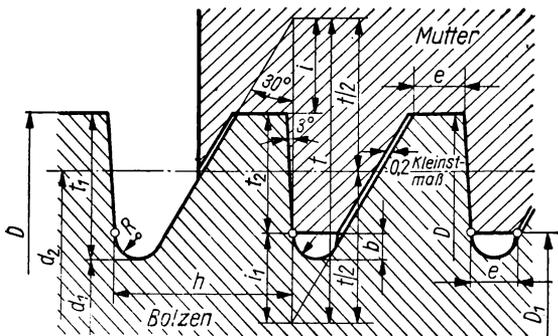


Bild 447. Sägewinde

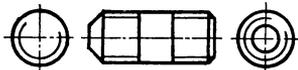


Bild 448. Darstellung des Außengewindes für Bolzen



Bild 449. Darstellung des Gewindes für Holzschrauben

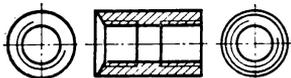


Bild 450. Darstellung des Innengewindes

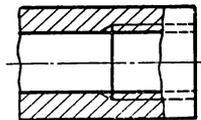


Bild 451. Darstellung verdeckt liegender Gewinde

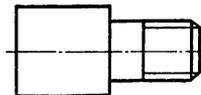


Bild 452. Gewindebegrenzung (nutzbare Gewindelänge)

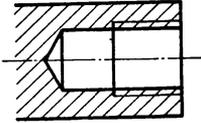


Bild 453. Gewindefackloch

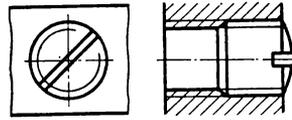


Bild 454. Darstellung zusammengeschrabter Gewindeteile

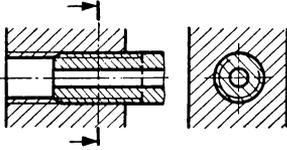


Bild 455. Darstellung zusammengeschrabter Gewindeteile, geschnitten

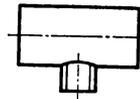


Bild 456. Durchdringung (Außengewinde)

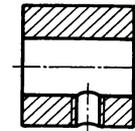


Bild 457. Durchdringung (Innengewinde)

Gewindedarstellungen (TGL 9727 Bl. 5)

Gewinde aller standardisierten Gewindearten werden symbolisch dargestellt (TGL 9727, Bl. 5).

Anzuwenden sind:

- a) Bei Außengewinden für den Außendurchmesser eine dicke Vollinie, für den Kerndurchmesser eine dünne Vollinie. Bei Blickrichtung längs der Gewindeachse ist der den Kerndurchmesser symbolisierende Kreis über etwa $\frac{1}{4}$ des Umfanges offenzulassen. Bei dieser Blickrichtung sind Kegelkuppen nur darzustellen, wenn sie über den Kerndurchmesser hinausgehen (Bild 448). Diese Festlegungen gelten sinngemäß auch für Holzschrauben (Bild 449) und kegelige Gewinde.
- b) Bei Innengewinden für den Kerndurchmesser eine dicke Vollinie, für den Außendurchmesser eine dünne Vollinie. Bei Blickrichtung längs der Gewindeachse ist der den Außendurchmesser symbolisierende Kreis über etwa $\frac{1}{4}$ des Umfanges offenzulassen. Senkungen sind nur darzustellen, wenn sie über den Gewindeaußendurchmesser hinausgehen, damit ist die werkstattübliche Senkung bis auf den Außendurchmesser bei beiden Blickrichtungen nicht darzustellen (Bild 450). Bei verdeckt liegenden Innengewinden sind bei der Darstellung für Außen- und Innendurchmesser Strichlinien anzuwenden (Bild 451).

Wenn die Linien für Außen- und Kerndurchmesser bei maßstäblicher Darstellung sehr eng nebeneinander liegen, ist zur Gewährleistung der Deutlichkeit der Abstand ohne Hinweise so weit unmaßstäblich darzustellen, daß Genauigkeit gegeben ist.

Bei nicht durchgehenden Gewinden ist die Gewindebegrenzung in axialer Richtung (nutzbare Gewindelänge Bild 452) durch eine dicke Vollinie darzustellen (Bilder 448 und 450). Der Gewindeauslauf ist nur einzuzichnen, falls dies zweckmäßig oder erforderlich ist; anzuwenden sind dabei dünne Vollinien (Bilder 451 und 452). Bei Gewindefacklöchern ist ein Kegelwinkel von 120° zu zeichnen (Bild 453).

Bei zusammengeschrabten Gewindeteilen gelten ebenfalls die vorgenannten Grundsätze (Bilder 454 und 455).

Als Durchdringungslinie von Gewinden ist eine dicke Volllinie anzuwenden, bei Außengewinden ist nur der Außendurchmesser (Bild 456), bei Innengewinden nur der Innendurchmesser anzudeuten (Bild 457). Durchdringungslinien können auch mit durchlaufenden Kanten vereinfacht dargestellt werden (Bild 529).

Gewindebemaßung (TGL 9727, Bl. 3)

Für die standardisierten Gewinde sind die abgekürzten Bezeichnungen einzutragen. Die nutzbare Gewindelänge ist zusätzlich zu bemaßen (Bild 458).

Linksgewinde sind durch den Zusatz „links“ zu den Kurzzeichen besonders zu kennzeichnen (Bild 459).

Werden an einem Teil gleichzeitig Rechts- und Linksgewinde benötigt, so sind, um Irrtümer auszuschließen, beide Kurzzeichen mit dem Zusatz „rechts“ und dem Zusatz „links“ zu kennzeichnen (Bild 459).

Werden, technisch begründet, Sondergewinde benutzt, müssen im Gegensatz zu den standardisierten Gewinden alle für die Fertigung notwendigen Maßangaben angegeben werden. Gewindeenden werden so bemaßt, daß die Kuppe (Kegelkuppe, Linsen-kuppe) innerhalb der Gewindelänge liegt (Bild 460).

Gewindesenkungen werden im allgemeinen nicht gezeichnet oder bemaßt, da in der Fertigung die Gewindebohrungen meist entgratet und bis auf den Gewindeaußendurchmesser ausgesenkt werden. Für größere und funktionsbedingte Senkungen werden Senkwinkel und Senktiefe oder Senkwinkel und Senkdurchmesser angegeben (Bild 461).

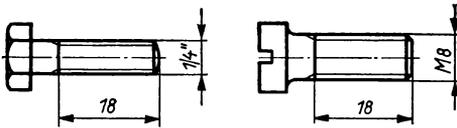


Bild 458. Bezeichnung der Gewinde und Angabe der Gewindelänge

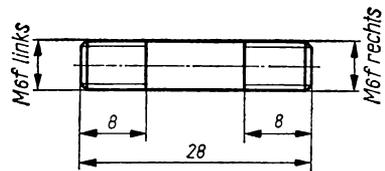


Bild 459. Gewindeteil mit Rechts- und Linksgewinde

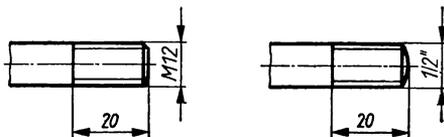


Bild 460. Gewindeenden

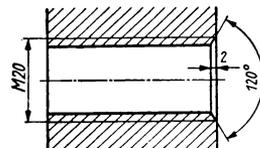


Bild 461. Bemaßung größerer oder funktionsbedingter Gewindesenkungen

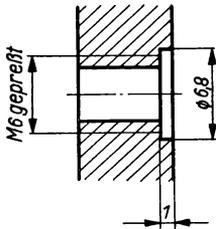


Bild 462. Bemaßung der Gewinde in Kunststoffen, Leichtmetallen usw.

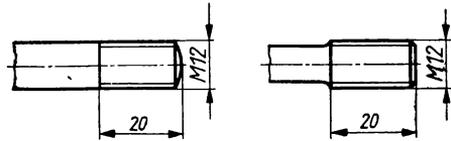


Bild 463. Gewindebegrenzung

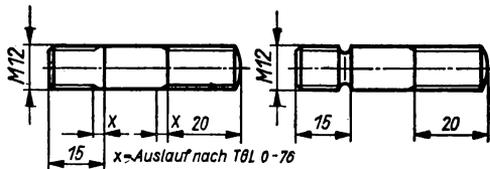


Bild 464. Angabe des Gewindeauslaufes

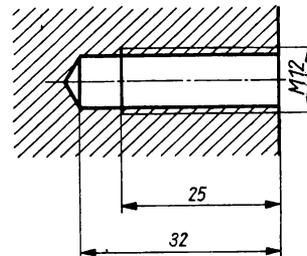


Bild 465. Gewindefackloch

Bild 462 zeigt die Bemaßung von Gewinden in Kunststoffen, Leichtmetallen usw. Um das Ausreißen der ersten Gewindegänge zu verhindern, wird eine Schutzsenkung vorgesehen. Grundsätzlich ist zu beachten, daß die Längenangabe für Außen- und Innengewinde stets für die nutzbare Gewindelänge gilt. Der Gewindeauslauf wird auf der Zeichnung im allgemeinen nicht angegeben.

Der Gewindeauslauf liegt außerhalb des in der Zeichnung eingetragenen Gewindelängenmaßes, d. h. außerhalb der dicken Abschlußlinie (Bild 463). Er wird nur dann bemaßt, wenn es in besonderen Fällen notwendig ist (Bild 464).

Gwindefacklöcher für geschnittene Gewinde werden im allgemeinen nach Bild 465 dargestellt und bemaßt, d. h., die Kernlochtiefe wird angegeben und die nutzbare Gewindelänge ohne Auslauf eingetragen. In besonderen Fällen kann der Auslauf, wenn notwendig, angegeben werden (Bild 466).

Gwindefacklöcher mit eingeschraubten Gewindebolzen werden ohne Gewindeauslauf dargestellt und bemaßt (Bild 467).

Bild 468 zeigt die Darstellung und Bemaßung von Gwindefacklöchern für gepreßte Gewinde.

In Kleinarstellungen von Muttergewinden richtet sich die Bemaßung nach der Größe, in der der Gewindedurchmesser gezeichnet ist. Ist seine zeichnerische Darstellung > 5 mm, so wird nach Bild 469 bemaßt, ist sie ≤ 5 mm, so wird die Bemaßung nach Bild 470 vorgenommen.

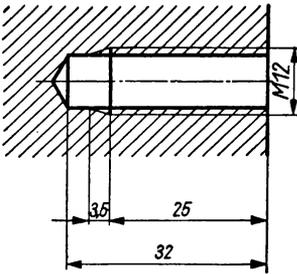


Bild 466. Gewindefackloch mit Auslauf

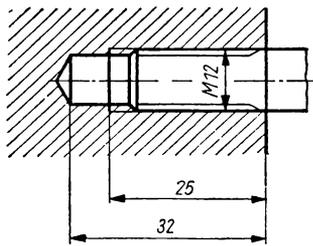


Bild 467. Gewindefackloch mit Gewindebolzen

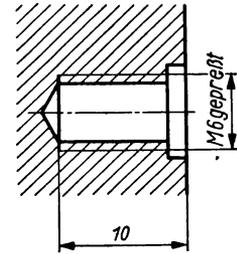
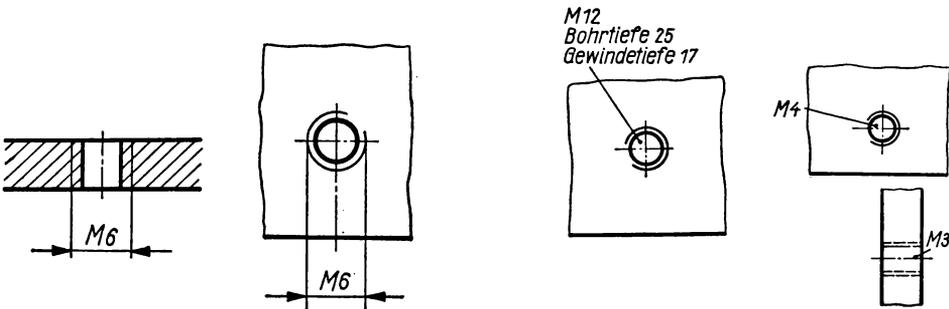


Bild 468. Gewindefackloch für geprägte Gewinde

Bild 469. Gewindebemaßung > 5 mmBild 470. Gewindebemaßung ≤ 5 mm

Gedrückte Gewinde werden nach Bild 471 bemaßt. Der Gewindebezeichnung ist der Zusatz „gedrückt“ hinzuzufügen.

Blechdurchzug mit Gewinde wird nach Bild 472 bemaßt.

Ist fertigungstechnisch für Gewinde nur das Kernloch vorzusehen, z. B., wenn das Gewinde erst nach dem Einnieten einer Buchse geschnitten wird, so wird in der Zeichnung nur das Kernloch nach Bild 473 angegeben. Das Gewinde wird in der Zusammenstellungszeichnung dieser Teile nach Bild 474 angegeben.

Die Gütegrad-Kennzeichnung f und g wird nach Bild 475 hinter die Maßzahlen des Gewindes auf gleicher Höhe und in gleicher Größe der Maßzahlen geschrieben (Bild 459). Der Gütegrad „ m “ wird bei der Gewindebezeichnung nicht eingetragen.

Gewindeauslauf, Gewinderillen

Entsprechend dem Fertigungsverfahren der Gewinde werden bei der Herstellung Gewindeauslauf oder Gewinderille benötigt. Die Bilder 476.1 und 476.2 zeigen Tabellen mit den nach TGL 0-76 standardisierten Werten für Gewindeauslauf und Gewinderillen.

Sinnbilder für Gewinde

Bei kleinen Darstellungen auf Zeichnungen können für Gewinde standardisierte Sinnbilder nach TGL 0-30 verwendet werden (Bild 477).

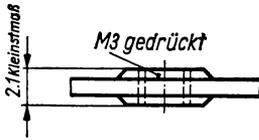


Bild 471. Gewindeangabe für gedrückte Gewinde

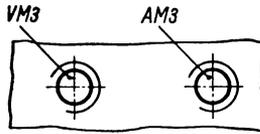


Bild 472. Blechdurchzug mit Gewinde

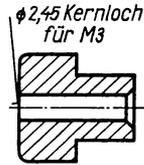


Bild 473. Angabe des Gewindekernloches

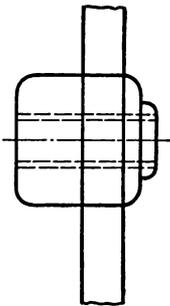


Bild 474. Gewindeangabe nach Zusammenbau

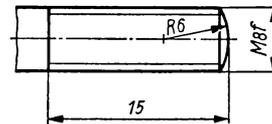


Bild 475. Gütegrad-Kennzeichnung

11.2.2. Schraubendarstellungen

Schrauben und somit Schraubenverbindungen sind ein wichtiges Maschinenelement. Im allgemeinen setzt sich die Schraube aus dem Schraubenkopf, dem Schraubenbolzen und dem Schraubenende zusammen.

Vorwiegend werden Schraubenköpfe mit sechseckigem und rundem Querschnitt verwendet, andere noch übliche Schraubenköpfe sind vier- und achtkantige und angeflächte. Bild 478 zeigt einige der gebräuchlichsten Schrauben im Maschinenbau.

Entsprechend den verschiedenen Verwendungszwecken sind auch die Schraubenenden verschieden ausgeführt. Im Normalfall erhalten Schrauben als Schraubenenden die Kegel- oder Linsenkuppe (Bild 479). Abweichend davon werden noch folgende Schraubenenden unterschieden: Kernansatz, Splintzapfen, Zapfen, Ansatzkuppe, Ringschneide, Spitze (Bild 480).

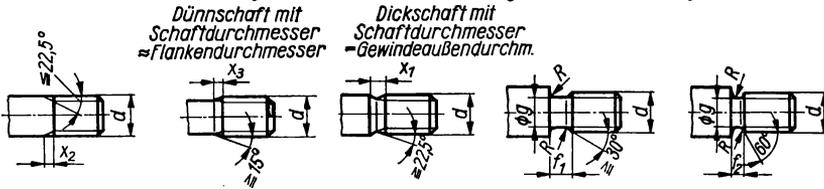
Bild 481 zeigt eine Übersicht aller standardisierten Schrauben.

Die Darstellung der Schraubengewinde wurde im Abschnitt Gewinde bereits erläutert. Bei Sechskantschrauben ist die Kopfhöhe nicht in die Schraubenlänge einbezogen. Eine völlige Bemaßung einer Sechskantschraube zeigt Bild 482.

Die Bemaßung einer Zylinderschraube mit Innensechskant zeigt Bild 483.

Zusammengesetzte Schrauben und Muttern sind im Regelfall vollständig darzustellen

Gewindeausläufe
 geschnittenes Gewinde gewalztes Gewinde Gewinderillen
 geschnittenes Gewinde gewalztes Gewinde geschnittenes Gewinde



Gewinde d		Gewindeauslauf x			Gewinderille f			
Feingewinde mit Steigung p	Grobgewinde mit Nenn-durchmesser d	Größtmaße			Größtmaße		R	g h 13
		gewalztes Gewinde Dickschaft x ₁	ge-schnittenes Gewinde x ₂	gewalztes Gewinde Dünn-Schaft x ₃	gewalztes Gewinde f ₁	ge-schnittenes Gewinde f ₂		
0,2	—	0,5	0,4	0,2	0,6	0,4	0,1	d-0,4
0,25	M 1; M 1,2	0,6	0,4	0,3	0,8	0,5	0,12	d-0,4
—	M 1,4	0,8	0,5	0,3	0,9	0,6	0,15	d-0,5
0,35	M 1,6; M 1,7***)	0,8	0,5	0,4	1,1	0,7	0,18	d-0,6
—	M 2; M 2,2	1	0,6	0,4	1,2	0,8	0,2	d-0,7
—	M 2,3***) M 2,5; M 2,6***)	1	0,8	0,5	1,4	0,9	0,22	d-0,7
0,5	M 3	1,2	0,8	0,6	1,5	1,0	0,25	d-0,8
—	M 3,5	1,6	1	0,6	1,8	1,2	0,3	d-1
—	M 4	1,6	1	0,8	2,1	1,4	0,35	d-1,1
0,75	—	2	1,2	0,8	2,3	1,5	0,38	d-1,2
—	M 5	2	1,2	0,8	2,4	1,6	0,4	d-1,3
1	M 6; M 7	2,5	1,6	1	3	2,0	0,5	d-1,6
1,25	M 8; M 9	3	2	1,4	3,8	2,5	0,6	d-2
1,5	M 10; M 11	3,5	2,5	1,6	4,5	3,0	0,75	d-2,3
—	M 12	4	2,5	2	5,3	3,5	0,9	d-2,6
2	M 14; M 16	5	3	2,5	6	4,0	1	d-3
—	M 18; M 20; M 22	6	4	3	7,5	5,0	1,2	d-3,6
3	M 24; M 27	7	4,5	3,5	9	6,0	1,5	d-4,4
—	M 30; M 33	8	5	4	10,5	7,0	1,7	d-5
4	M 36; M 39	10	6	4,5	12	8,0	2	d-5,7
—	M 42; M 45	11	7	5	13,5	9,0	2,2	d-6,4
—	M 48; M 52	12	8	6	15	10,0	2,5	d-7
—	M 56; M 60	13	9	6	16,5	11,0	2,7	d-7,7
6	M 64; M 68	15	9	7	18	12,0	3	d-8,3

*) Bei Gewindeteilen in Ausführung g (grob) nach TGL 10826 oder bei Werkstoffen mit $\sigma_{zB} \geq 70 \text{ kp/mm}^2$ ist es zulässig, den Gewindeauslauf x₁ mit $\frac{1}{v} \geq$ einem Winkel von 15° zu verwenden.

**) Für Sonderfälle, z. B. wenn annähernd der gesamte gewindefreie Schaft zur Aufnahme von Querkräften benutzt werden soll, ist es zulässig, den Gewindeauslauf x₂ mit $\frac{2}{v} \geq$ einem Winkel von 30° zu verwenden.

***) Diese Gewinde sind nach TGL 7907 Bl. 2 in ihrer Anwendung eingeschränkt.

Bild 476.1. Tabelle für Gewindeauslauf und Gewinderille bei Außengewinde

Gewinde		Gewindeauslauf x				Gewinderille f			
Feingewinde mit Steigung P	Grobgewinde mit Nenn- durchmesser d	Regelfall $\alpha_1 \approx 20^\circ$		kurz $\alpha_2 \approx 25^\circ$		Regel- fall f_3 Größt- maß	kurz f_4 Größt- maß	R	g H 13
		x_4 Größt- maß	a_1 Kleinst- maß	x_6 Größt- maß	a_2 Kleinst- maß				
0,2	—	0,4	0,6	—	—	—	—	—	—
0,25	M 1; M 1,2	0,5	0,8	—	—	—	—	—	—
—	M 1,4	0,6	1	—	—	—	—	—	—
0,35	M 1,6; M 1,7***)	0,7	1	—	—	—	—	—	—
—	M 2; M 2,2	0,8	1	0,6	0,8	—	—	—	—
—	M 2,3***); M 2,5; M 2,6***)	0,9	1,6	0,6	1	—	—	—	—
0,5	M 3	1	1,8	0,8	1,2	1,8	1,2	0,5	$d + 0,3$
—	M 3,5	1,2	1,8	0,8	1,2	2,2	1,4	0,5	$d + 0,3$
—	M 4	1,4	2	1	1,4	2,2	1,8	0,6	$d + 0,3$
0,75	—	1,5	2	1	1,4	2,7	1,8	0,6	$d + 0,3$
—	M 5	1,6	2	1,2	1,4	2,7	1,8	0,6	$d + 0,3$
1	M 6; M 7	2	2,5	1,5	1,6	3,5	2,5	0,8	$d + 0,5$
1,25	M 8; M 9	2,5	2,5	1,8	1,6	4,5	3	1	$d + 0,5$
1,5	M 10; M 11	3	2,5	2	1,6	5,5	3,5	1	$d + 0,5$
—	M 12	3,5	2,5	2,5	1,6	5,5	4	1	$d + 0,5$
2	M 14; M 16	4	2,5	3	1,6	6,5	4,5	1,2	$d + 0,5$
—	M 18; M 20; M 22	5	2,5	3,5	1,6	9	6	1,6	$d + 0,5$
3	M 24; M 27	6	2,5	4	1,6	11	7	2	$d + 0,5$
—	M 30; M 33	7	3	5	2	11	7	2	$d + 0,5$
4	M 36; M 39	8	3	6	2	13	9	2	$d + 0,5$
—	M 42; M 45	9	3	6	2	15,5	9,5	2,5	$d + 0,5$
—	M 48; M 52	10	3	7	2	15,5	9,5	2,5	$d + 0,5$
—	M 56; M 60	11	4	8	3	17,5	11,5	3	$d + 0,5$
6	M 64; M 68	12	4	9	3	18	12	3	$d + 0,5$

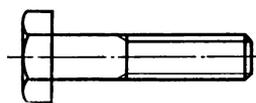
***) Siehe Bild 476.1

*) Innengewinde werden üblich unter 120° bis auf den Gewindedurchmesser ausgeneskt. Bei Stiftschrauben mit Auslauf wird für das Innengewinde eine Aussenkung von 60° , für Stiftschrauben in Leichtmetall eine zylindrische Aussenkung empfohlen.

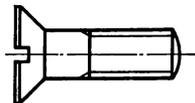
*) Die Gewindelochtiefe beim Innengewinde ergibt sich aus der nutzbaren Gewindelänge $b + x_4 + a_1$ bzw. $b + x_6 + a_2$. Es wird empfohlen, das so errechnete Kleinmaß je nach Steigung etwas größer zu wählen, damit die nutzbare Gewindelänge größer als die Einschraublänge des Bolzens wird.

*) Beim Innengewinde mit Gewinderille wird keine besondere Gewindelänge angegeben, da die nutzbare Gewindelänge praktisch der Gewindelochtiefe entspricht.

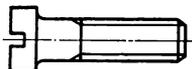
Bild 476.2. Tabelle für Gewindeauslauf und Gewinderille bei Innengewinde



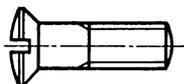
Sechskantschraube



Senkschraube



Zylinderschraube



Linsensenkschraube



Zylinderschraube mit Innensechskant

Bild 478. Verschiedene Schraubenarten

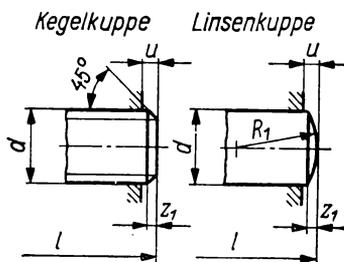


Bild 479. Kegelkuppe, Linsen-kuppe

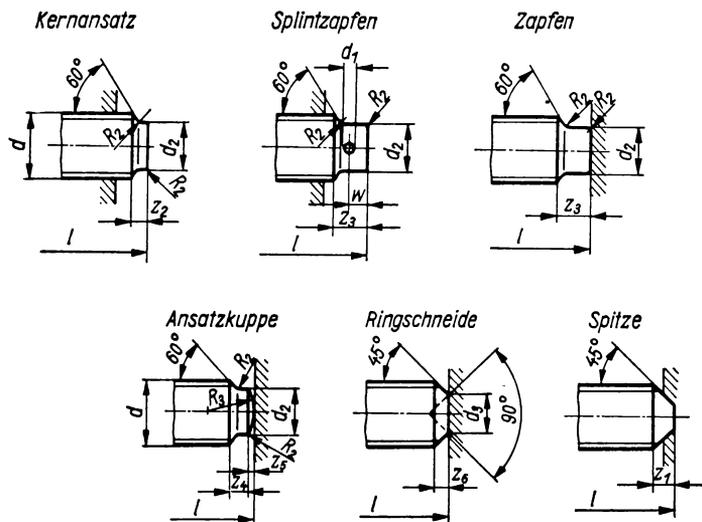


Bild 480. Schraubenenden nach TGL 0-78

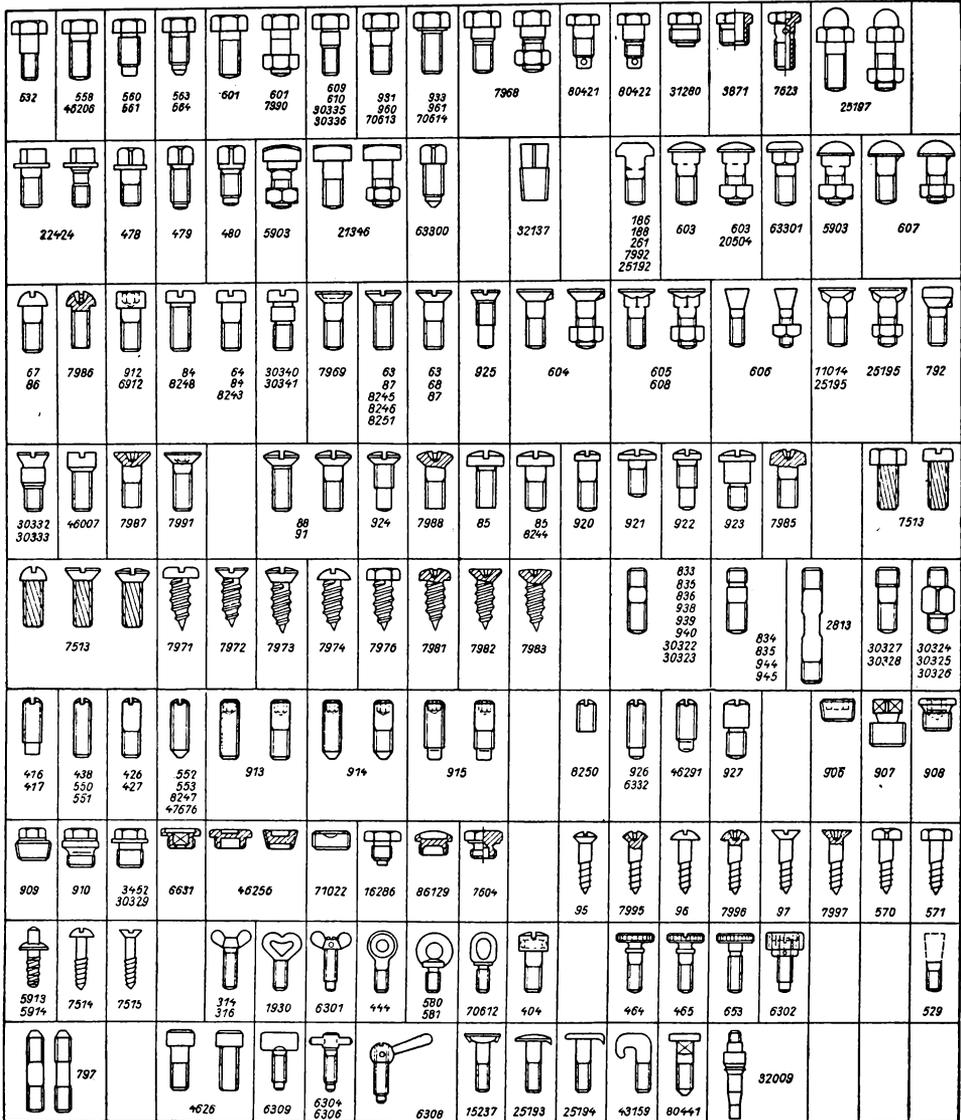


Bild 481. Übersicht der standardisierten Schrauben

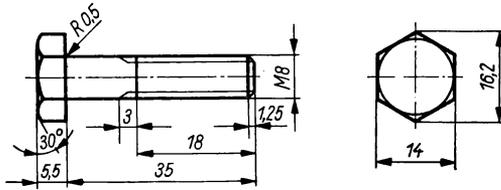


Bild 482. Bemaßte Sechskantschraube

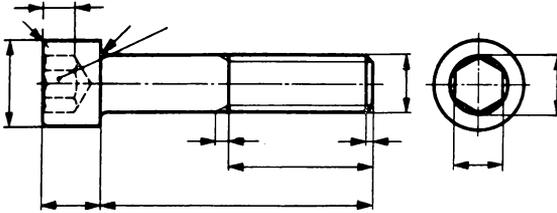


Bild 483. Bemaßte Zylinderschraube mit Innensechskant

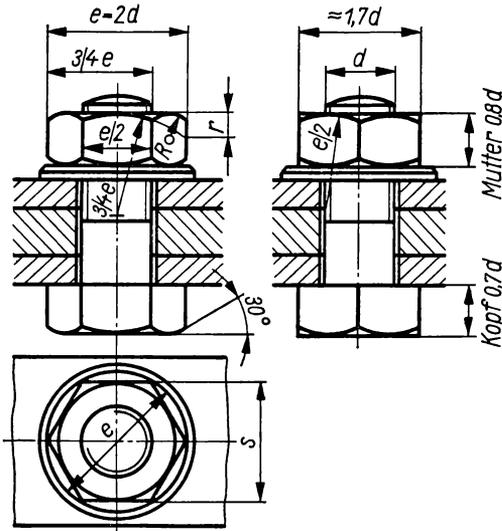


Bild 484. Völlige Darstellung der Schraube mit Mutter

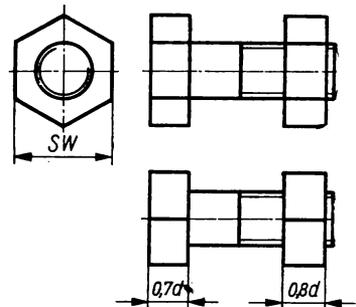


Bild 485. Vereinfachte Darstellung der Schraube

(Bild 484), wenn dies die Größe der Darstellung gestattet. Dabei sind die Fasenkanten an Sechskantschrauben und Sechskantmuttern als Kreisbögen zu zeichnen. Angenäherte Werte zum Aufzeichnen dieser Kreisbögen sind in Bild 484 angegeben.

Das Spiel zwischen Durchgangslöchern und Gewindebolzen ist nur darzustellen, wenn dabei die Deutlichkeit gewährleistet ist. Vereinfachte Darstellung (Bild 485) kann zur Einsparung von Zeichenarbeit angewendet werden.

In geschnittenen Darstellungen sind Schrauben ungeschnitten zu zeichnen (Bilder 454 und 484), auch wenn ihre Mittelachsen in einer Schnittebene liegen. Muttern werden in diesem Falle ebenfalls ungeschnitten dargestellt, wenn hierdurch besondere Anschaulichkeit der Darstellung erreicht wird (Bild 484).



Bild 486. Vereinfachte Darstellung der Schraubenschlitze

Schmale Schraubenschlitze sind vereinfacht als dicke Volllinien nach Bild 486 darzustellen, wenn ihre Begrenzungslinien bei maßstäblicher Darstellung zu eng beieinander liegen würden. Die nicht projektionsgerechte Darstellung von Schlitzes nach Bild 486 (Verdrehung des Schlitzes gegenüber der wirklichen Lage um 45°) ist nicht nur bei vereinfachter, sondern auch bei wirklichkeitstgetreuer Darstellung anzuwenden.

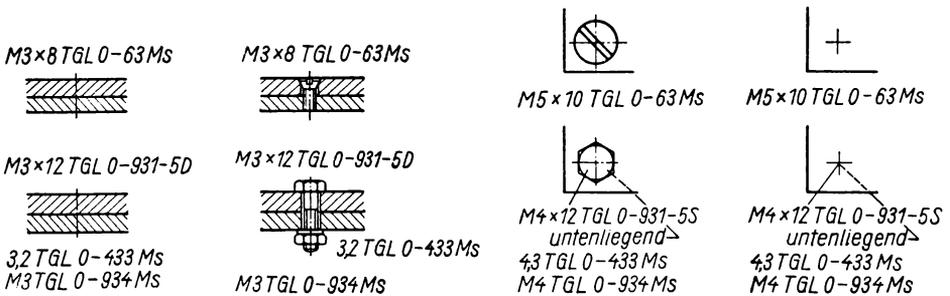


Bild 487. Vereinfachung für Kleindarstellung der Schraubenverbindungen nach TGL 0-30

Auch bei Schraubenverbindungen werden Vereinfachungen für Kleindarstellungen angewendet (Bild 487).

Für die Darstellung und Bemaßung der Muttern gelten die gleichen Festlegungen wie für Schrauben. Eine Übersicht der standardisierten Muttern zeigt Bild 488.

431 2970	439	438 936 30389 30397 70616	30388 80705	80705	555	555 934 30386 64032 70615	6330 30389	6330	6331	2510 30387	985	35006	35338	2356 2357 2969 3292 7606 7607 31273	3970 7606 7607 86147 88346	7605
8912	31273	80711	7967			935 937 70617 70618	539	534	935 937			917	1587	986		
562	557	80707		2082	546 25196	547	548	1816	64032	1804 70851 70852	35006	70808		3293 3554 20033		
466	467	6303		22425	987	6305	80704	315 315	582	16903	798	86710	28129			

Bild 488. Übersicht der standardisierten Muttern

11.2.3. Senkungen für Schrauben

Sollen Schraubenköpfe an Außenflächen nicht überstehen, werden Senkungen angewendet. Bei Senkschrauben wird der Werkstoff kegelig ausgesenkt. Die Senkungen sind nach TGL 0-75 festgelegt (Bild 489). Eintragsbeispiele der Senkungen für Zeichnungen zeigt Bild 490.

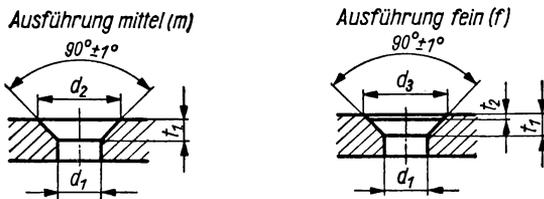


Bild 489. Senkungen nach TGL 0-75 für Senkschrauben

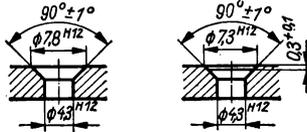
Bei Zylinderschrauben (Zylinderschrauben mit Schlitz und mit Innensechskant) wird das Werkstück zylindrisch entsprechend der Kopfhöhe ausgesenkt. Die Senkungen sind ebenfalls nach TGL 0-75 festgelegt. Bild 491 zeigt die Senkung für Zylinderschrauben nach TGL 0-84 und TGL 0-6912, Bild 492 für Zylinderschrauben nach TGL 0-912. Eintragsbeispiele der Senkungen für Zeichnungen zeigt Bild 493.

Bei Anwendung von Kurzzeichen

Af 4 TGL 0-75

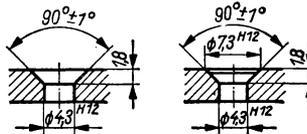


Bei Maßeintragung
Bei Angabe des Senkdurchmessers

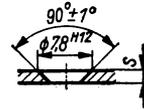


Bei Angabe der Senktiefe

Af 4 TGL 0-75



für $s \leq$ als t_1, t_2, t_3 oder t_4



Der Anschlußteil ist gegebenenfalls nachzusenken

Bild 490. Eintragsbeispiele für Zeichnungen

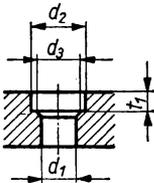


Bild 491. Senkung nach TGL 0-75 für Zylinderschrauben

Bei Anwendung von Kurzzeichen

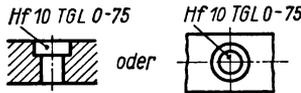


Bild 493. Eintragsbeispiele für Zeichnungen

Bei Maßeintragung

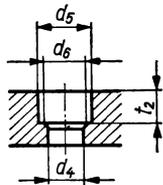
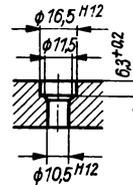


Bild 492. Senkung nach TGL 0-75 für Zylinderschrauben TGL 0-912



Bild 494. Unterteilung beim Niet

11.3. Niete, Nietverbindungen

Niete werden im Maschinenbau benutzt, um Teile nichtlösbar zu verbinden. Sie dienen als Verbindung und oft zur Kraftübertragung. Da der Niet beim Schlagen verformt wird, ist der Werkstoff aus leicht verformbaren Stoffen, wie z. B. Flußstahl, Kupfer, Aluminium usw., gewählt.

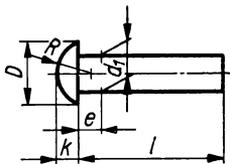
Beim Niet sind Setzkopf, Schaft und Schließkopf zu unterscheiden (Bild 494).

Niete von 1...9 mm Durchmesser werden im kalten Zustand geschlagen, über 9 mm meist im warmen Zustand.

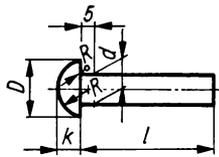
Bild 495 zeigt eine Übersicht der gebräuchlichsten Niete, wie sie im Maschinenbau, Kesselbau und Stahlbau verwendet werden.

Der Schließkopf wird zweckentsprechend verschieden ausgeführt. Bild 496 zeigt einige Ausführungen von Schließköpfen der Niete.

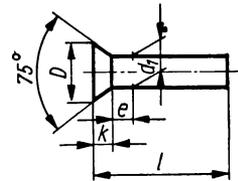
In Stücklisten ist die standardisierte Bezeichnung der Niete einzutragen.



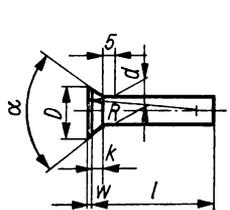
Halbrundniet TGL 0-660
1 bis 9 mm Durchmesser



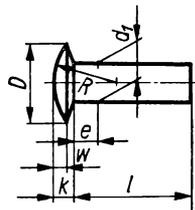
Halbrundniet TGL 0-123
10 bis 36 mm Durchmesser



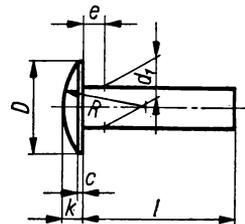
Senkniet TGL 0-661
1 bis 9 mm Durchmesser



Senkniet TGL 0-302
10 bis 36 mm Durchmesser



Linsenniet TGL 0-662
1,7 bis 8 mm Durchmesser



Flachrundniet TGL 0-674
1 bis 8 mm Durchmesser

Bild 495. Verschiedene Nietarten

Bei Stahlkonstruktionen werden auf Zeichnungen für Niete Sinnbilder benutzt, um die Darstellung zu vereinfachen und übersichtlich zu gestalten. Diese Sinnbilder sind nach TGL 0-407 standardisiert (Bild 497).

Für Niete von 1...9 mm sind in Zeichnungen auch vereinfachte Kleindarstellungen nach TGL 0-30 zulässig (Bild 498).

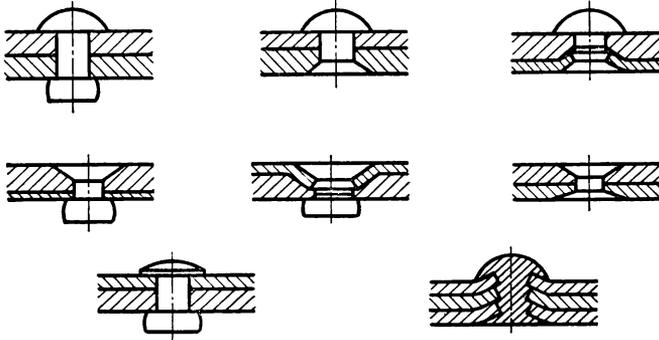


Bild 496. Schließköpfe der Niete

8	10	12	14	16	18	20	22	24	27	30	33	36
8,4	11	13	15	17	19	21	23	25	28	31	34	37
8,4	+	•	15	•	19	⊕	⊗	⊗	28	31	34	37
8,4	+	•	15	•	19	⊕	⊗	⊗	28	31	34	37
8,4	+	•	15	•	19	⊕	⊗	⊗	28	31	34	37
8,4	+	•	15	•	19	⊕	⊗	⊗	28	31	34	37
8,4	+	•	15	•	19	⊕	⊗	⊗	28	31	34	37
8,4	+	•	15	•	19	⊕	⊗	⊗	28	31	34	37

Bild 497. Sinnbilder nach TGL 0-407 für Niete bei Stahlkonstruktionen



Bild 498. Vereinfachung für Kleindarstellung nach TGL 0-30

11.4. Schweißverbindungen

Eine weitere unlösbare Verbindung stellt die Schweißverbindung dar. Diese Verbindungsart hat sich in der Technik durchgesetzt, da diese Verbindungen jetzt technisch beherrscht werden. Nach TGL 14904 werden die Schweißverfahren eingeteilt nach der Art der Werkstoffe:

Metallschweißen
Kunststoffschweißen

nach dem Zweck des Schweißens

Verbindungsschweißen
Auftragsschweißen

nach der Art der Fertigung

Handschweißen
Maschinelles Schweißen

nach der Art des Schweißvorganges

Preßschweißen
Kalt-Preßschweißen
Schmelzschweißen.

Unter Metallschweißen versteht man eine Vereinigung metallischer Werkstoffe unter Anwendung von Wärme oder von Druck oder von beiden, und zwar mit oder ohne Zusatz von artgleichem Werkstoff.

Die Einteilung der Metall-Schweißverfahren wird wie nachfolgend vorgenommen:

Wärmequelle	Anwendung	
	nur von Wärme Schmelzschweißen	von Wärme und Druck Preßschweißen
Gasflamme Elektrischer Lichtbogen Elektrischer Strom im Widerstand	Gasschweißen Lichtbogenschweißen Widerstands- Schmelzschweißen	Gas-Preßschweißen Lichtbogen-Preßschweißen Widerstands-Preßschweißen

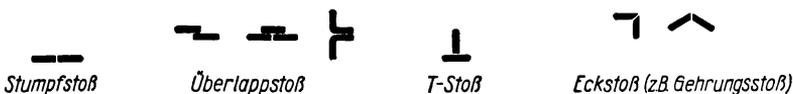


Bild 499. Stoßarten bei Schweißungen

11.4.1. Preßschweißen

Preßschweißen ist das Vereinigen metallischer Werkstoffe unter Druck bei örtlicher begrenzter Erwärmung, und zwar im allgemeinen ohne Zusatzwerkstoff. Bild 499 zeigt die Stoßarten für das Preßschweißen.

Schweißstellen oder Schweißnähte werden in Zeichnungen durch bildliche oder sinnbildliche Darstellung angegeben. Im Schnitt ist die bildliche und in der Ansicht die sinnbildliche Darstellung zu bevorzugen. Können Art und Ausführung einer Schweißnaht oder einer Schweißstelle nicht hinreichend durch das Schweißzeichen gekennzeichnet werden, so sind die notwendigen Einzelheiten besonders herauszuzeichnen.

Die Maßangaben werden in die Zeichnung nach TGL 9727 eingetragen.

Die nachfolgend aufgeführten Maßbuchstaben sind in den Darstellungen anzuwenden:

<i>a</i> Randabstand	<i>l</i> Nahtlänge
<i>d</i> Überlappung	<i>n</i> Anzahl der Schweißpunkte einer Punktreihe
<i>b</i> Linsendurchmesser, Buckeldurchmesser	<i>s</i> Werkstückdicke
<i>e</i> ₁ Punktabstand, Buckelabstand	<i>z</i> Abstand zwischen zwei Nahtlängen / bei unterbrochenen Nähten.
<i>e</i> ₂ Punktreihenabstand	
<i>h</i> Buckelhöhe	

Bild 500 zeigt die Nahtarten, Nahtvorbereitung, bildliche und sinnbildliche Darstellung in Zeichnungen.

11.4.2. Schmelzschweißen

Schmelzschweißen ist das Vereinigen metallischer Werkstoffe nur unter Anwendung von Wärme durch örtlich begrenzten Schmelzfluß, mit oder ohne Einschmelzen von Zusatzwerkstoff.

Bild 501 zeigt die Stoßarten für das Schmelzschweißen.

Die Nahtart wird bestimmt:

- a) durch die Lage der Teile am Schweißstoß
- b) durch die Nahtvorbereitung.

Bild 502 zeigt die Nahtarten nach TGL 14904.

Wichtig für die Schweißung ist die Nahtvorbereitung. Sie ist so vorzubereiten, wie es für die Ausführung der Schweißung zweckmäßig ist. Die Nahtvorbereitung hängt weiterhin ab von der Art des Werkstoffes, der Werkstoffdicke, der Beanspruchung des Fertigteiltes, der Schweißart und dem Schweißverfahren. Bild 503 zeigt einige Beispiele der Nahtvorbereitung.

In Zeichnungen sind die Schweißnähte in der Ansicht und – oder – im Schnitt darzustellen. Es kann je nach Ausführung der Schweißzeichnung eine bildliche oder sinnbildliche Darstellung gewählt werden. Im Schnitt ist die bildliche und in der Ansicht die sinnbildliche Darstellung zu bevorzugen. Die Bilder 504 und 505 zeigen Nahtarten, bildliche und sinnbildliche Darstellung in Zeichnungen.

Bei durchlaufenden Nähten wird die Nahtangabe in der ganzen Länge nicht unterbrochen (Bild 506).

Nahtart	Benennung	Sinnbild	Darstellung				
			Nahtvorbereitung	bildlich		sinnbildlich ¹⁾	
				Schnitt	Ansicht	Schnitt	Ansicht
Stumpflapthe	Wulstnaht				<i>Ansicht A</i> 		<i>Ansicht B</i>
	Gratnaht				<i>Ansicht C</i> 		<i>Ansicht D</i>
	Quetschnaht						
Überlappflapthe	Rollennaht und Steppnaht durchgehend						
	Rollennaht und Steppnaht unterbrochen						
	Punktnaht einreihig						
	Punktnaht zweireihig						
	Punktnaht zweireihig versetzt						
	Buckelnaht ²⁾ Buckel im oberen Blech						
	Buckelnaht ²⁾ Buckel im unteren Blech						

Bild 500. Nahtarten, Sinnbilder und Darstellungen in Zeichnungen

¹⁾ In die Tabelle sind Schweißzeichen sowohl im Schnitt als auch in der Ansicht eingetragen worden. Auf den Zeichnungen sollen sie nur einmal, wenn möglich, in der Ansicht erscheinen.

²⁾ Sinnbild bei Buckel im oberen Blech:



Sinnbild bei Buckel im unteren Blech:



Stumpfstoß	Die Teile liegen in einer Ebene	
Überlappstoß	Die Teile überlappen sich	
Parallelstoß	Die Teile liegen breitflächig aufeinander	
T-Stoß	Zwei Teile, davon eins mit seinem Ende, stoßen rechtwinklig aufeinander	
Kreuzstoß	Zwei in einer Ebene liegende Teile stoßen je mit einem Ende rechtwinklig gegen ein dazwischenliegendes drittes	
Schrägstoß	Ein Teil stößt mit seinem Ende schräg gegen ein anderes	
Eckstoß	Zwei Teile stoßen mit ihren Enden unter beliebigem Winkel gegeneinander	
Mehrfachstoß	Drei oder mehr Teile stoßen mit ihren Enden unter beliebigem Winkel aneinander	

Bild 501. Stoßarten bei Schweißungen

Bei unterbrochenen Nähten ist die Nahtangabe in ihrer Länge gleichmäßig verteilt zu unterbrechen (Bild 507).

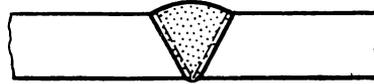
Bild 508 zeigt eine Schweißzeichnung in bildlicher Darstellung, Bild 509 in sinnbildlicher und Bild 510 in bildlicher und sinnbildlicher Darstellung gemischt.

*Stumpfnah*t ohne besondere Vorbereitung



*I-Nah*t

*Stumpfnah*t mit Fugenvorbereitung



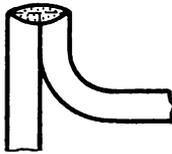
*Beispiel V-Nah*t

*Stumpfnah*t mit Bördelvorbereitung



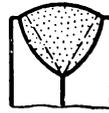
Bördelnaht

Stirrnaht ohne besondere Vorbereitung

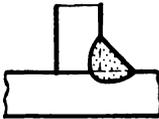


Stirn-Flachnaht

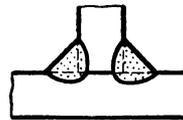
Stirrnaht mit Fugenvorbereitung



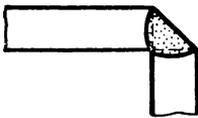
Stirn-Fugennaht



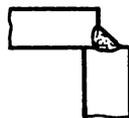
*Kehlnah*t



*Doppelkehlnah*t



Ecknaht (äußere Kehlnaht)



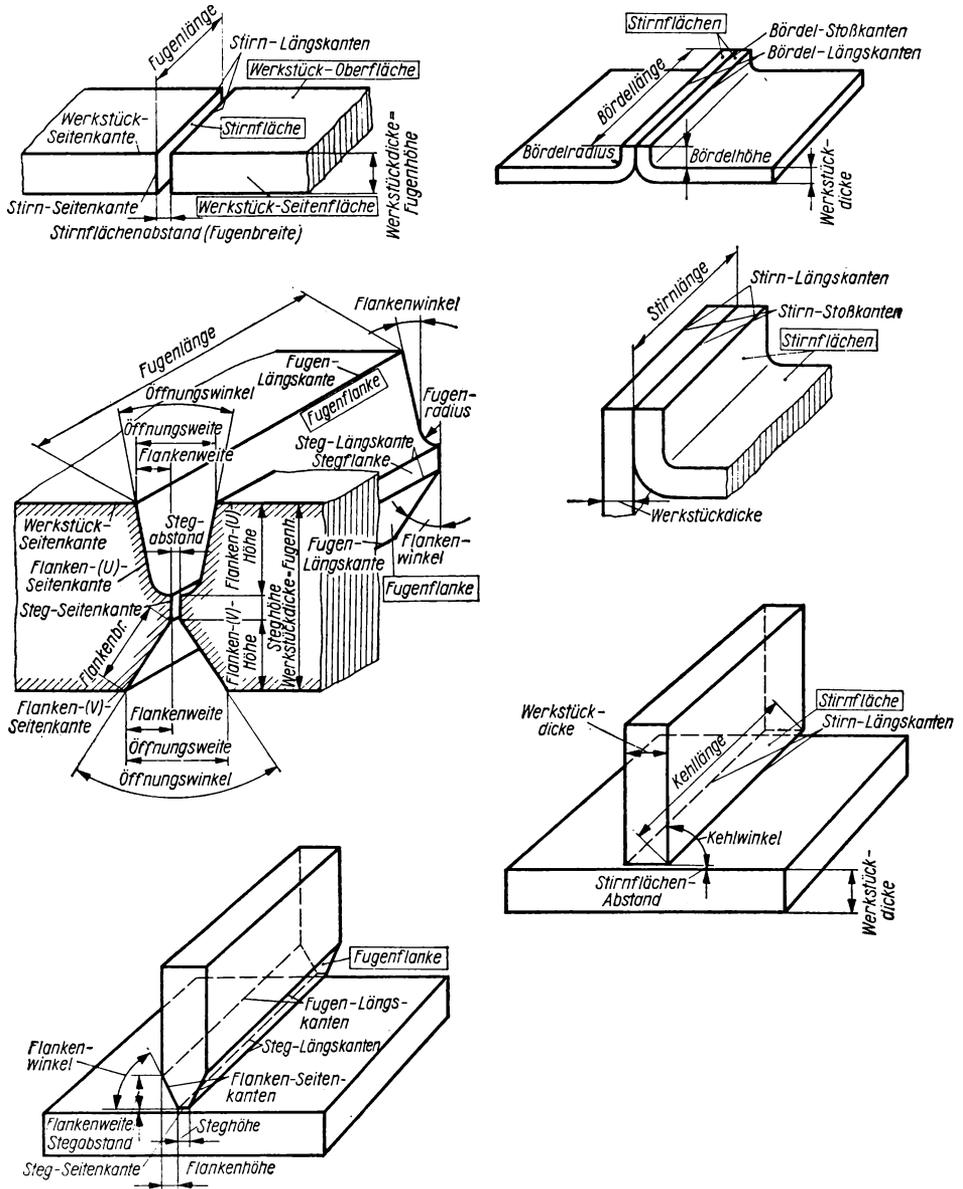


Bild 503. Nahtvorbereitung

Benennung	bildliche Darstellung		sinnbildliche Darstellung	
	Schnitt	Ansicht	Schnitt	Ansicht
Stumpnaht Allgemeines Schweißzeichen				
V-Naht (Nahtoberfläche sichtbar) Nahtdicke = Blechdicke $a = 12 \text{ mm}$ Nahtlänge $L = l = 1100 \text{ mm}$ Wurzel ausgekreuzt, Kapplage gegen- geschweißt				
U-Naht (Nahtoberfläche unsichtbar) Nahtdicke = Blechdicke $a = 15 \text{ mm}$ Nahtlänge $L = + = 2000 \text{ mm}$ Naht eingebnet				
K-Naht Nahtdicke = Blechdicke $a = 30 \text{ mm}$ Nahtlänge $L = l = 1400 \text{ mm}$				
X-Naht Nahtdicke = Blechdicke $a = 20 \text{ mm}$ Nahtlänge $L = l = 3000 \text{ mm}$ Lichtbogenschweißen, Güteklasse I, Schweißposition q				
V-Naht Fertigungszeichen vereinfacht durch Fortsetzungszeichen	Ansicht Z 			

Bild 504. Nahtarten, Sinnbilder und Darstellungen (Stumpnähte)

Benennung	bildliche Darstellung		sinnbildliche Darstellung	
	Schnitt	Ansicht	Schnitt	Ansicht
Kehlnaht Allgemeines Schweißzeichen				
Kehlnaht vorn (sichtbar) durchlaufend Nahtdicke $a = 8$ mm Nahtlänge $L = l = 1400$ mm Übergänge bearbeitet				
Kehlnaht hinten (verdeckt) durchlaufend Nahtdicke $a = 6$ mm Nahtlänge $L = l = 200$ mm				
Doppelkehlnaht durchlaufend Nahtdicke $a = 8$ mm (sichtbar) Nahtdicke $a = 8$ mm (unsichtbar) Nahtlänge $L = l = 1000$ mm				
Doppelkehlnaht unterbrochen, gegenüberliegend Nahtdicke $a = 8$ mm (sichtbar) Nahtdicke $a = 6$ mm (unsichtbar) Anzahl der Teilungen $n = 6$ Nahtlänge $L = l = 300$ mm Teilung $e = 800$ mm				
Doppelkehlnaht unterbrochen, versetzt Nahtdicke $a = 8$ mm (sichtbar) Nahtdicke $a = 6$ mm (unsichtbar) Anzahl der Teilungen $n = 10$ Nahtlänge $L = l = 150$ mm Teilung $e = 450$ mm				
Überlappstoß mit Kehlnähten				
Kehlnaht Fertigungszeichen vereinfacht durch Ringsumzeichen				

Bild 505. Nahtarten, Sinnbilder und Darstellungen (Kehlnähte)

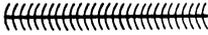


Bild 506. Durchlaufende Naht

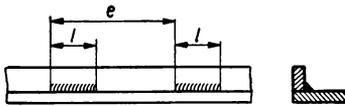


Bild 507. Unterbrochene Kehlnaht

Ansicht Z

Einzelheit X

Einzelheit Y

alle Kehlnähte ∇ soweit nicht anders angegeben

Schweißverfahren : E

Äuße Klasse : II, soweit nicht gesondert gekennzeichnet

Schweißposition : h_2 , soweit nicht gesondert gekennzeichnet

Zusatzwerkstoff : Es VIII S, soweit nicht gesondert gekennzeichnet

Nachbehandlung : spannungsfrei gegläht

Prüfung : Doppel-U-u-X-Naht vor dem Zusammenbau geröntgt

Schriftfeld

Bild 508. Zeichnungsbeispiel in bildlicher Darstellung

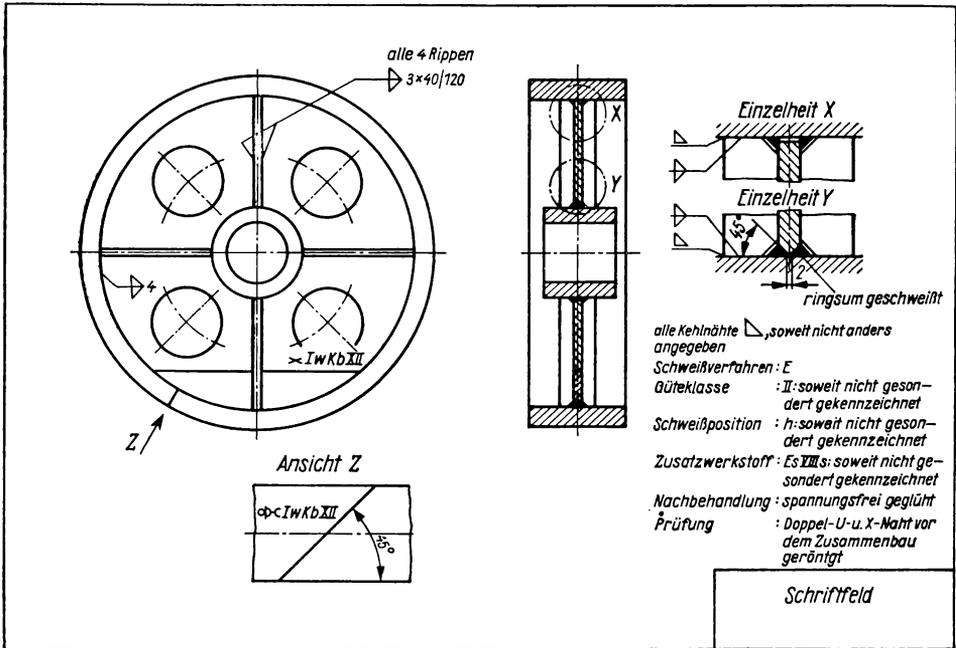


Bild 509. Zeichnungsbeispiel in sinnbildlicher Darstellung

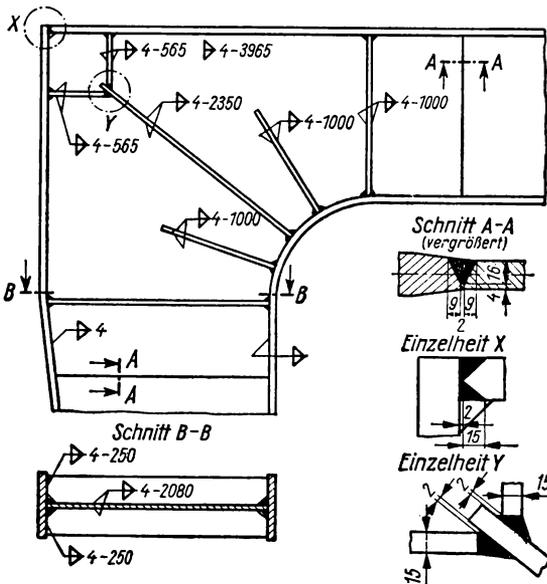


Bild 510. Zeichnungsbeispiel in bildlicher und sinnbildlicher Darstellung gemischt

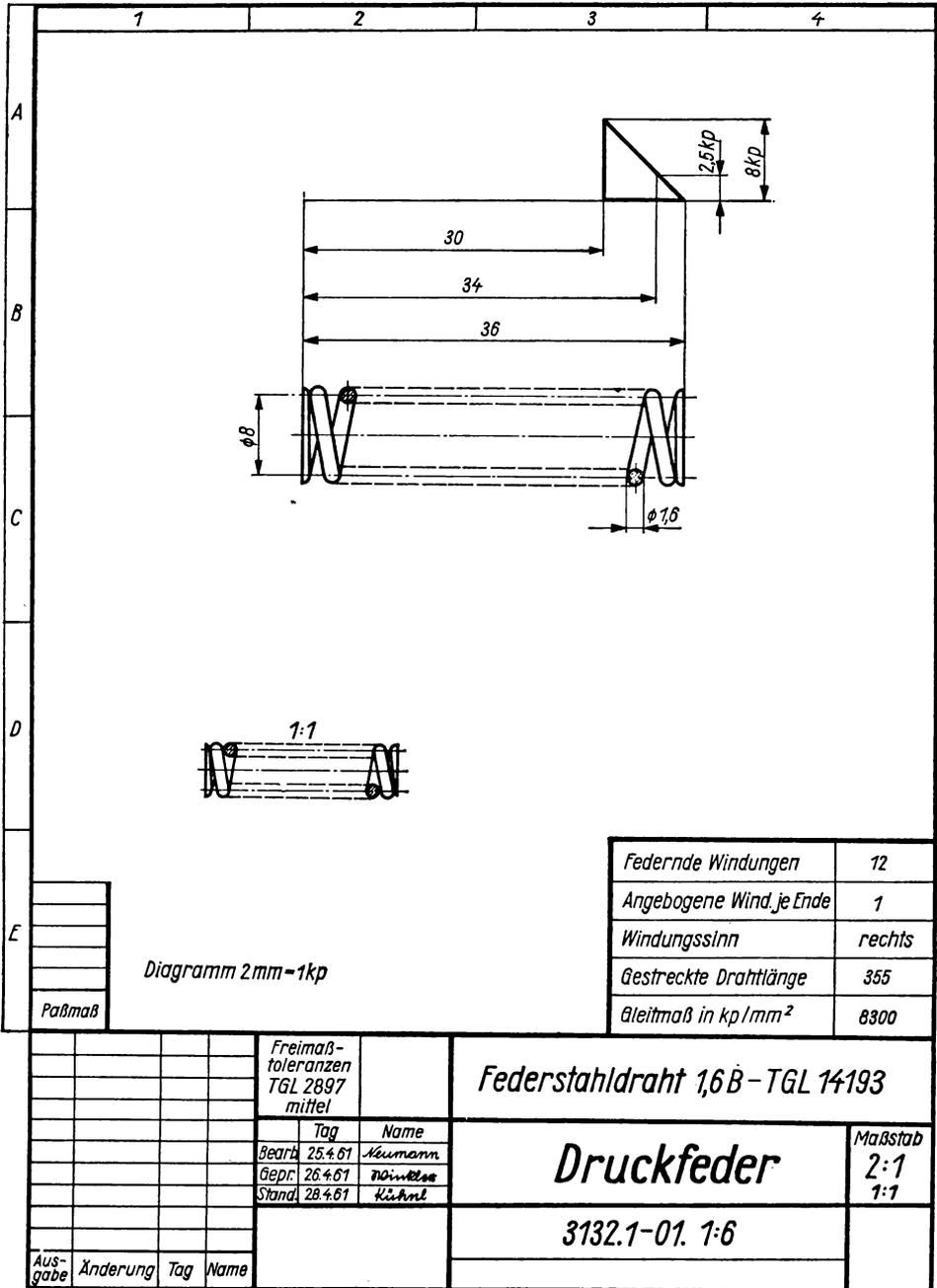


Bild 511. Druckfederzeichnung

11.5. Federdarstellungen

Im allgemeinen werden im Maschinenbau Druck- und Zugfedern benötigt, diese gliedern sich in: Schraubenfedern, Kegelfedern, Blattfedern, Spiralfedern, Tellerfedern, Drehstabfedern.

Da Federn hohen Belastungen ausgesetzt sind, muß der Werkstoff gute elastische Eigenschaften haben. Man verwendet daher in den meisten Anwendungsfällen Federstahl mit rundem oder rechteckigem Querschnitt. Die Halbzeuge sind in den jeweiligen Standards festgelegt.

Nach dem Verwendungszweck gibt es *Schraubenfedern* für Druck-, Zug- und Biegebeanspruchung. Deshalb werden diese drei Arten auch Druck-, Zug- und Biegefedern genannt.

in Ansicht	im Schnitt	Sinnbild

Bild 512. Druckfedern – Sinnbilder

Bei Darstellung dieser Federn wendet man, um zeitraubende Zeichenarbeit zu vermeiden, vereinfachte Darstellungen oder Sinnbilder an. Auf den Zeichnungen sind in jedem Falle zur Herstellung und Prüfung ein Prüfdiagramm mit den verschiedenen Kräften sowie eine Zusammenfassung (meist im Stempel über dem Schrifffeld) der nachfolgend aufgeführten Werte anzubringen:

- Federnde Windungen
- Angebogene Windungen je Ende
- Windungssinn
- Gestreckte Drahtlänge
- Gleitmaß in kp/cm^2

Bild 511 zeigt die Darstellung und Bemaßung einer Druckfeder. Die Berechnung und Ausführung von Druckfedern ist in TGL 0-2089 und TGL 0-2090 festgelegt.

Bild 512 zeigt Druckfedern sinnbildlich nach TGL 15103 dargestellt.

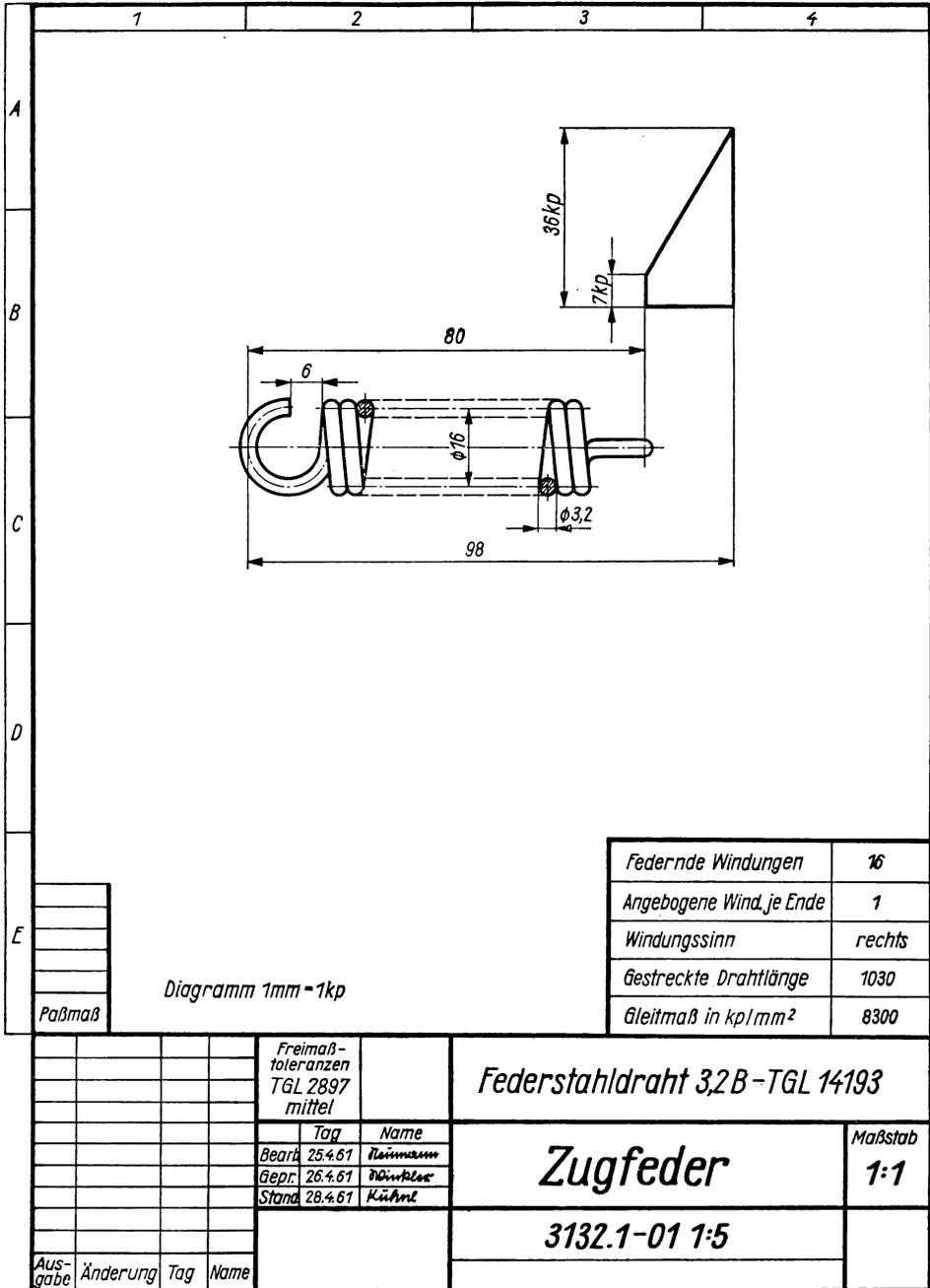


Bild 513. Zugfederzeichnung

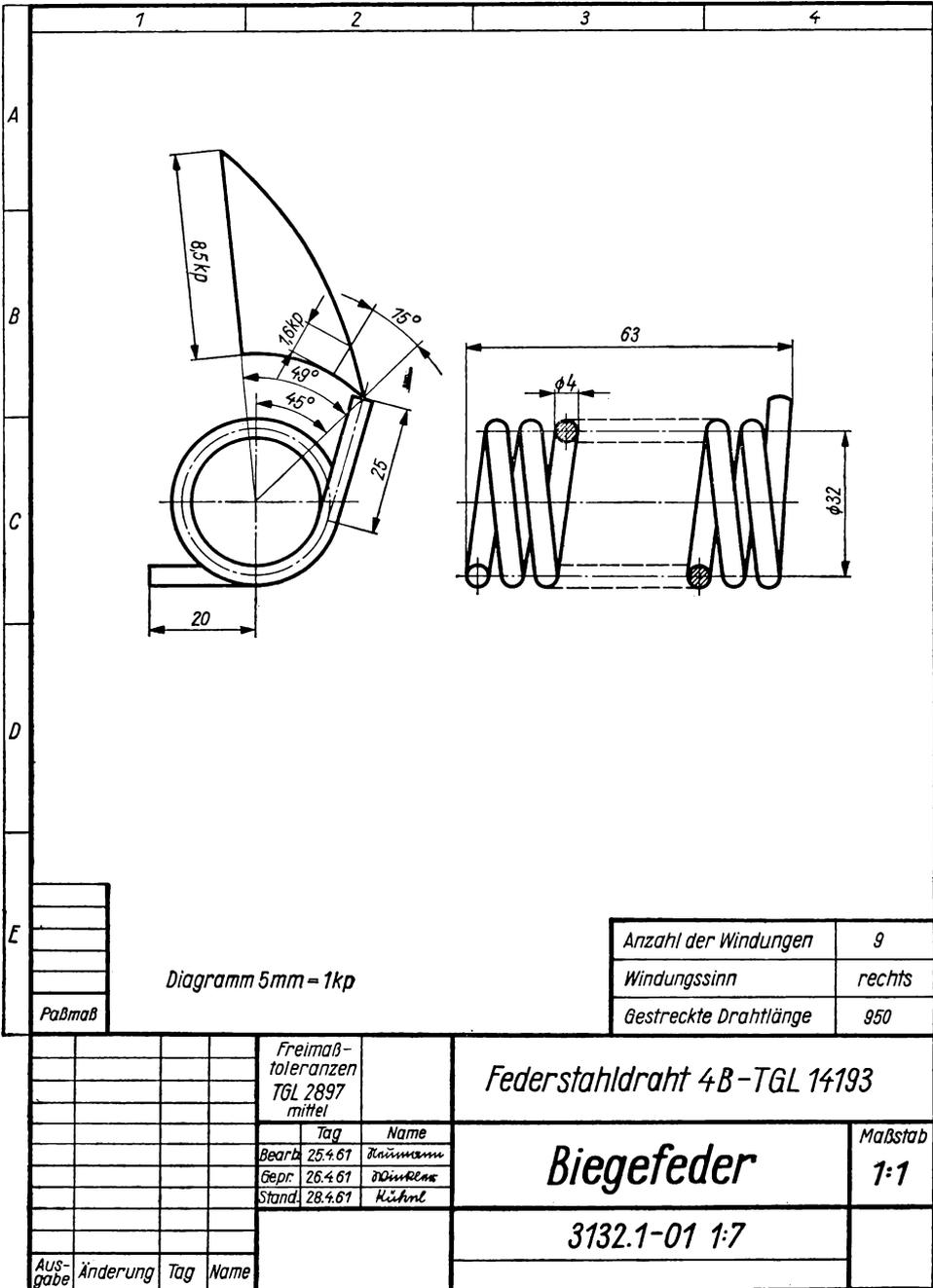


Bild 514. Biegefederzeichnung

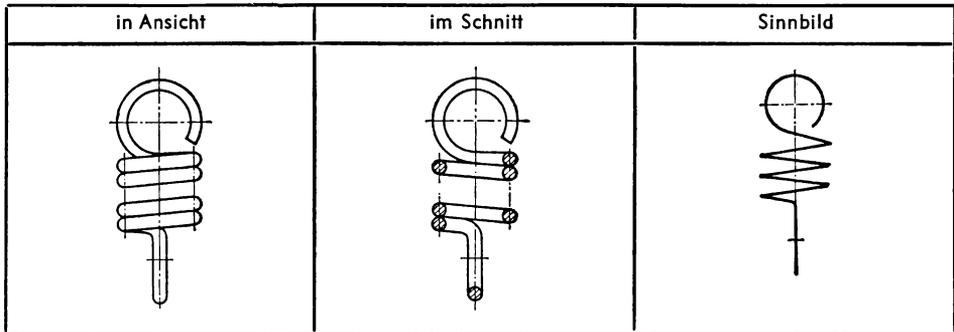


Bild 515. Zugfeder-Sinnbilder

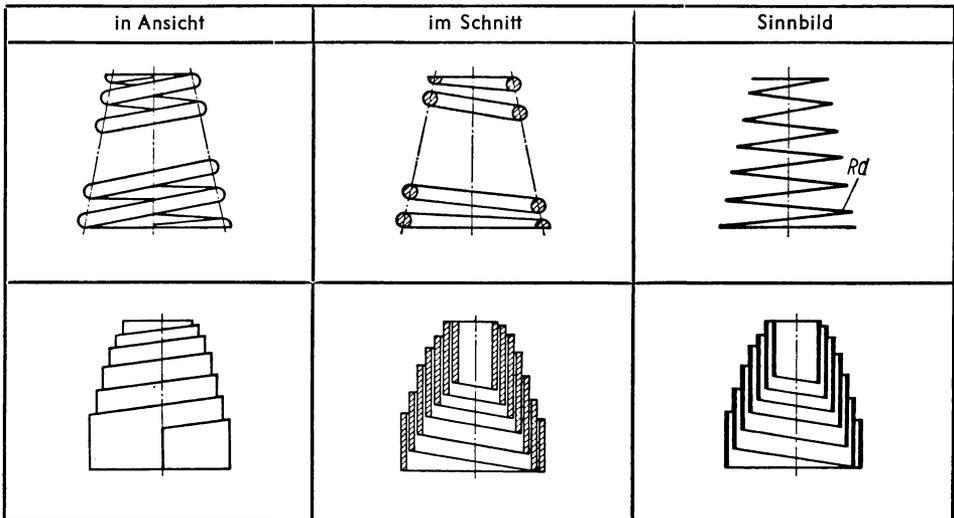


Bild 516. Darstellung der Kegelfeder

Für Zug- und Biegefedern gelten die gleichen Festlegungen wie bei den Druckfedern (Bilder 513 und 514). Sinnbilder nach TGL 15103 für Zugfedern zeigt Bild 515.

Kegelfedern

Kegelfedern werden aus flachem, rechteckigem Federstahl hergestellt. Die Darstellung im Schnitt, im Sinnbild und in der Ansicht zeigt Bild 516.

Im Fahrzeugbau finden überwiegend *Blattfedern* Verwendung. Die sinnbildliche Darstellung zeigt Bild 517.

Weitere Sinnbilder nach TGL 15103 für Spiralfedern sind in Bild 518 dargestellt.

	in Ansicht	im Schnitt	Sinnbild
ohne Augen		—	
mit Augen		—	
ohne Augen mit Bund		—	
mit Augen und Bund		—	

Bild 517. Darstellung der Blattfeder

	in Ansicht	im Schnitt	Sinnbild
ungespannt		—	
mit Gehäuse gespannt		—	

Bild 518. Darstellung der Spiralfeder



Bild 519. Einzelsteller

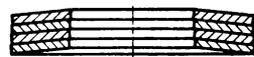


Bild 520. Federpaket

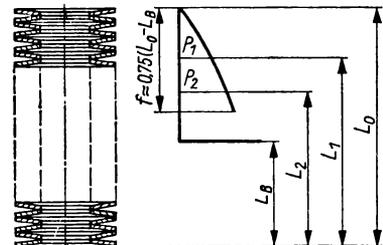


Bild 521. Federsäule, ungespannt

Tellerfedern bestehen aus kegelförmigen Ringscheiben. Bild 519 zeigt die Darstellung eines Einzeltellers, Bild 520 ein Federpaket und Bild 521 eine Federsäule, ungespannt mit Prüfdiagramm. Die Berechnung der Tellerfedern ist in TGL 0-2092 festgelegt.

11.6. Zahnrad Darstellungen

Zur Übertragung von Kräften und Drehbewegungen werden Zahnräder benutzt. In Bild 522 sind die Bezeichnungen, die zur Bestimmung der Formen notwendig sind, dargestellt.

Zur Bestimmung der Zahnräder ist der Modul ($m = \frac{t}{\pi}$) notwendig. Wie die Formel zeigt, ist der Modul das Verhältnis der Teilung zu π . Die Modulreihe ist in TGL 15004 festgelegt.

Die Zahnformen für Stirn- und Kegelräder sind in TGL 15005 festgelegt. In der Mehrzahl wird im Maschinenbau die Evolventenverzahnung benutzt. Das Zahnstangenprofil als Bezugsprofil zeigt Bild 523.

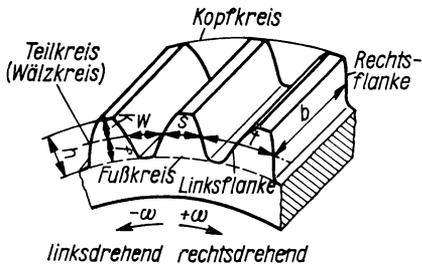


Bild 522. Bezeichnungen am Zahnrad

d_k Kopfkreis	b Zahnbreite	k Kopfhöhe
d_o Teilkreis	h Zahnhöhe	t Fußhöhe
d_f Fußkreis	s Zahndicke	t Teilung
	w Zahnweite	

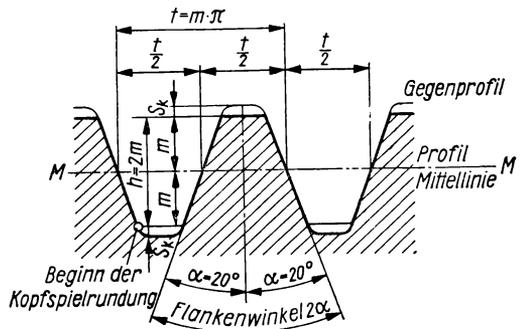


Bild 523. Zahnform für Stirn- und Kegelräder

Wie Bild 523 zeigt, sind die Flanken Gerade (Evolventenverzahnung) der Eingriffswinkel $\alpha = 20^\circ$ (= halber Flankenwinkel) die gemeinsame Zahnhöhe $h = 2 \cdot m$.

Kopfspiel $S_k = 0,1 \cdot m \dots 0,3 \cdot m$ (je nach Herstellungsverfahren). Da die bildliche Darstellung von Zahnrädern (Evolventenkurven, usw.) recht zeitraubend ist, benutzt man hier in jedem Falle vereinfachte Darstellungen oder Sinnbilder. Der Kopfkreis wird als dicke Volllinie, der Teilkreis als Strichpunktlinie und der Fußkreis als gestrichelte Linie gezeichnet. Bild 524 zeigt vereinfachte Darstellungen und Sinnbilder nach TGL 15031 für Zahnräder.

Für Kettenräder gelten ähnliche Sinnbilder, ebenso für Sperr- und Schalträder, nur daß einige Ketten- oder Sperrzähne angedeutet werden müssen (Bild 525).

Bei der Berechnung und Darstellung ist es notwendig, die hierfür bestimmten Standards hinzuzuziehen.

11.6.1. Stirnräder

Am häufigsten werden Stirnräder bei Getrieben verwendet. Unterschieden werden diese in Stirnräder mit Gerad- und Schrägverzahnung. Bei Schrägverzahnung ist die Zahnrichtung, ob links- oder rechtssteigend, der Schrägungswinkel sowie der Stirnmodul anzugeben.

Stirnräder

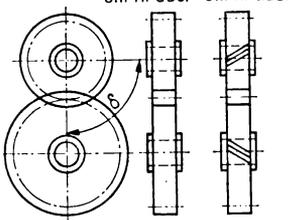
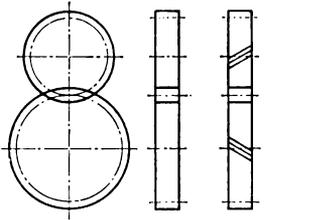
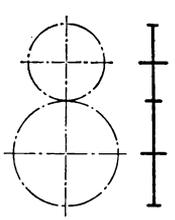
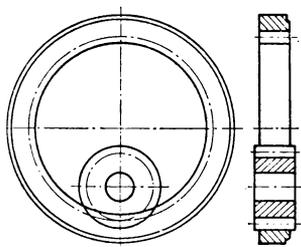
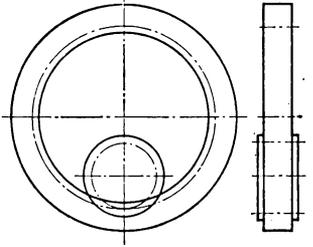
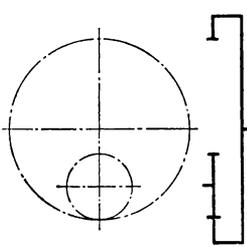
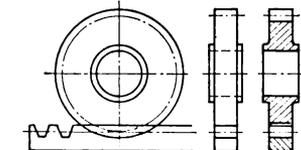
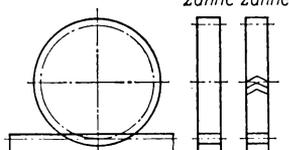
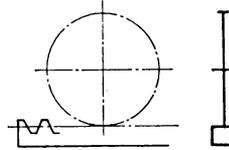
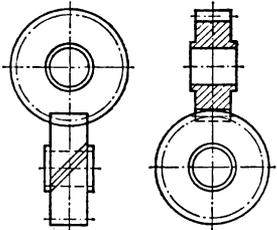
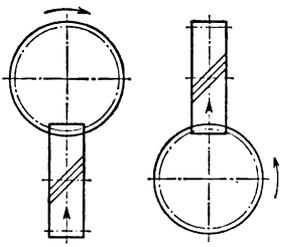
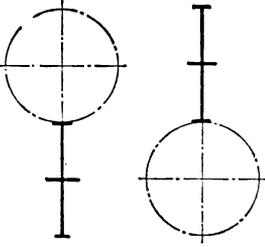
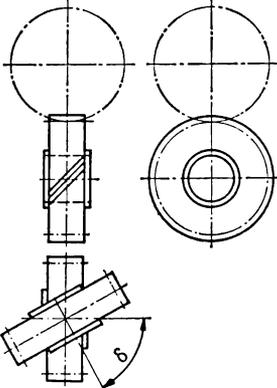
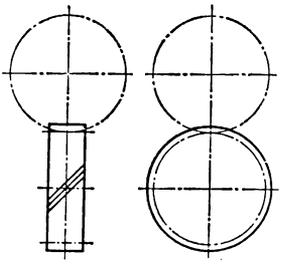
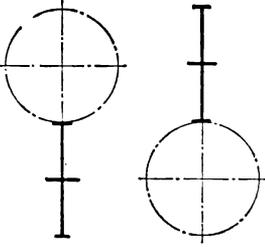
Darstellung	Vereinfachte Darstellung	Sinnbild
<p><i>ußenge triebe</i> Anordnung der Achsen $\delta = 90^\circ$ Gerad- stirnräder Schräg- stirnräder</p> 	<p>Gerad- stirnräder Schräg- stirnräder</p> 	
<p><i>Innengetriebe</i></p> 		
<p><i>Stirnrad mit Zahnstange</i></p> 	<p>Gerad- Pfeil- zähne zähne</p> 	

Bild 524. Sinnbilder für Zahnräder nach TGL 15031

Schraubenräder

Darstellung	Vereinfachte Darstellung	Sinnbild
<p><i>Zylindrische Schraubenräder Kreuzungswinkel $\delta = 90^\circ$</i></p> 		
<p><i>Zylindrische Schraubenräder Kreuzungswinkel $\delta < 90^\circ$</i></p> 		

Schnecke und Schneckenrad

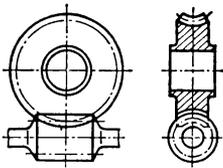
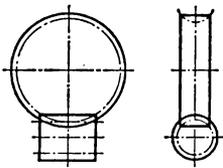
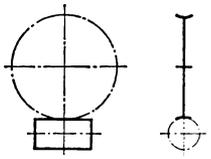
Darstellung	Vereinfachte Darstellung	Sinnbild
<p><i>Zylinderschnecke</i></p> 		

Bild 524. Sinnbilder für Zahnräder nach TGL 15031

Kegelräder

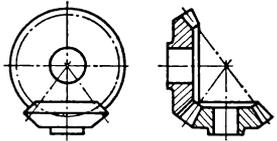
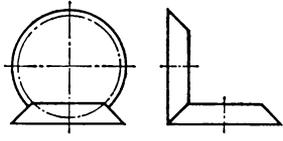
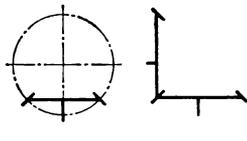
Darstellung	Vereinfachte Darstellung	Sinnbild
<p>Achsenwinkel $\delta_A = 90^\circ$</p> 		

Bild 524

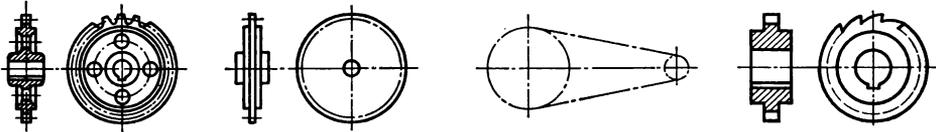


Bild 525. Sinnbilder für Ketten- und Sperräder

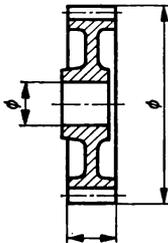


Bild 526. Stirnrad, geradzahnt

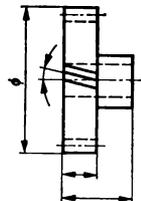


Bild 527. Stirnrad, schrägverzahnt

Bild 526 zeigt die Darstellung eines geradzahnten Stirnrades. In dieser Darstellung sind nur die Maße, die für die Verzahnung notwendig sind, angegeben. Die weitere Bemaßung ist nach TGL 9727 durchzuführen. In Bild 527 ist ein Stirnrad mit Schrägverzahnung dargestellt.

Ein Stirnrad mit Geradzahnung in völliger Darstellung und Bemaßung zeigt Bild 528. Die Darstellung eines Stirnrades mit Schrägverzahnung und einer Zahnstange mit Schrägverzahnung zeigen die Bilder 529 und 530.

11.6.2. Kegelräder

Kegelräder dienen zum Aufbau von Winkeltrieben. Dabei ist es möglich, diese in jedem konstruktiv bedingten Winkel auszuführen. Bild 531 zeigt die Aufzeichnung eines Kegelrades mit Bemaßung für die Verzahnung, Bild 532 ein Kegelrad ohne Bohrung mit Spannzapfen.

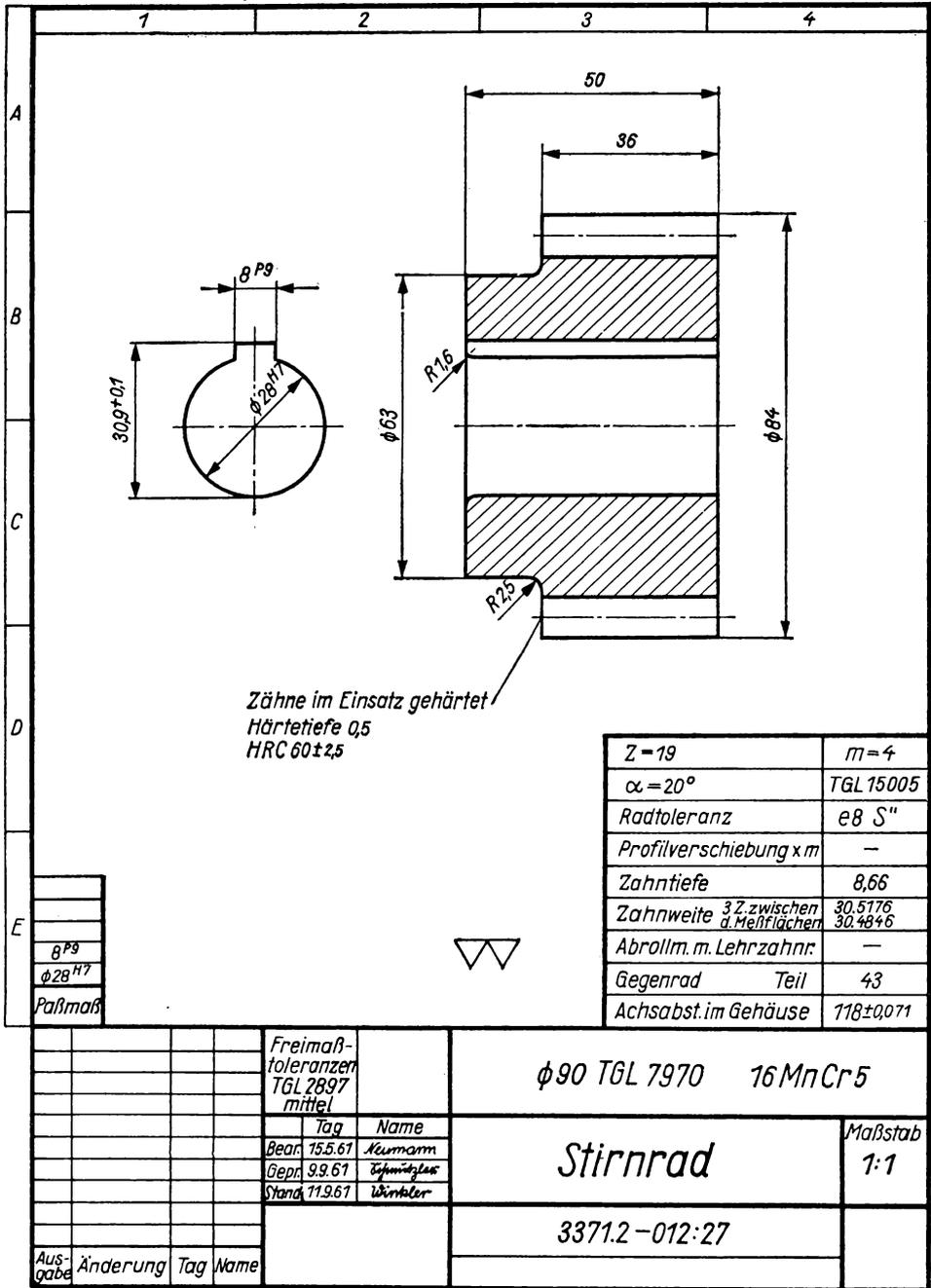
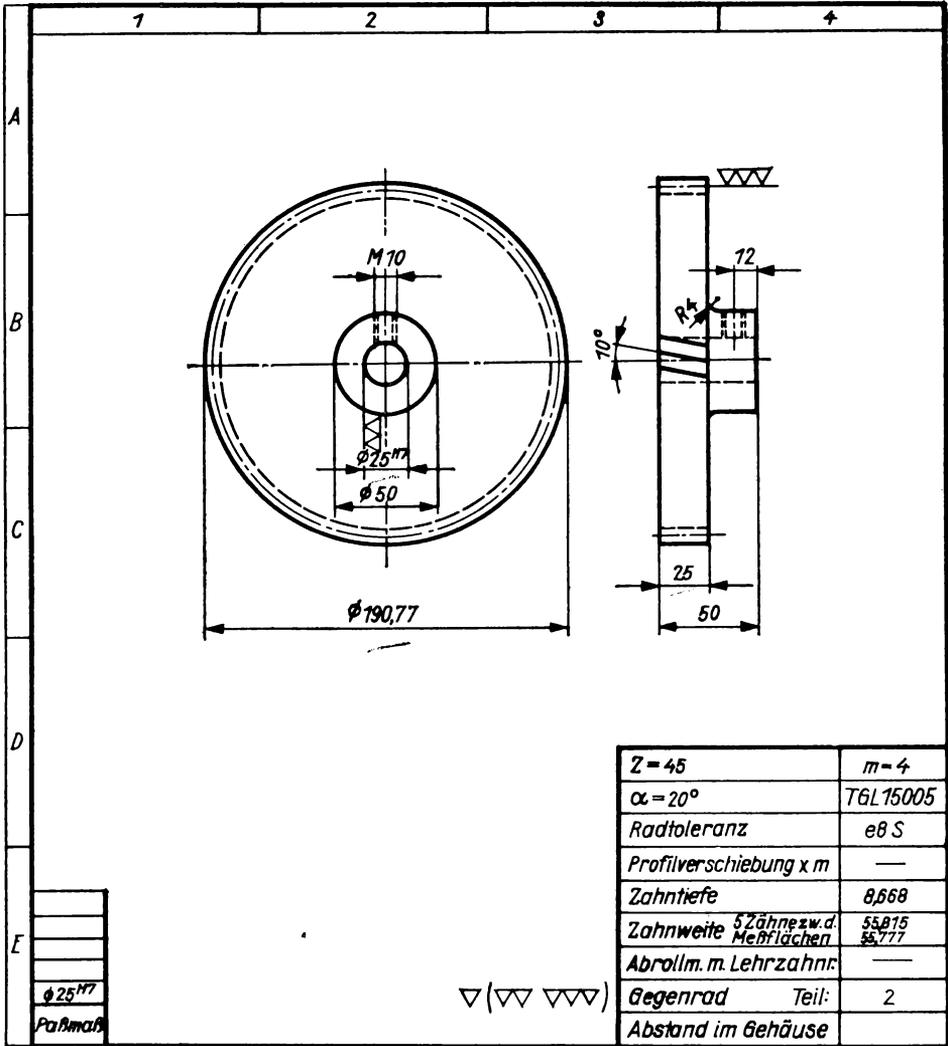


Bild 528. Stirnradzeichnung



Z = 45	m = 4
$\alpha = 20^\circ$	TGL 15005
Radtoleranz	e8 S
Profilverschiebung x m	—
Zahntiefe	8,668
Zahnweite	5 Zähne z. w. d. Meßflächen 55,815
Abrollm. m. Lehrzahn:	55,777
Gegenrad Teil:	2
Abstand im Gehäuse	

Paßmaß	$\phi 25$ H7
--------	--------------

Freimaßtoleranzen TGL 2897 mittel		GG-18	
Bear.	Tag	Name	Stirnrad 1:2,5
Gepr.	28.12.61	Müller	
Stand	2.1.62	Müller	
	4.1.62	Speiser	
Ausgabe		3782.2-04 5:1	
Änderung			
Tag			
Name			

Bild 529. Stirnradzeichnung

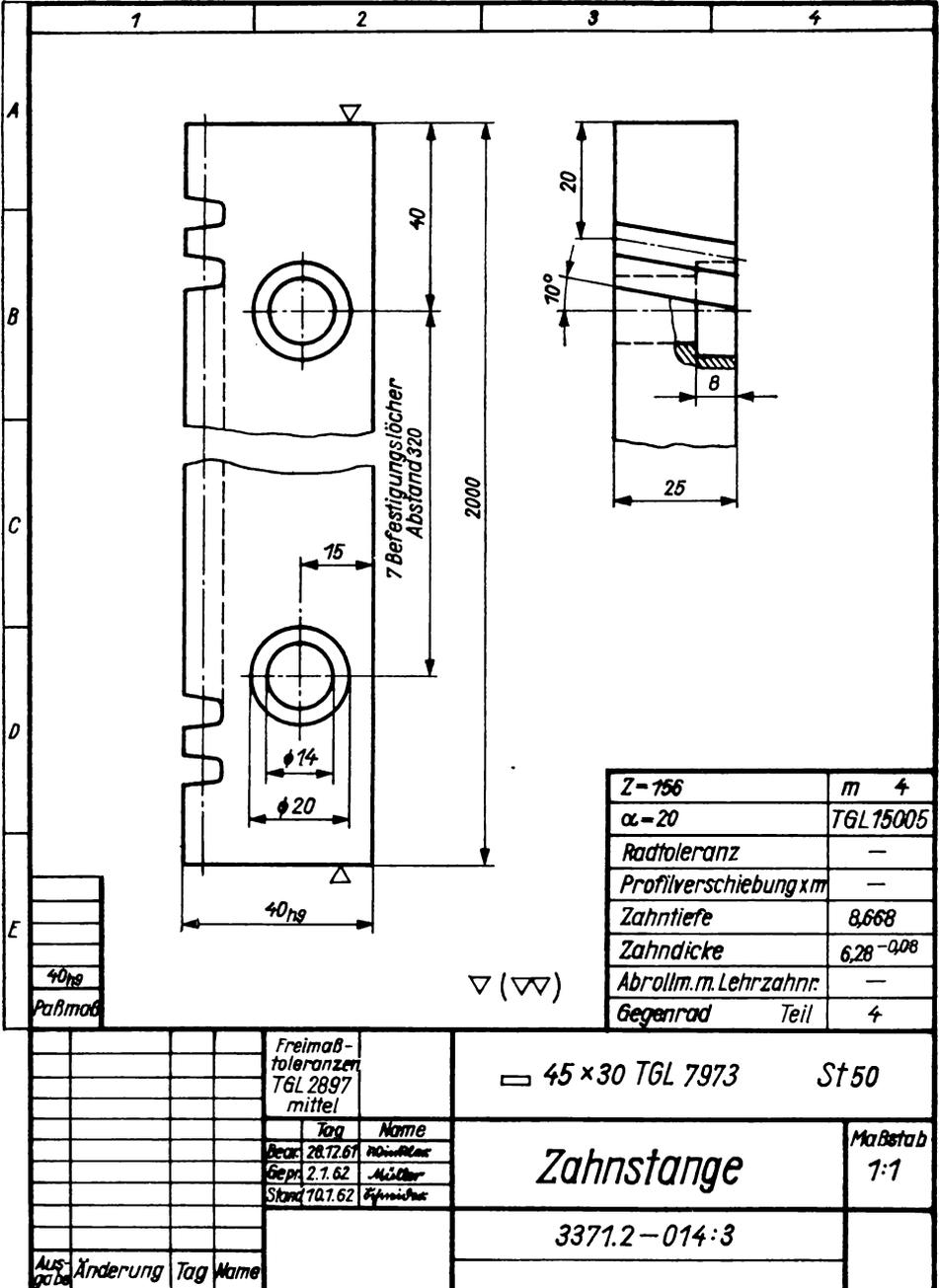


Bild 530. Zahnstange, schrägverzahnt

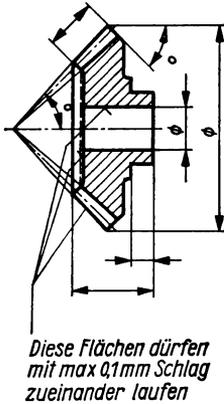


Bild 531. Kegelrad, geradzahnt

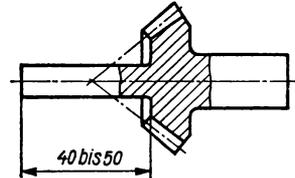


Bild 532. Kegelrad mit Spannzapfen

Bilder 533 und 534 zeigen Kegelräder in vollständiger Darstellung und Bemaßung. In Bild 535 ist ein Kegelradpaar mit allen benötigten Angaben dargestellt.

11.6.3. Schnecke, Schneckenräder

Schneckentriebe gestatten die Übertragung von Drehbewegung zweier sich kreuzender Wellen. Bild 536 zeigt die Darstellung einer Schnecke, Bild 537 gibt ein Schneckenrad wieder.

11.6.4. Kettenräder

Bei Kettenrädern ist in jedem Falle zwecks Bemaßung für die Verzahnung eine Zahnücke mit den angrenzenden Zähnen zu zeichnen. Bild 538 zeigt ein Kettenrad mit der Bemaßung zur Herstellung der Verzahnung. Eine völlige Darstellung und Bemaßung eines Kettenrades zeigt Bild 539.

11.6.5. Verschiedene Verzahnungen

Sperräder dienen gemeinsam mit Sperrklinken zum Feststellen von Teilen sowie zum Einstellen in eine bestimmte Lage. Ein Sperrrad ist in Bild 540 dargestellt. Hier ist in jedem Falle die Bemaßung der Zähne im Bild vorzunehmen.

Die *Kerbverzahnung* wird angewendet, wenn Teile unverrückbar, jedoch wieder löslich verbunden werden sollen (Bild 541).

Die *Hirth-Verzahnung* ist für die gleichen Zwecke wie die Kerbverzahnung vorgesehen (Bild 542).

Auch Sägeblätter stellen eine Verzahnung dar. Die Zähne werden ebenfalls gesondert bemaßt (Bild 543).

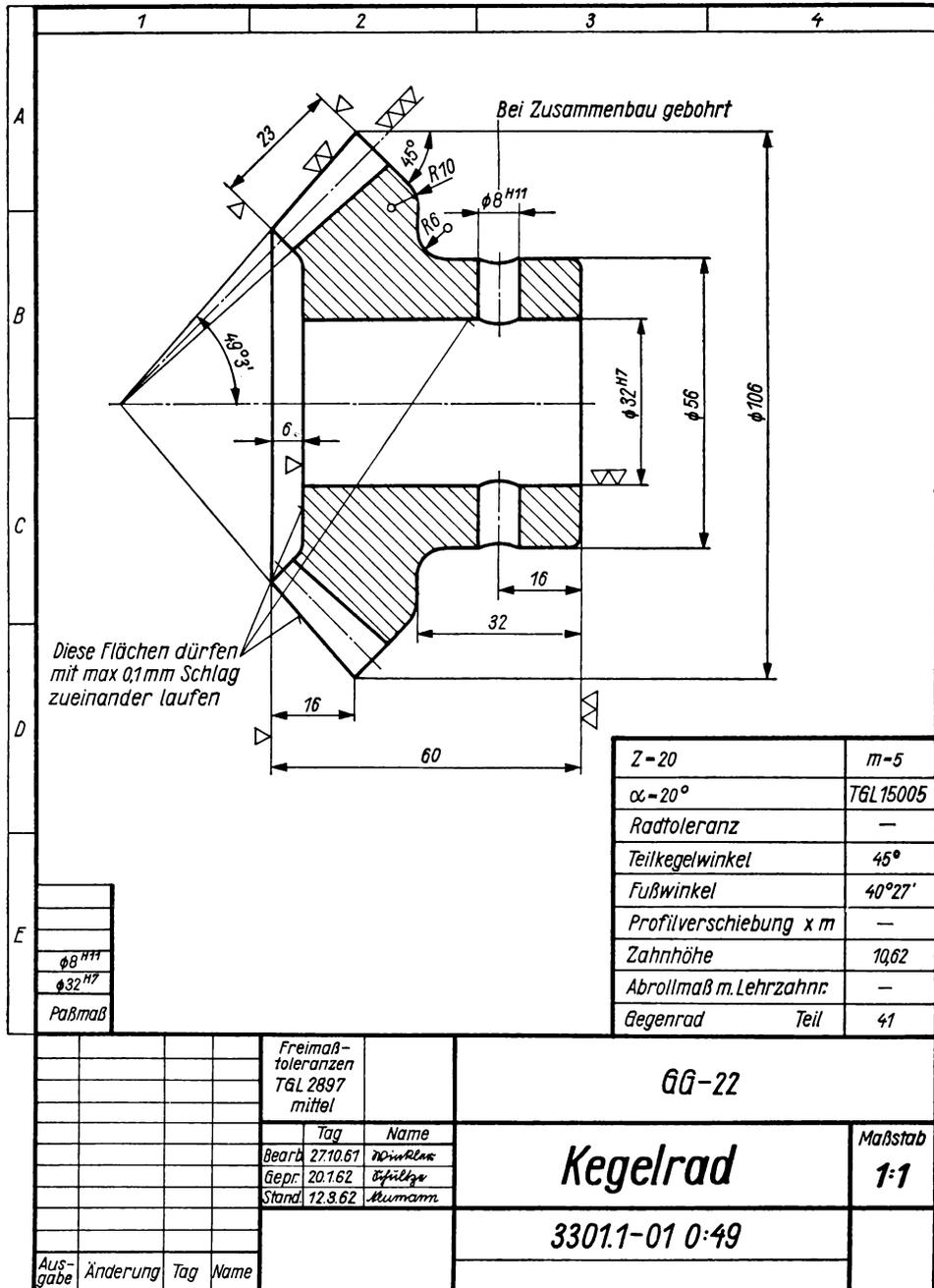


Bild 533. Kegelradzeichnung

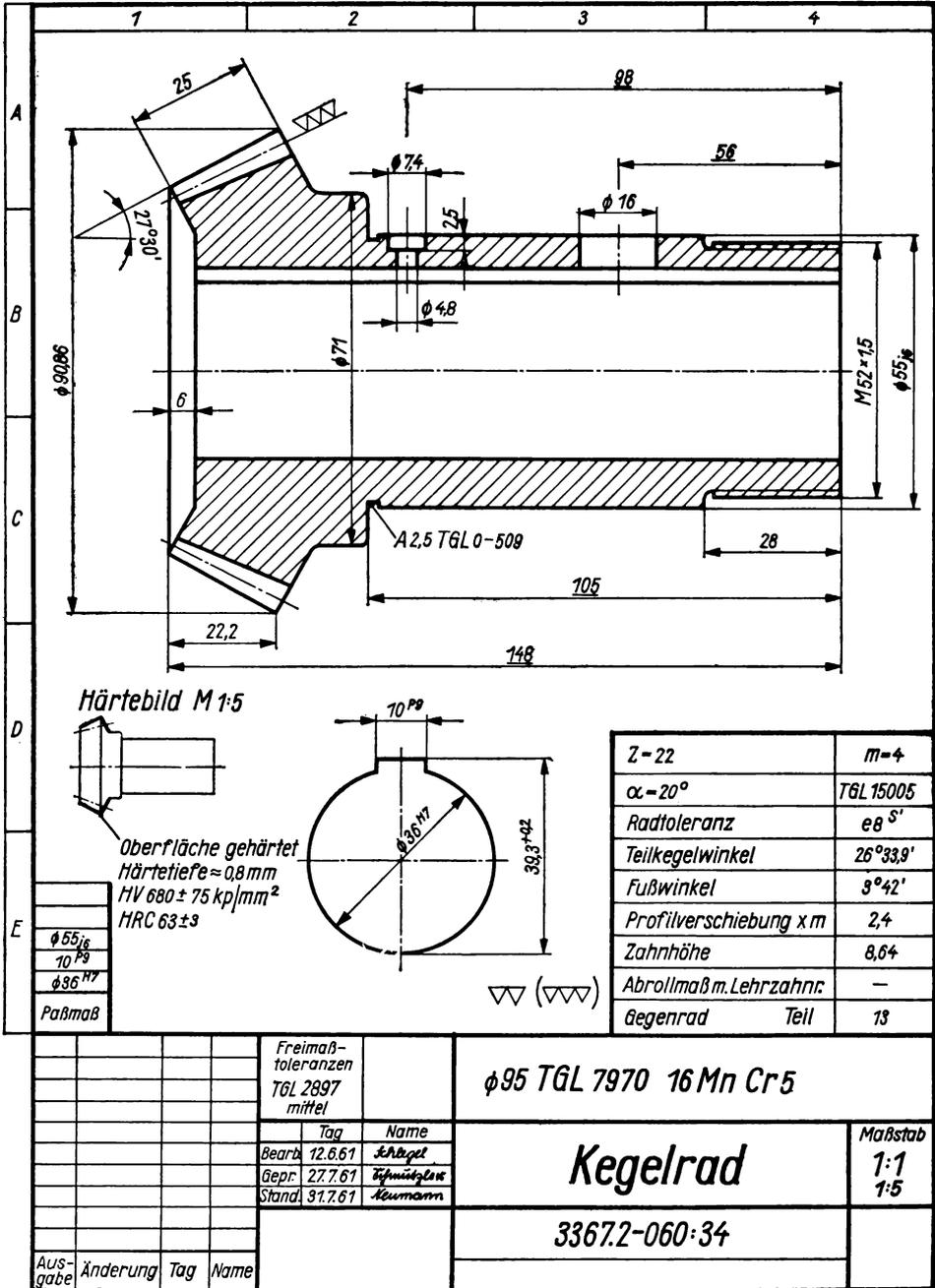


Bild 534. Kegelrad mit Härtebild

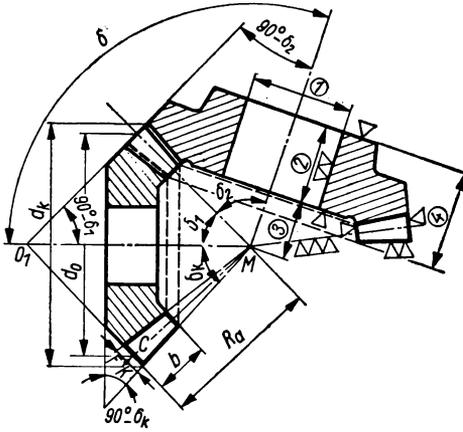


Bild 535. Kegelradpaar

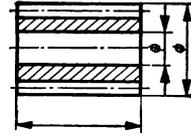


Bild 536. Schnecke

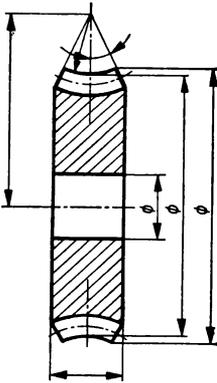


Bild 537. Schneckenrad

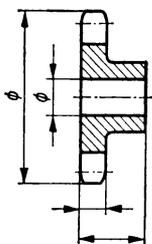


Bild 538. Kettenrad

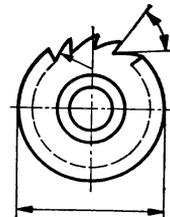


Bild 540. Sperrrad

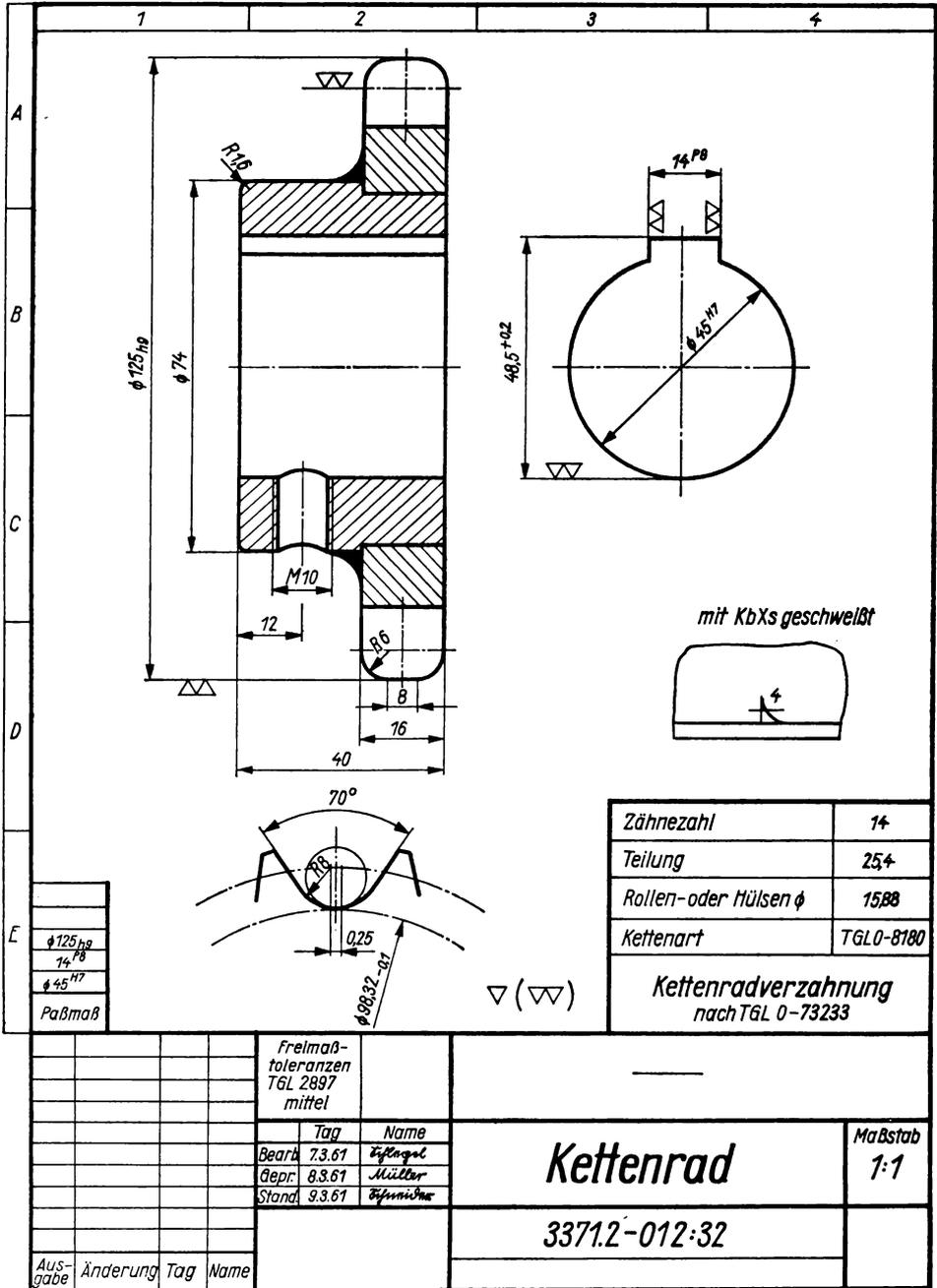


Bild 539. Kettenradzeichnung

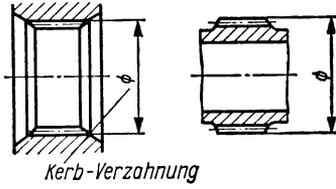


Bild 541. Kerbverzahnung

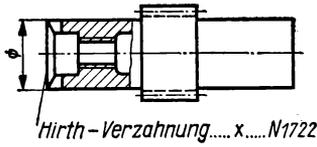


Bild 542. Hirth-Verzahnung..... x.....N1722

Z

Einzelheit Z
M 1:1

Zähnezahl 132
Zahnteilung 9988
Sägeblatt nicht geschränkt

Freimath	Elektrostahl nach
Tele 2297	Cr-Va legiert
1709	Sägeblatt
1709	3581.1-060:52
1709	1:2,5
1709	(1:1)

Bild 543. Sägeblattverzahnung

12. Skizzen

Skizzen sind nicht an bestimmte Formen und Vorschriften gebundene, meist freihändig ausgeführte Darstellungen (vorwiegend ohne Benummerung). Sie dienen dazu, von vorhandenen Maschinenteilen Darstellungen aufzunehmen, oder als Unterlage der technischen Zeichnung. Weiterhin benutzt man sie bei technischen Erklärungen zur Erläuterung. Werden vorhandene Teile dargestellt, so können die Maße mit den entsprechenden Meßzeugen (Maßstab, Meßschieber, Tiefenmaß usw.) abgenommen werden. Im anderen Falle werden die Maße geschätzt, jedoch müssen sie zueinander im richtigen Verhältnis stehen. Eine maßstäbliche Darstellung ist anzustreben.

Als Arbeitsgerät zum Skizzieren dient ein weicher Bleistift, und als Zeichenpapier ist Millimeterpapier sehr vorteilhaft, da diese Einteilung die maßstäbliche Darstellung wesentlich erleichtert. Bild 544 zeigt die Skizze eines Schraubenbolzens auf Zeichenpapier, Bild 545 einen Anschweißbolzen auf Millimeterpapier.

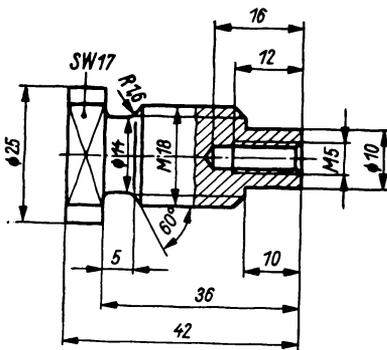


Bild 544. Skizze eines Schraubenbolzens

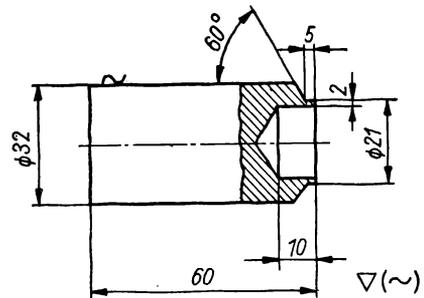


Bild 545. Skizze eines Anschweißbolzens

Wie bei der Zeichnung sind auch bei den Skizzen die Mittellinien zuerst zu ziehen. Es ist zweckmäßig, die Teile von innen nach außen aufzuzeichnen. Beim Skizzieren gelten die gleichen Richtlinien (Maßeintragung, Schnittangabe, Eintragung der Toleranzen usw.) wie bei den Zeichnungen.

Bei entsprechender Übung können auch Skizzen in perspektivischer Darstellung ausgeführt werden (Bild 546).

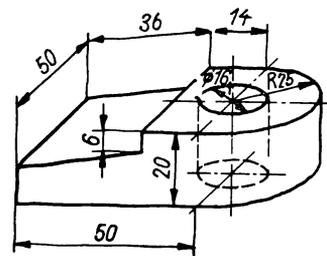


Bild 546. Skizze einer Klemmplatte

13. Zeichnungsarten

13.1. Verwendungszweck

Je nach Verwendungszweck unterscheidet man verschiedene Arten von Zeichnungen. Dies schließt nicht aus, daß man die gleiche Zeichnung für verschiedene Zwecke verwenden kann.

Zu unterscheiden sind im allgemeinen:

Skizzen	Sie sind nicht an bestimmte Formen und Vorschriften gebundene, meist freihändig ausgeführte Darstellungen (vorwiegend ohne Benummerung).
Zeichnungen	Hierunter versteht man maßstäbliche Darstellungen mit allen Ansichten, Schnitten und sonstigen Angaben, die zur Herstellung eines Erzeugnisses erforderlich sind.
Pläne	Sie sind vereinfachte Darstellungen, die angeben, wie die Gegenstände im Raum oder in Hinsicht auf ihre Funktion zusammengehören.
Vorschriften	Darunter sind textliche und bildliche Zusammenstellungen eines Erzeugnisses oder bestimmter Funktionen oder Angaben über Verfahren, z. B. bei der Prüfung und Lieferung von Erzeugnissen zu verstehen.
Bilder	Sie sind bildliche Darstellungen, die Form und allgemeine Ausführung eines Erzeugnisses erkennen lassen.
Verschiedene Bauunterlagen	Änderungsmitteilungen, Bedienanweisungen, Beschreibungen, Prüfberichte und Schmieranweisungen, Liste der Bauunterlagen und Stücklisten.

13.2. Inhalt

Zu unterscheiden sind nach dem Inhalt:

Fertigungszeichnungen	Zusammenstellzeichnungen Hauptgruppenzeichnungen Untergruppenzeichnungen Teilzeichnungen Entwurfzeichnungen
Fertigungsmittelzeichnungen	Lehrenzeichnungen Schablonenzeichnungen Vorrichtungzeichnungen Werkzeugzeichnungen
Zusatzzeichnungen	Modellzeichnungen Rohteilzeichnungen Schweißgruppenzeichnungen

Sonder- zeichnungen	Anfragezeichnungen Angebotszeichnungen Bestellzeichnungen Einbauzeichnungen Einmauerungszeichnungen Fundamentzeichnungen Patent- und Gebrauchsmusterzeichnungen Schemazeichnungen
Pläne	Armaturenpläne Bauschaltpläne Einricht-Einstellpläne Fertigungspläne Hydraulikschaltpläne Lagepläne Leistungspläne Leitungspläne Montagepläne Rohrleitungspläne Stromlaufpläne Übersichtsschaltpläne Technologische Pläne
Vorschriften	Bauvorschriften Liefervorschriften Prüfvorschriften
Verschiedene Baunterlagen	Änderungsmitteilungen Bedienanweisungen Beschreibungen Liste der Baunterlagen Prüfberichte Schmieranweisungen Stücklisten Abnahmeprotokolle Berechnungsunterlagen Technische Entwürfe Versuchszeichnungen und Entwürfe

13.3. Herstellungsart

Zu unterscheiden sind nach der Herstellungsart und nach der Verwendung:

Bleizeichnungen: Skizzen, Entwurfszeichnungen oder Stammzeichnungen.

Tuschezeichnungen: Stammzeichnungen.

Vervielfältigungen: Stammpausen, Büropausen, Werkstattpausen, Werbebilder usw.

14. Werkstattzeichnung

14.1. Zeichnungssysteme

Als Zeichnungssystem bezeichnet man die Art, nach der die Zeichnungen, Listen, Pläne usw. im Zeichnungssatz geordnet und benummert werden. In der Praxis haben sich zwei Systeme, das Teilzeichnungssystem und das Sammelblatt- oder Zerschneidesystem durchgesetzt. Das Teilzeichnungssystem wird vorwiegend für die Darstellung der zu fertigenden Teile, Aggregate, Maschinen usw. verwendet. Das Zerschneidesystem findet Anwendung bei der Darstellung von Fertigungsmitteln, soweit sie nicht serienmäßig hergestellt werden.

14.1.1. Teilzeichnungssystem

Hierbei wird für jedes Teil und jede Gruppe eine selbständige Einzelzeichnung angefertigt. Die Formate für diese Zeichnungen zeigen die Bilder 43 und 44. Die Stückliste ist von dem Zeichnungssatz getrennt. Vorteilhaft ist hier, daß jede Zeichnung unabhängig ist, was für die Serienfertigung und Kooperation unerlässlich ist. Ein weiterer Vorteil ist das Ablegen dieser Zeichnungen, was bei diesem System ein schnelles Finden garantiert.

14.1.2. Zerschneidesystem

Im allgemeinen wird das Zerschneidesystem nur noch für Fertigungsmittel verwendet. Bei diesem System werden auf großen Zeichnungsblättern mehrere Teile oder Gruppen oft in verschiedenen Formaten aufgezeichnet. Die Stückliste ist in diesem Falle auf der Zusammenstellzeichnung enthalten. Auf Grund der verschiedenen Anwendungsmöglichkeiten können solche Vordrucke nicht druckfertig aufgelegt werden. Bild 547 zeigt Beispiele für das Anwenden einer Blattgröße.

Verwendungsmöglichkeiten der einzelnen Formate:

- A 0 Zu Zusammenstellungen und Teilzeichnungen verwenden, wenn A 0 für die Darstellung eines großen Teiles benötigt wird. Weitere Fertigungsmittelzeichnungen auf A 1.
- A 1 Zu Zusammenstellzeichnungen und Teilzeichnungen verwenden. Eine Blattgröße A 1 kann auch Zusammenstellzeichnungen im Format A 2, A 3 enthalten unter Aufteilung des Restblattes in Teilzeichnungen.
- A 2 Zu Zusammenstellzeichnungen und Teilzeichnungen verwenden. Eine Blattgröße A 2 kann auch Zusammenstellzeichnungen im Format A 3, A 4 enthalten unter Aufteilung des Restblattes in Teilzeichnungen.
- A 3 Zu Zusammenstellzeichnungen und Teilzeichnungen verwenden. Eine Blattgröße A 3 kann auch Zusammenstellzeichnungen im Format A 4 enthalten unter Aufteilung des Restblattes in Teilzeichnungen.

A 4 Nur für Fertigungsmittel, die aus einem Stück bestehen, insbesondere Werkzeuge, verwenden.

A 5 Als Einzelformat möglichst nicht verwenden.

Im übrigen ist es dem Fertigungsmittel-Konstrukteur überlassen, die günstigste Verwendung und Aufteilung der Blattgrößen selbst zu bestimmen.

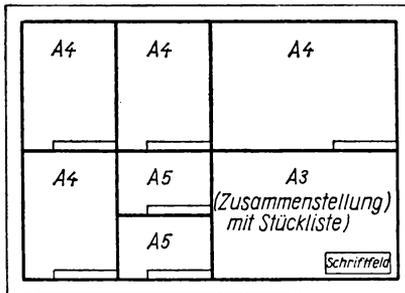


Bild 547. Beispiele für Anwendung einer Blattgröße

14.2. Stückliste

Die Stückliste enthält eine Zusammenfassung des Zeichnungssatzes sowie der Standardteile und bezogenen Teile in der Reihenfolge des Zusammenbaues. Sie ist nur als Hauptteil der Gesamtstückliste zu betrachten.

Alle weiteren Angaben, wie z. B. Rohstoffbedarf, Beschaffung von Standardteilen, technologische Hinweise usw., sind auf besonderen Listen einzutragen. Diese Listen (Anhängeliste), die von der Technologie aufzustellen sind, ergeben zusammen mit der Stückliste des Konstruktionsbüros die Gesamtstückliste.

Als Konstruktionsliste hat sich die Stückliste nach TGL 0-6771 gut eingeführt. Durch ihren einfachen und übersichtlichen Aufbau wird sie den an sie gestellten Anforderungen voll gerecht. Bild 548 zeigt den Vordruck der Stückliste der Blattgröße A 4.

Die Stückliste ist aufzustellen für das auf der zugehörigen Zusammenbauzeichnung dargestellte Gerät, Bauelement oder für die Hauptgruppe bzw. Gruppe.

Die Stücklisten sind mit Schreibmaschinenschrift auszufüllen. Die laufende Nummer der Stückliste ist gleich der Teilnummer auf der zugehörigen Zeichnung. Der Zeichnungsnummer ist bei Eintragung in die Stückliste die Formatgröße, in Klammern gesetzt, beizufügen. Bei nichtgezeichneten Teilen werden an Stelle der Formatgröße die Buchstaben oZ in die Klammern gesetzt.

Die Teilnummer der Zeichnungsnummer ist die gleiche wie die laufende Nummer der Stückliste (Bild 549).

Weitere Hinweise zur Ausfüllung von Stücklisten sind in TGL 0-6771 festgelegt.

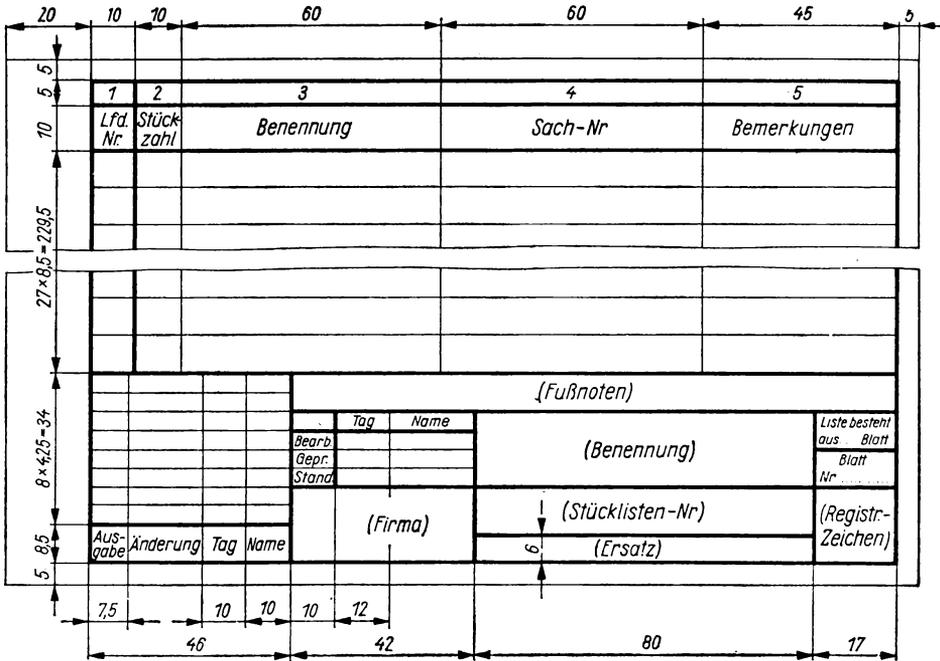


Bild 548. Stückliste nach TGL 0-6771

1	2	3	4	5
Lfd. Nr.	Stückzahl	Benennung	Sach-Nr.	Bemerkungen
28	3	Halblech	3347.1-04 6:28 (3)	

Bild 549. Beispiel Teilnummer = lfd. Nummer der Stückliste

Die Eintragungen sind möglichst in der Zusammenbaufolge vorzunehmen. Abweichungen, z. B. die Zusammenfassung von Standardteilen, sind zulässig. Halbfabrikate, z. B. Preßteile, Gußteile und Standardteile, die als Ausgangsteile für die Herstellung eines Teiles verwendet werden, sind anschließend an das Fertigteil aufzuführen.

Für Nachträge und zur besseren Übersicht sind nach Aufzählung zusammengehörender Teile usw. Zeilen frei zu lassen.

Die Benennung ist übereinstimmend mit der zugehörigen Gerät-, Bauelement- oder Gruppenzeichnung einzutragen.

In das Feld – Ersatz – können Hinweise auf andere Konstruktionen eingetragen werden, z. B. Ersatz für: ·····, Ersetzt durch: ····· usw.

Als Fußnoten können Hinweise, z. B. auf zugehörige Bauunterlagen, technische Lieferbedingungen, eingetragen werden.

Bearb., Gepr., Stand; die Namen der Ausführenden sind gut lesbar einzusetzen.

Registraturzeichen dienen zum Kennzeichnen von Pausen oder Zweitoriginalen.

Auf jedem Blatt ist die Blatt-Nummer einzutragen. Unter „Liste besteht aus“ ist nur auf dem ersten Blatt die Blattzahl anzugeben.

Die Änderung ist möglichst in einer von der Stückliste getrennten Änderungsmitteilung zu beschreiben. In die Spalte „Änderung“ ist dann nur die Nummer der Änderungsmitteilung und die laufende Nummer einzutragen.

Die Ausgaben (Änderungszustände) der Zeichnung sind in der Spalte „Ausgabe“ z. B. durch arabische Ziffern zu kennzeichnen.

Spalten

Die Zeilenhöhe entspricht zwei Zeilen Schreibmaschinenschrift. Zu beginnen ist in der ersten Zeile. Wiederholungen, auch von gleichen Teilen, sind in jeder Zeile voll auszusprechen:

Spalte 1:

Jedes Teil, Gerät usw. erhält eine laufende Nummer. Ausgenommen sind Halbfabrikate, z. B. Preßteile, Gußteile und Standards, die als Ausgangsteile für die Herstellung eines Teiles verwendet werden. Hierfür ist ein waagerechter Strich einzutragen. Beansprucht die Eintragung für das Teil usw. mehrere Zeilen, so steht die dazugehörige laufende Nummer in der ersten Zeile. Für frei gelassene Zeilen sind laufende Nummern vorzusehen, jedoch nicht einzutragen.

Spalte 2:

Die Stückzahl ist auf ein Gerät, ein Bauelement oder eine Gruppe zu beziehen. Bei Halbfabrikaten (z. B. Preßteilen, Gußteilen) und Standards, die als Ausgangsteile für die Herstellung eines Teiles verwendet werden, ist statt der Stückzahl ein waagerechter Strich einzutragen.

Spalte 3:

Die Benennung muß mit der Bestimmung im Schrifffeld der zugehörigen Zeichnung übereinstimmen. Bei Standardteilen ist die Art (Benennung) einzutragen. Die Benennung ist unabhängig von der Stückzahl (Spalte 2) stets in der Einzahl einzutragen.

Spalte 4:

Als Sachnummer ist bei gezeichneten Geräten, Bauelementen, Gruppen und Teilen die vollständige Zeichnungsnummer einzusetzen.

Bei Zeichnungen, die aus mehreren Blättern bestehen, ist die Zeichnungsnummer ohne den Zusatz „Blatt 1“ usw. einzutragen. Bei Standardteilen gilt die Kurzbezeichnung, z. B. BM 4 × 12 TGL 0-84-4 D, als Sachnummer. Für nichtgezeichnete, handelsübliche Teile ist

die Listen-Nummer, Typ-Nummer oder dgl. einzutragen. Lieferfirma oder Hersteller werden jedoch in der Spalte Bemerkungen angegeben.

Spalte 5:

Die Spalte Bemerkungen ist für Hinweise und dgl. bestimmt, die nicht in die übrigen Spalten eingefügt werden können. So erhalten handelsübliche Geräte oder Geräteteile den Hinweis „handelsüblich“ oder „handelsüblich wie Betrieb, Ort usw.“, wenn dies zur eindeutigen Kennzeichnung des Gerätes oder Teiles notwendig ist. Für Geräte oder Bauelemente (z. B. Schilder) ohne Stückliste ist der Vermerk „ohne Stückliste“ aufzunehmen. Gruppen, die in einer Geräte- oder Bauelemente-Stückliste aufgliedert sind, erhalten den Vermerk: „siehe... (vollständige Stücklisten-Nummer mit Blatt-Nummer)“. Bei zusammengefaßten Teilen, die an verschiedenen Stellen verwendet werden, aber unter einer laufenden Nummer aufgeführt sind (z. B. zusammengefaßte Standardteile), ist die Verteilung anzugeben, z. B. „...Stück zu laufender Nummer...“. Bei Verwendung eines Werkstandards ist auf den Herausgeber des Standards (Name und Anschrift) hinzuweisen. Sind Teile nicht herausgezeichnet, z. B. Umprägungen, Umspritzungen, so ist einzutragen: „gezeichnet auf... (vollständige Zeichnungs-Nr)“. In dieser Weise ist auch zu verfahren, wenn mehrere Teile, Gruppen oder Abarten in einer Zeichnung zusammengefaßt sind. Für Halbfabrikate (z. B. Rohteile) und Standards, die als Ausgangsteile für die Herstellung eines Teiles verwendet werden, ist anzugeben: „Ausgangsteile für laufende Nummer...“. Bei Elektroteilen kann das Schaltteil-Kennzeichen angegeben werden, z. B. „C 1“, „W 1“.

Eine Änderung ist möglichst in einer von der Stückliste getrennten Änderungsmitteilung zu beschreiben. In die Spalte „Änderung“ ist dann nur die Nummer der Änderungsmitteilung einzutragen. Für eine Eintragung können auch zwei Zeilen benutzt werden.

Bild 550 zeigt das Eintragungsbeispiel für eine Stückliste. Die Zeichnungsnummern sind willkürlich gewählt.

Stücklistensatz: Jeder Zeichnungsart (Gesamtdarstellung, Hauptgruppe, Gruppe, Untergruppe, Einzelteil) ist eine Stückliste zugeordnet (Bild 551). Jede Stückliste (Hauptliste, Hauptgruppenstückliste usw.) ist in sich abgeschlossen, d. h., jede Stückliste beginnt mit der laufenden Nummer 1.

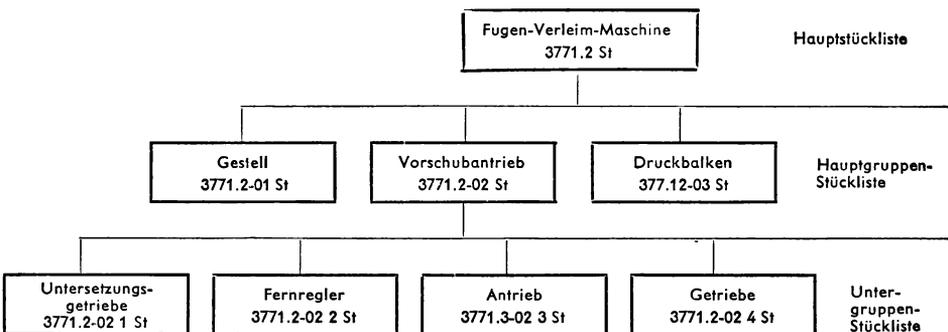


Bild 551. Aufteilung eines Stücklistensatzes

1	2	3	4	5
Lfd. Nr.	Stückzahl	Benennung	Sach-Nr.	Bemerkungen
1	1	Gestell	3771.2-01 (1)	
2	1	Vorschubantrieb	3771.2-02 (1)	
3	1	Druckbalken	3771.2-03 (1)	
4	1	Vorschubkette	3771.2-04 (1)	
6	1	Schalttafel	3771.2-06 (1)	
9		Spachtel		
10		Grundfarbe		
11		Lackfarbe		
12		Verdünnung		
13	1	Typenschild	52 x 105 ZHN 16 803.4	
14	4	Kerbnagel	3 x 10 TGL 0-1476	
15	3	1 Getriebeöl	B Rg	
19	1	Betriebsanweisung		
22	1	Doppelschraubenschlüssel	14 x 17 TGL 0-895	

					Tag	Name	Fugen-Verleim- Maschine
				Bearb.	5. 4. 61	Schulz	
				Gepr.	8. 4. 61	Meier	
				Stand.	10. 4. 61	Lehmann	Liste besteht aus 1 Blatt Blatt Nr. 1
Ausgabe	Änderung	Tag	Name				3771.2 (St)

Bild 552. Hauptstückliste

1	2	3	4	5
Lfd. Nr.	Stückzahl	Benennung	Sach-Nr.	Bemerkungen
1	1	Untersetzungsgetriebe	3771.2-02 1 (2)	
2	1	Fernregler	3771.2-02 2 (2)	
3	1	Grundplatte	3771.2-02 3 (1)	
4	1	Getriebe	3771.2-02 4 (1)	
7	1	Antrieb	3771.2-02 7 (1)	
10	5	Keilriemen	10 × 6 × 900 TGL 0-2215	

Ausgabe	Änderung	Tag	Name			Vorschubantrieb	Liste besteht aus 1 Blatt
							Blatt Nr. 1
						3771.2-02 (St)	
				Bearb.	5. 4. 61 Schulz		
				Gepr.	8. 4. 61 Meier		
				Stand.	10. 4. 61 Lehmann		

Bild 553. Hauptgruppenstückliste

1	2	3	4	5
Lfd. Nr.	Stückzahl	Benennung	Sach-Nr.	Bemerkungen
1	1	Gehäuseunterteil	3771.2-02 2:1 (2)	
2	1	Gehäuseoberteil	3771.2-02 2:2 (3)	
3	3	Buchse	A 10 × 18 × 12 TGL 0-1850	
4	2	Buchse	A 10 × 18 × 16 TGL 0-1850	
5	3	Buchse	A 12 × 20 × 12 TGL 0-1850	
6	1	Buchse	A 14 × 22 × 25 TGL 0-1850	
7	2	Zylinderschraube	M 6 × 40 TGL 0-912	
8	2	Paßkerbstift	4 × 20 TGL 0-1472	
9	2	Zylinderschraube	M 6 × 15 TGL 0-912	
10	1	Regelwelle	3771.2-02 2:10 (4)	
11	1	Handrad	G 100 × 12 TGL 2947	
12	1	Ballengriff	16 TGL 2948	
13	2	Kegelrad	3771.2-02 2:13 (4)	
14	2	Kegelkerbstift	3 × 20 TGL 0-1471	
15	1	Welle	3771.2-02 2:15 (4)	
16	1	Sicherungsscheibe	7 TGL 0-6799	
17	2	Kettenrad	3771.2-02 2:17 (4)	
18	2	Kegelkerbstift	3 × 25 TGL 0-1741	
19	1	Kegelkerbstift	4 × 30 TGL 0-1741	
20	1	Zwischenwelle	3771.2-02 2:20 (4)	
21	1	Paßfeder	A 4 × 4 × 10 TGL 9500	
22	1	Zahnrad	3771.2-02 2:22 (4)	
23	1	Paßscheibe	10 × 16 × 1,4 TGL 0-988	
25	1	Skalenwelle	3771.2-02 2:25 (4)	
26	1	Paßscheibe	10 × 16 × 1,4 TGL 0-988	
27	1	Paßfeder	A 4 × 4 × 10 TGL 9500	

Ausgabe	Änderung	Tag	Name	Fernregler		Liste besteht aus 2 Blatt
				Bearb.	5. 4. 61	Schulz
				Gepr.	8. 4. 61	Meier
				Stand.	10. 4. 61	Lehmann
				3771.2-02 2 (St)		Blatt Nr. 1

Hauptstückliste: Die Hauptstückliste muß alles enthalten, was mit dem fertigen Erzeugnis das Werk verläßt. Auf der Hauptstückliste ist die Maschine oder das Erzeugnis in Hauptgruppen aufgeteilt (Bild 552).

Einzeln werden nur die Farbe, Typschild, Bedienanweisung, Fundamentschrauben, Sonder- und Verstellwerkzeuge, Schraubenschlüssel usw. aufgeführt.

Hauptgruppenstückliste: Die Hauptgruppenstückliste enthält sämtliche vollständigen Untergruppen und Einzelteile, die zum Zusammenbau der Hauptgruppe benötigt werden. Befestigungsteile, Betätigungsmechanismen und sonstige Anschlußteile zählen zu derjenigen Hauptgruppe, zu der sie konstruktiv gehören.

Jeder Hauptgruppe, die an eine andere angeschraubt wird, sind die dazu notwendigen Befestigungsteile (Schrauben, Stifte, Sicherungen usw.) zuzuordnen.

Dies gilt sinngemäß auch für Untergruppen (Bild 553).

Gruppen- und Untergruppenstückliste: In der Untergruppenstückliste sind sämtliche Einzelteile aufzuführen, die zum Zusammenbau der Untergruppe notwendig sind (Bild 554).

14.3. Zeichnungssatz

Zeichnungen haben den Zweck, der Werkstatt zur Herstellung der verschiedensten Erzeugnisse als eindeutige Fertigungsunterlage zu dienen. Sie sind der Niederschlag der Gedanken des Konstrukteurs. Jedes Erzeugnis wird in Hauptgruppen, Gruppen, Untergruppen, Einzelteile usw. aufgeteilt (Bild 555), wobei die Gliederung des Zeichnungssatzes gleich der bei den Stücklisten ist.

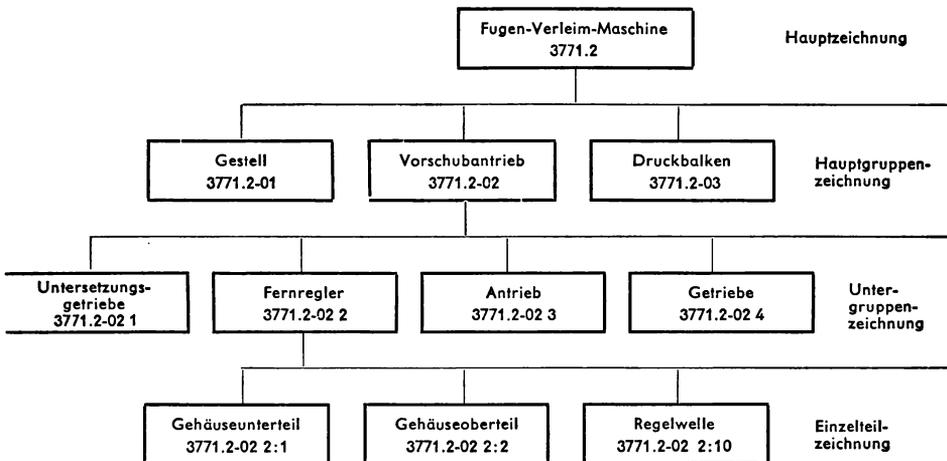
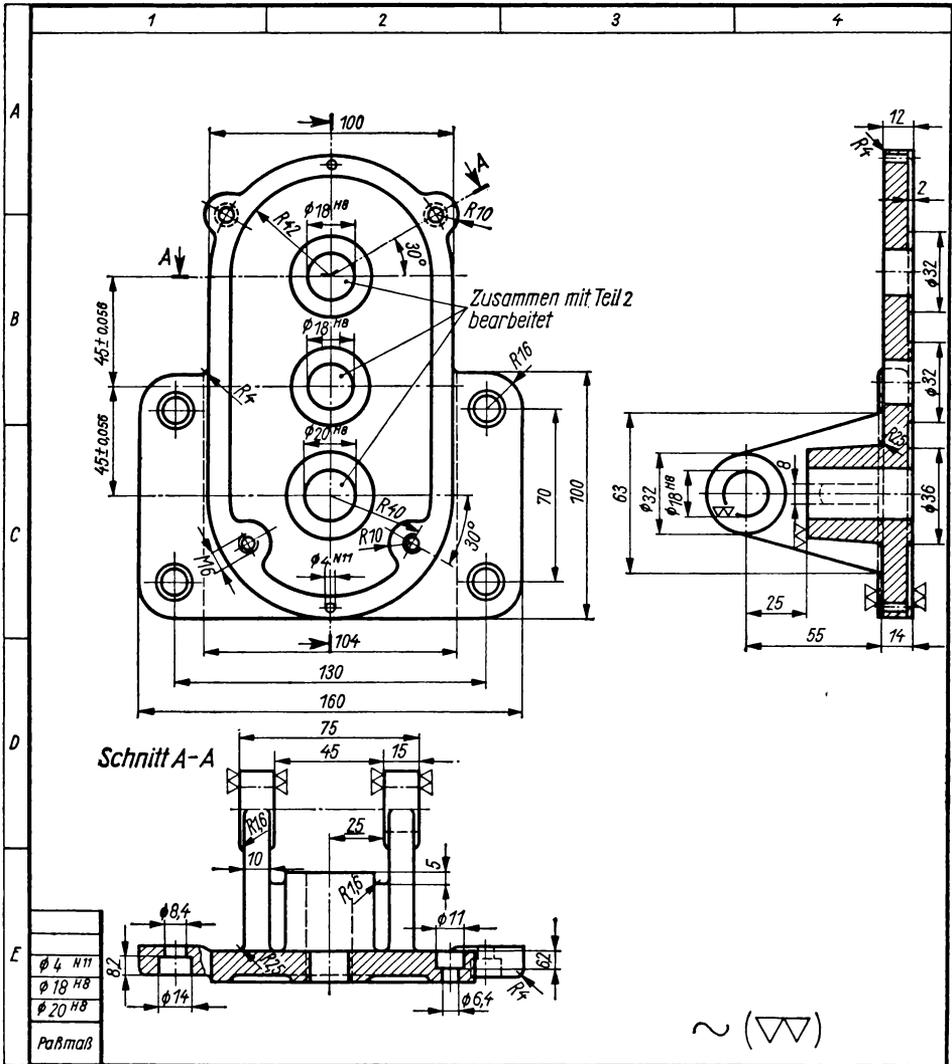
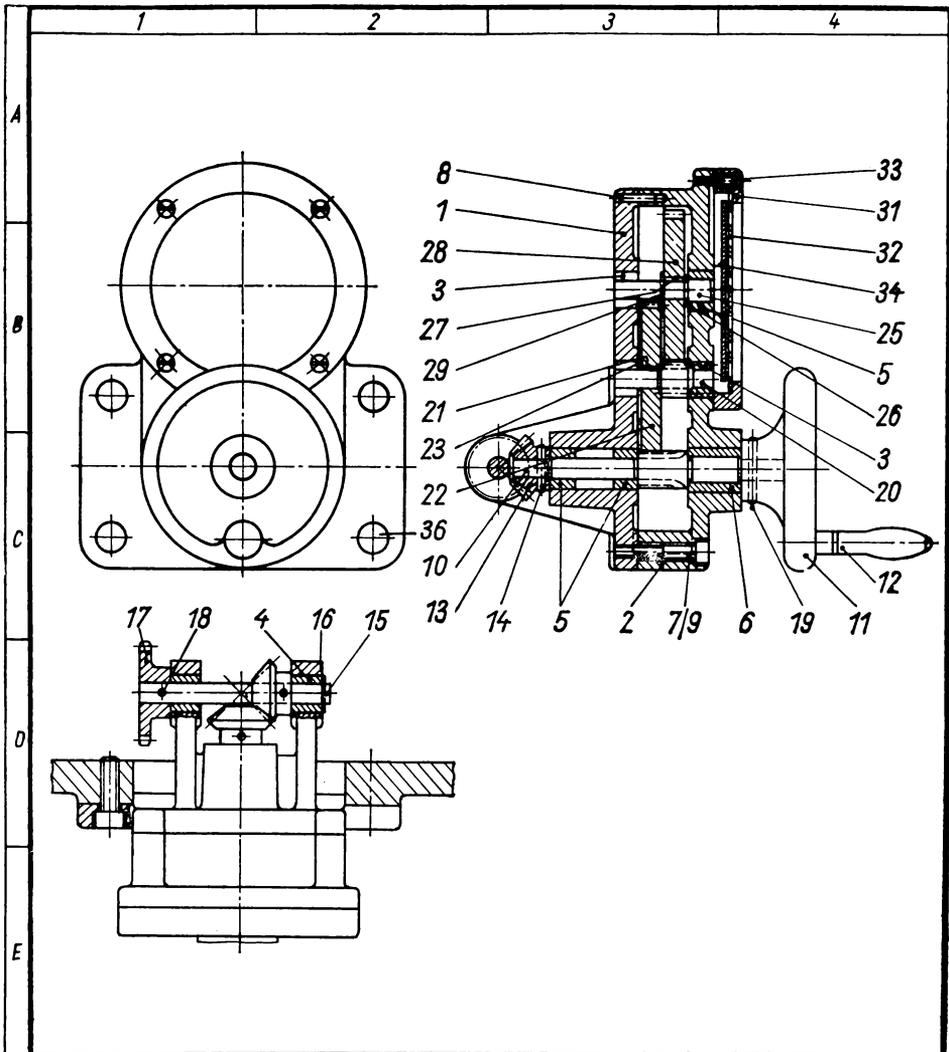


Bild 555. Aufteilung eines Zeichnungssatzes



		Freimaßtoleranzen		2,8kg		GG-18	
		TGL 2897				Gehäuseunterteil	
		mittel					
		Tag	Name				
		Bearb. 21.11.61	Wiegner				
		Gepr. 25.11.61	Fraunhoffer			Maßstab	
		Stand. 26.11.61	Hering			1:1	
						3771.2-02 2:1	
Ausgabe	Änderung	Tag	Name				

Bild 556. Einzelteilzeichnung



				Freimaß- toleranzen —	
				Tag Name	Fernregler Maßstab 1:2,5
				Bearb. 20.11.61 Wegener	
				Gepr. 26.11.61 Fraumüller	
				Stand 26.11.61 Störing	
					3771.2-02 2
Aus- gabe	Änderung	Tag	Name		

Bild 557. Untergruppenzeichnung

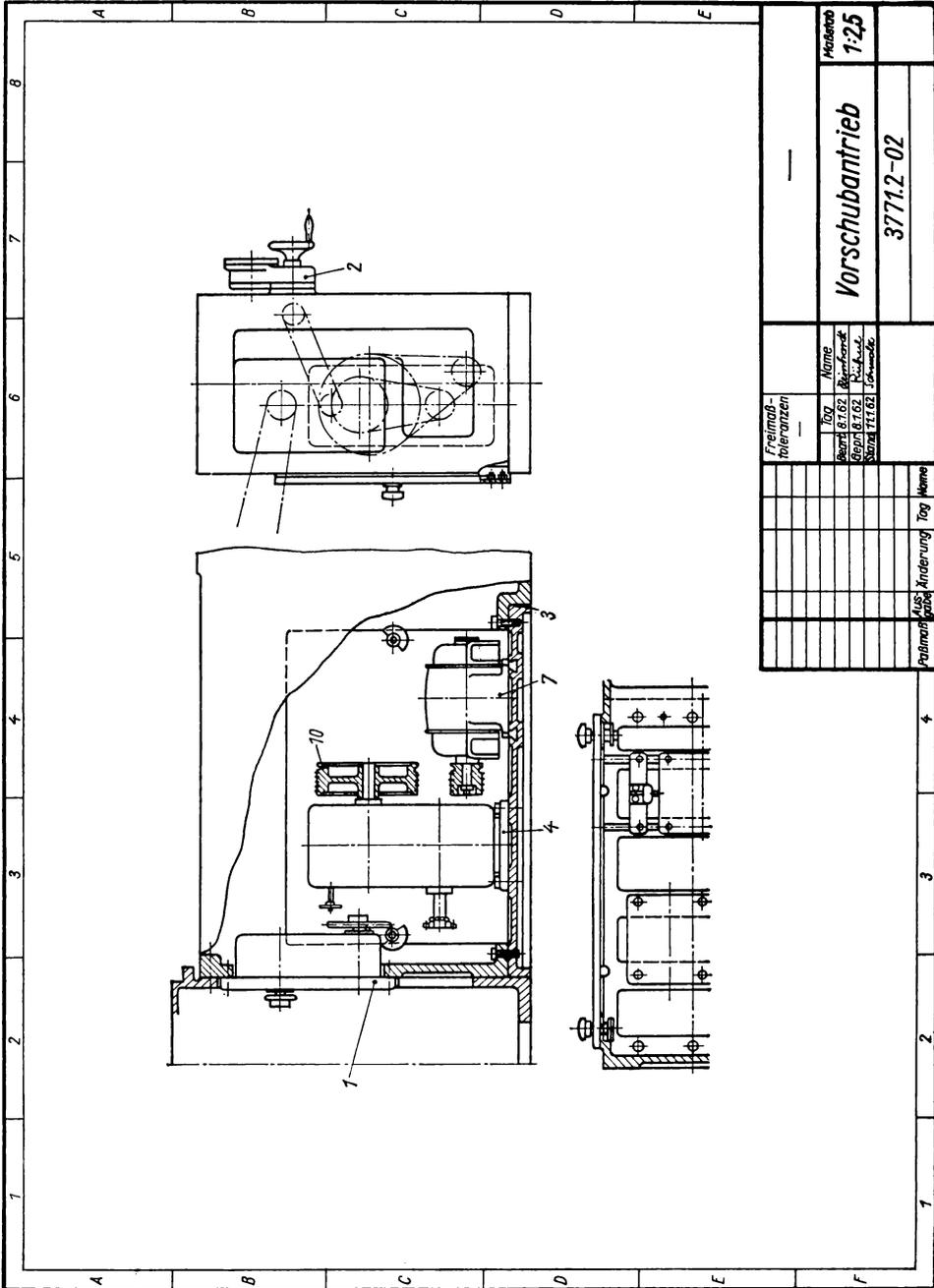


Bild 558. Hauptgruppenzeichnung

14.3.1. Einzelteilzeichnung

Auf der Einzelteilzeichnung wird das Werkstück fertigungs- und maßgerecht dargestellt. Deutliche und einwandfreie, nach den Zeichenregeln angefertigte Darstellungen und Maßeintragungen ersparen Kosten, die durch Nacharbeit, Ausschuß oder Rückfragen entstehen können.

Die Darstellung des Teiles hat in der Fertigungslage zu erfolgen (Bild 556).

14.3.2. Untergruppenzeichnung

Auf der Untergruppenzeichnung sind die Einzelteile, Standardteile usw. einer Untergruppe zusammengefaßt dargestellt (Bild 557). Sie wird auch Zusammenstellzeichnung der Untergruppe genannt. Zur Befestigung der Untergruppe an der Hauptgruppe benötigte Befestigungselemente sind nicht einzuzichnen. Die Teilnummern auf der Zeichnung sind die gleichen wie die laufende Nummer der Stückliste (siehe Bilder 554 und 557). Sie dürfen nur einmal auf der Zeichnung aufgeführt werden.

14.3.3. Hauptgruppenzeichnung

Auf der Hauptgruppenzeichnung sind sämtliche zusammengehörigen Untergruppen dargestellt, dazu Einzelteile und deren Befestigungselemente, die zu keiner Untergruppe gehören (Bild 558). Auch die Hauptgruppenzeichnung ist eine Zusammenstellzeichnung der Hauptgruppen. Die Teilnummern auf der Zeichnung sind wiederum die gleichen wie die der laufenden Nummern der Hauptgruppenstückliste, sie dürfen nur einmal eingetragen werden.

14.3.4. Hauptzeichnung

Auf der Hauptzeichnung (Zusammenstellzeichnung) wird das vollständige Erzeugnis dargestellt (Bild 559). Auch hier sind noch Einzelteile und deren Befestigungselemente, die zu keiner Hauptgruppe gehören, einzuzichnen. Die Teilnummern geben die zugehörigen Hauptgruppen und weiteren Teile an und stimmen wiederum mit der laufenden Nummer der Stückliste überein.

Bei allen Zusammenstellzeichnungen sind wegen der Übersichtlichkeit keine oder nur notwendige unsichtbare (gestrichelte) Linien zu zeichnen.

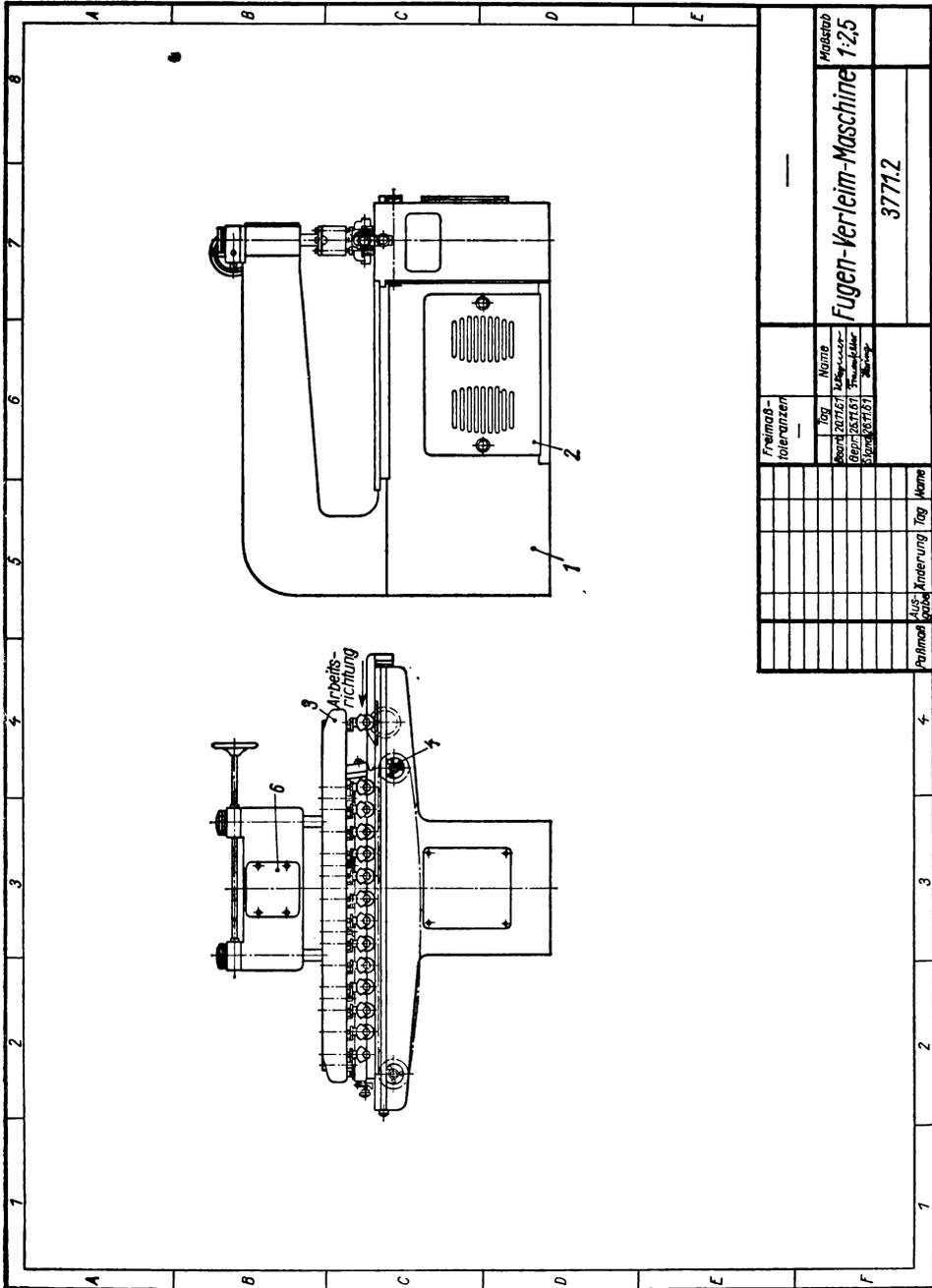
14.4. Zeichnungsbenummerung

Die Benummerung der Zeichnungen ist notwendig zum Aufbau eines Zeichnungssatzes, zur Registrierung, zur Durchführung und Bestellung der Aufträge, zur Ausschreibung der Fertigungsunterlagen usw.

Die Benummerung der Zeichnungen wird in den verschiedenen Industriezweigen noch unterschiedlich durchgeführt. Durch die sich mehr und mehr durchsetzende Abrechnung mittels Lochkarten können Buchstaben innerhalb der Zeichnungsnummer nicht mehr angewendet werden.

Gliederung der Zeichnungsnummer

Die nachfolgende Gliederung wird zur Anwendung empfohlen, kann jedoch nach der jeweiligen Struktur der Betriebe verändert werden.



Freimaß-Toleranzen		Name	
Topf	207161	207161	207161
Bech	207161	207161	207161
Stanz	207161	207161	207161
Ausführungs-Nr.		3771.2	
Permaß		3771.2	
Ausführungs-Nr.		3771.2	

Maßstab
Fugen-Verleim-Maschine
1:2,5

3771.2

Bild 559. Hauptzeichnung

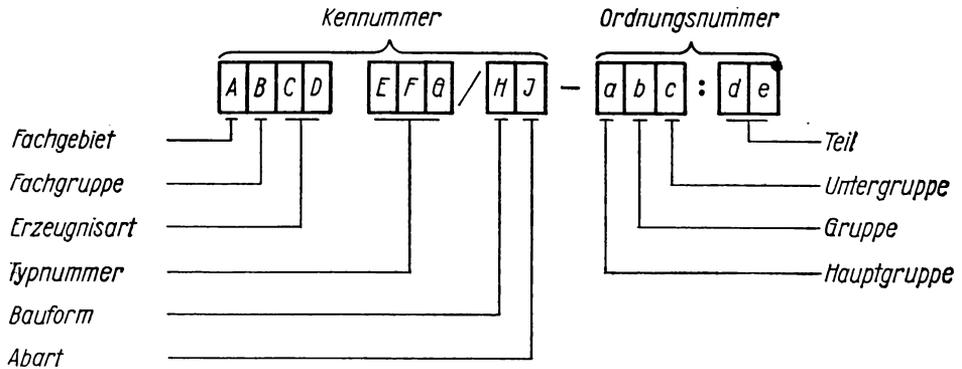


Bild 560. Unterteilung der Zeichnungsnummer in Kenn- und Ordnungsnummer

Bild 560 zeigt im Schema die Untergliederung der Zeichnungsnummer in Kenn- und Ordnungsnummer. Die Kennnummer wird dem Betrieb von der vorgesetzten Stelle (z. B. Zentralstelle für Standardisierung, Fachabteilung usw.) gegeben. Die Ordnungsnummer ist vom Konstruktionsbüro festzulegen.

Die *Kennnummer* setzt sich zusammen aus dem Fachgebiet (A), der Fachgruppe (B) und der Erzeugnisart (C, D), der Typnummer (E, F, G), der Bauform (H) und der Abart (J). Fachgebiet, Fachgruppe und Erzeugnisart bilden den Stammteil der Kennnummer. Der Stammteil der Kennnummer wird von der Typnummer der Bauform und der Abart durch einen Punkt auf der Grundlinie getrennt. Bauform und Abart werden durch einen Schrägstrich getrennt.

Die *Ordnungsnummer* ist von der Kennnummer durch einen waagerechten Strich getrennt. Sie setzt sich zusammen aus der Hauptgruppennummer (a), der Gruppennummer (b), der Untergruppennummer (c) und der Bauteilnummer (d, e). Die Bauteilnummer wird von der Gruppennummer durch einen Doppelpunkt getrennt.

Die Bildung der Ordnungsnummer erfolgt entsprechend der Geräte bzw. Anlagen typengebunden.

Die Bauteilnummer ist eine Zählnummer. Die Bauteile werden innerhalb einer Gruppe in Abhängigkeit von der Stückliste benummert.

Beispiele der Benummerung:

3324.131/06-3 Dritte Hauptgruppe des Erzeugnisses

3324.131/06-35 Fünfte Gruppe der dritten Hauptgruppe

3324.131/06-358 Achte Untergruppe der fünften Gruppe in der dritten Hauptgruppe

3324.131/06-358:16 Teil 16 der achten Untergruppe.

14.5. Änderungsdienst

Auch der Änderungsdienst ist jeweils den Gegebenheiten des Betriebes anzupassen. Die nachfolgenden Ausführungen sind als Empfehlung für große Betriebe mit Serienfertigung gedacht. Für andere Betriebe können sie sinngemäß angewendet werden.

14.5.1. Durchführung

Allgemeines:

1. Alle Zeichnungen (Maschinen-, Lehren-, Werkzeug- und Vorrichtungszeichnungen) sowie Listen (Gruppen-, Stück-, Lehren-, Werkzeug- und Vorrichtungslisten) und Fertigungspläne sind von dem Zeitpunkt ab, an dem Pausen für die Fertigung oder Fertigungsvorbereitung ausgegeben worden sind, gemäß nachstehenden Richtlinien zu ändern.
2. Bei jeder Änderung ist zu prüfen, ob das Maschinenteil auch in anderen Maschinen verwendet und in der bisherigen Ausführung für Ersatzteillieferungen benötigt wird. Ist die Änderung nicht für sämtliche Maschinen erwünscht oder wird das Maschinenteil in der bisherigen Ausführung für Ersatzteillieferung benötigt, so muß für das zu ändernde Teil eine neue Zeichnung mit neuer Nummer aufgestellt werden.
3. Jede Änderung einer Zeichnung zieht eine Änderung der Listen nach sich. Häufig werden außerdem Änderungen erforderlich auf Rohteilzeichnungen, auf Teilzeichnungen der gleichen und der benachbarten Gruppen, auf Untergruppen-, Gruppen- und Gesamtzeichnungen sowie auf Lehren, Werkzeug- und Vorrichtungszeichnungen und deren Listen und Fertigungsplänen. Hierbei sind mindestens alle Zeichnungen gleicher Art, z. B. Maschinenzeichnungen und deren Listen, gleichzeitig zu ändern. Bei Teilen, die in mehreren Gruppen oder Maschinen verwendet werden, sind auch die betroffenen Zeichnungen und Listen der anderen Gruppe oder Geräte gleichzeitig zu ändern. Ist eine sofortige Änderung der Zeichnungen und Listen der anderen Gruppen oder Maschinen aus besonderen Gründen nicht möglich und kann die Änderung nicht zurückgestellt werden, so ist ausnahmsweise eine neue Zeichnung bei gleichzeitiger Änderung der Listen aufzustellen.
4. Die Änderung an einem Teil braucht auf Untergruppen-, Gruppen-, Hauptgruppen- und Gesamtzeichnungen nur dann eingezeichnet zu werden, wenn das betreffende Bild durch die Änderung ein wesentlich anderes Aussehen erhält.
5. Die Änderungen sind durchzuführen:
 - a) im allgemeinen durch Streichen der bisherigen Darstellung oder Angaben (Ausführung siehe Abschnitt 14.5.3.);
 - b) durch Radieren, wenn die geänderte Darstellung oder die geänderten Angaben durch Streichen der bisherigen undeutlich würden und die Änderung durch Radieren gegenüber der Anfertigung einer neuen Zeichnung eine erhebliche Arbeitersparnis bedeuten würde;
 - c) durch Anfertigen einer neuen Zeichnung, wenn die Änderung durch Radieren zu umfangreich ist oder wenn die Zeichnung einwandfreie Lichtpausen nicht mehr ergibt, z. B. Ersatz einer Bleizeichnung durch eine Tuschezeichnung (Ausführung siehe Abschnitt 15.5.3.).

6. Jede Ergänzung ist ebenfalls als Änderung zu behandeln, auch wenn sie keine Änderung einer vorhandenen Darstellung oder Angabe ist.

14.5.2. Ausführung der Änderungen

1. Die bisherigen Angaben müssen lesbar und die bisherige Darstellung muß erkennbar bleiben.

2. In Fertigungsplänen dürfen entgegen Abschnitt 14.5.3. Skizzen durch Radieren geändert werden, andere Angaben nur dann, wenn aus Platzmangel nicht anders verfahren werden kann.

Maße

3. Das nicht mehr gültige Maß ist durchzustreichen und das neue Maß danebenzuschreiben.

4. Fällt ein Maß fort, so sind auch die Maßlinien durch schräge kurze Striche durchzustreichen.

Zeichnerische Darstellung

5. Die ungültigen Linien sind durch schräge, kurze Striche durchzustreichen und die neuen Umrisse zweckentsprechend einzuzeichnen, oder die ungültige Darstellung ist durchzustreichen und die neue danebenzuzeichnen.

Wörtliche Angaben

6. Der ungültige Wortlaut ist durchzustreichen und der neue Wortlaut danebenzusetzen. In Listen ist die neue Eintragung bei Platzmangel in die Spalte „Bemerkungen“ mit Bezugnahme auf die Nummer der Spalte einzutragen.

Oberflächenzeichen

7. Oberflächenzeichen dürfen durch Hinzufügen eines oder mehrerer Zeichen oder durch Wortangaben ergänzt werden.

14.5.3. Kennzeichnung der Änderungen

In Zeichnungen

1. Jede Änderung ist durch einen kleinen Buchstaben (innerhalb jeder Zeichnung mit (a) beginnend) zu kennzeichnen. Der Änderungsbuchstabe ist in einen Kreis an die Änderungsstelle zu setzen. Der Kreis ist mit der Änderungsstelle durch einen Bezugsstrich zu verbinden, falls dies zur Deutlichkeit beiträgt. Werden mehrere Änderungen gleichzeitig vorgenommen, so erhalten sie den gleichen Änderungsbuchstaben; jeder Buchstabe ist dann mit einer laufenden Nummer (bei 1 beginnend) zu versehen.

2. Im Schriftfeld der Zeichnung ist in der Ausgabe der Änderungsbuchstabe einzutragen. In der Spalte „Änderung“ sind die Änderungsmitteilungs-Nummern und die Planquadrat-zahl anzugeben.

3. Erfordert die Eintragung des zu einem Änderungsbuchstaben gehörenden Änderungsvermerkes mehr als eine Reihe, so sind der Änderungsbuchstabe und die Zahl des Vorkommens in die oberste Reihe, Tag und Name in die unterste Reihe zu schreiben. Die frei bleibenden Felder sind durch kurze, waagerechte Striche auszufüllen.

4. Bei Änderung einer Maschinenzzeichnung, die aus mehreren Blättern besteht, ist der Änderungsbuchstabe auch im Schriftfeld der nicht von der Änderung betroffenen Blätter nachzutragen. Auf den geänderten Blättern ist durch die Planquadratzahl anzugeben, wie oft die Änderung auf diesem Blatt vorkommt, und hinzuzufügen, auf welchen Blättern außerdem Änderungen vorgenommen worden sind, z. B. „C 3 und auf Bl. 3“. Auf einem von der Änderung nicht betroffenen Blatt steht in Spalte „Änderung“ nur der Hinweis auf die geänderten Blätter, z. B. „auf Bl. 1 und 3“ und ein kurzer, waagerechter Strich. Tritt ein weiteres neues Blatt hinzu, so erhält das neue Blatt den gleichen Änderungsbuchstaben, und in Spalte „Änderung“ ist einzutragen: „Blatt neu aufgestellt“.

5. Bei Lehren-, Werkzeug- und Vorrichtungzeichnungen mit Teilzeichnungen (Sammelzeichnungen), die aus mehreren Blättern bestehen, ist der Änderungsvermerk nur auf dem ersten Blatt einzutragen. In der Spalte „Änderung“ ist anzugeben, auf welchem Blatt und Teil Änderungen vorgenommen werden, z. B. „3 × Bl.1, Gesamtzeichnung Teil 4, 6; 2 × Bl. 2, Teil 9, 14; 2 × Bl. 4, Teil 21“.

In Listen und Fertigungsplänen

6. Bei Listen ist auf dem von der Änderung betroffenen Blatt in dem Feld „Ausgabe“ jede Änderung durch einen Änderungsvermerk zu kennzeichnen, wobei die Vermerke mit einer bei 1 beginnenden Änderungszahl zu versehen sind.

Bei Fertigungsplänen ist jede Änderung eines Blattes auf der Rückseite in dem Feld „Bemerkungen“ durch einen Änderungsvermerk zu kennzeichnen, wobei die Vermerke mit einer 1 bei beginnenden Änderungszahl zu versehen sind. Die Änderungszahl ist auf sämtliche Folgeblätter zu übertragen und die überholte Änderungszahl durchzustreichen. Werden mehrere Änderungen gleichzeitig vorgenommen, so ist der Änderungsvermerk unter der gleichen Änderungszahl einzutragen.

7. Erfordert die Eintragung des zu einer Änderungszahl gehörenden Änderungsvermerkes mehr als eine Reihe, so ist die Änderungszahl in die oberste Reihe, Tag und Name in die unterste Reihe zu schreiben. Die frei bleibenden Felder sind durch kurze waagerechte Striche auszufüllen.

8. In Fertigungsplänen kann bei Skizzen der Änderungsbuchstabe in einem Kreis an die Änderungsstelle gesetzt werden, soweit es zur deutlichen Erkennung der Änderung erforderlich erscheint.

14.5.4. Ersatz durch neue Zeichnungen

1. Wird eine Zeichnung oder ein Fertigungsplan mit gleicher Nummer ohne gleichzeitige Durchführung einer Änderung neu aufgestellt, so erhält die neue Zeichnung oder der neue Fertigungsplan den bisherigen Änderungsbuchstaben. Eine gleichzeitige standardtechnische Überarbeitung ohne Änderung der Form, Maße, Toleranzen, Passungskurzzeichen und

Sachnummern gilt nicht als Änderung. Als Änderungsvermerk ist, wenn ein Änderungsbuchstabe vorhanden war, z. B. aufzunehmen

Neue Zeichnung	Neuer Plan	Neues Blatt
ungeändert	ungeändert	ungeändert

In das Feld „Ersatz für“ ist einzutragen:

Zeichn. gl. Nr.	Plan gl. Nr.	Blatt gl. Nr.
-----------------	--------------	---------------

2. Wird eine Zeichnung oder ein Fertigungsplan mit gleicher Nummer unter gleichzeitiger Durchführung einer Änderung neu aufgestellt, so muß die neue Zeichnung oder der neue Fertigungsplan den neuen Zustand aufweisen. In das Änderungsfeld ist der nächstfolgende Änderungsbuchstabe einzutragen.

Auf der neuen Zeichnung muß die Änderung gegenüber der alten Zeichnung leicht aufzufinden sein. In der Spalte „Änderung“ ist dann anzugeben z. B. „Schnitt C–C hinzugefügt“, „Maße 105 und 250 in Ansicht nachgefragt“. Reicht der Vermerk für das Auffinden der Änderung nicht aus, so sind die geänderten Stellen durch Hinzufügen von Änderungsbuchstaben zu kennzeichnen.

3. Hat sich bei der Aufstellung der neuen Zeichnung gleicher Nummer auch die Blattgröße geändert, so ist da in der Spalte „Änderung“ mit anzugeben, z. B.

Neue Zeichn., früher Blattgr. A 2

Die Zeichnungsnummer ist nur durch die neue Blattgrößenzahl zu berichtigen.

4. Wird eine neue Zeichnung mit neuer Nummer aufgestellt, so erhält die neue Zeichnung keinen Änderungszustand. Eine nachfolgende Änderung hat wieder mit „a“ zu beginnen. In das Feld „Ersatz für“ ist die Nummer der bisherigen Zeichnung oder des bisherigen Blattes einzutragen.

5. Alte Zeichnungen sind nach Beseitigung aller nicht mehr gültigen Angaben und Änderungsvermerke zu neuen Zeichnungen umzuarbeiten, wenn hierdurch eine erhebliche Arbeitersparnis erzielt wird. (Bisherige Unterschriften und Daten können bestehenbleiben.) Auf diese Weise entstandene Zeichnungen sind wie neu aufgestellte Zeichnungen gleicher oder neuer Nummer zu behandeln. Vor der Änderung ist von der alten Zeichnung oder dem alten Blatt eine pausfähige Lichtpause abzulegen.

6. Alte Zeichnungen oder die sie ersetzenden Pausen sind auf der Rückseite (Lichtpausen auf der Vorderseite) auffallend durchzustreichen, jedoch so, daß der alte Zustand in allen Einzelheiten erkennbar bleibt. Auf der Vorderseite ist noch anzugeben z. B.

Ersetzt durch neue Zeichn. gl. Nr.

oder

Ersetzt durch (Nr. der Ersatzzeichnung).

Diesem Vermerk sind Datum der Ausführung und der Name des Ausführenden anzufügen. Bei Zeichnungen, Listen und Fertigungsplänen ist die Veranlassung (Änderungsmittlungs-Nummer) mit anzugeben.

Die durch eine Ersatzzeichnung mit neuer Nummer ersetzte Zeichnung darf nur dann durchgestrichen werden, wenn festgestellt ist, daß sie nicht noch in anderen Maschinen vorkommt.

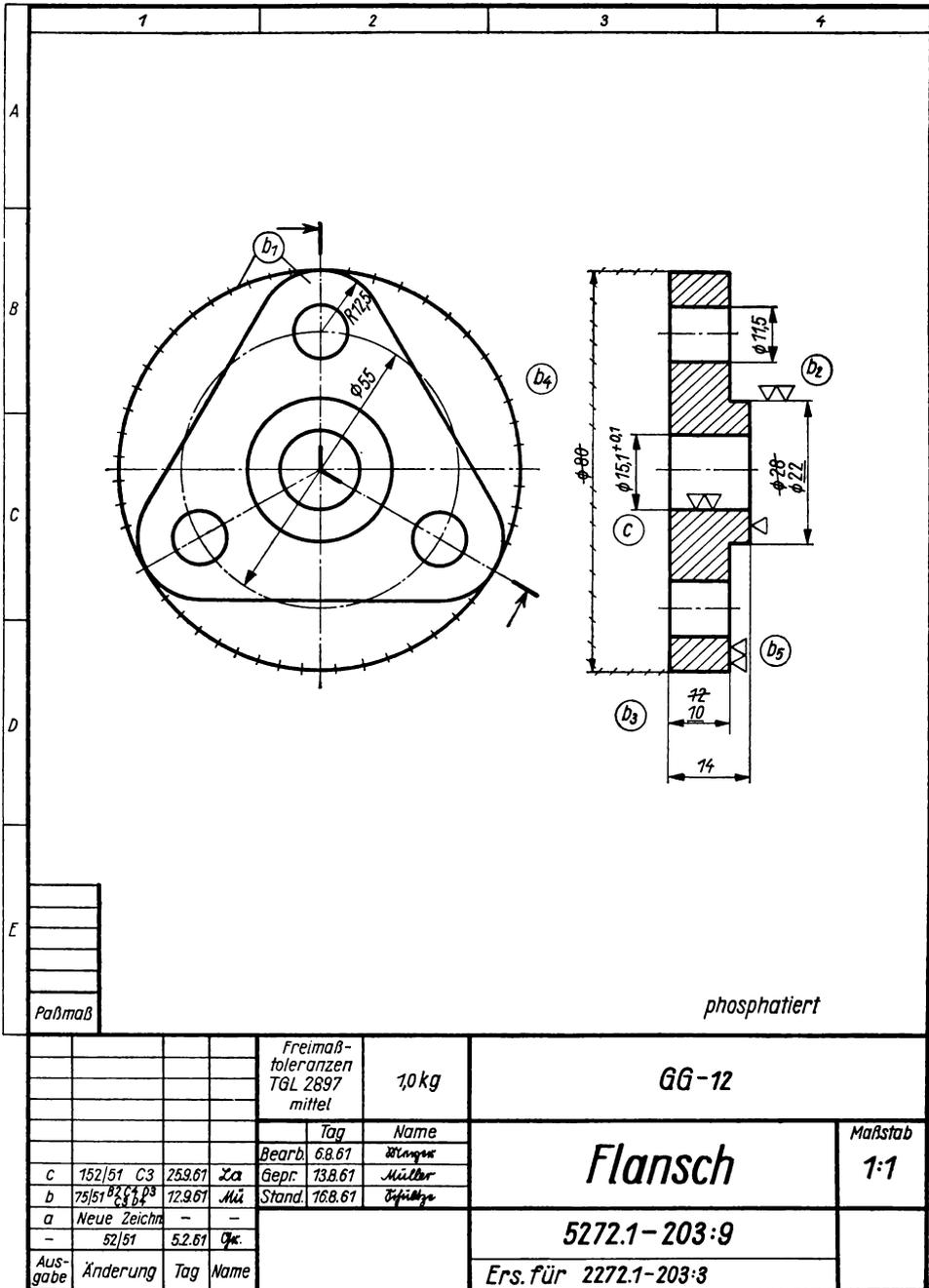


Bild 561. Änderung einer Zeichnung

7. Die ungültigen Zeichnungen sind aufzubewahren.
Bild 561 zeigt die Darstellung einer geänderten Zeichnung.

14.6. Zeichnungsverwaltung

Die Zeichnungsverwaltung umfaßt:

Zeichnungsregistratur
Lichtpauserei und
Zeichnungsausgabe

14.6.1. Zeichnungsregistratur

Sie verwaltet alle Zeichnungen und ist für deren einwandfreie feuer- und diebessichere Unterbringung sowie Behandlung und für die Erhaltung des Bestandes verantwortlich. Die Registratur ist allein auch nur berechtigt, Lichtpausen anfertigen zu lassen, nachdem die Bestellung vom Leiter des Konstruktionsbüros genehmigt ist.

14.6.1.1. Die Empfänger von Zeichnungen

Die Zeichnungsregistratur hat Zeichnungen gegen Empfangsbestätigung nur an folgende zwei Stellen herauszugeben:
an das Konstruktionsbüro zur Durchführung von Änderungen
und
an die Lichtpauserei zur Anfertigung von Lichtpausen.

14.6.1.2. Zeichnungskartei

Die Zeichnungsregistratur führt auch die Zeichnungskarteien, die aus zwei Arten bestehen.

14.6.1.3. Zeichnungsnachweiskarten

Die Zeichnungsnachweiskarten sind die Stammkarten für die zentralgegebene Kennnummer für das entsprechende Erzeugnis. In ihr werden alle Sonderzeichnungen, die sich nicht aus dem Ordnungsnummer-Aufbau ableiten, vermerkt. Außerdem können Zusatzeinrichtungen, besondere Daten, Verwendungsmöglichkeiten u. a. eingetragen werden.

14.6.1.4. Zeichnungskarte

Die Zeichnungskarte dient zur Registrierung der wichtigsten Daten, wie Modell-Nr., Verwendungszweck, Ersatz für und Ersatz durch, der Änderungen und deren Durchführung sowie der ausgegebenen Pausen.

14.6.1.5. Kontrolle

Die Kontrolle des Zeichnungsbestandes setzt ein mit der Belegung einer neuen Zeichnungsnummer durch das Konstruktionsbüro. Es übergibt bei Belegung einer neuen Nummer der Zeichnungsregistratur eine auf diese Nummer lautende, vollständig ausgefüllte Karteikarte. In der Zeichnungskartei muß jede vorhandene Zeichnung durch eine Karte vertreten sein. Für Zeichnungen, die dabei aus mehreren Blättern bestehen, müssen ebenso viele entsprechende Karten vorhanden sein.

Der Kartenbestand selbst kann jederzeit an Hand der vom Konstruktionsbüro zu führenden Zeichnungsnummernliste nachgeprüft werden.

Über ausgegebene und in Umlauf gegebene Pausen führt die Zeichnungsregistratur ebenfalls Kartei, um diese im Falle von Änderungen erfassen zu können.

Wenn in Ausnahmefällen damit gerechnet werden muß, daß ausgegebene Lichtpausen späterhin nicht mehr zu erfassen sind, erhalten sie den Stempeldruck

Nur zu Information!

Diese Pausen werden nicht in die Kartei eingetragen.

Auch Verwendungsfälle der einzelnen Bauteile sind zu registrieren. Die Registratur ist zu diesem Zwecke an den Stücklisten-Änderungsdienst des Konstruktionsbüros angeschlossen. Die Verwendungsfälle werden nicht nur für zeichnerisch festgelegte, sondern für alle Bauteile durchgeführt (auch nicht gezeichnete Fremtteile).

Die Verwendungsfälle von Untergruppen werden nicht registriert.

14.6.2. Die Lichtpauserei

Die Lichtpauserei darf Aufträge nur von der Registratur annehmen und muß die Lichtpausen sowie die dazu benötigten Zeichnungen nur an die Registratur abliefern.

Die Registratur kennzeichnet jede Pause durch Stempelaufdruck mit einer laufenden Nummer. Diese gibt an, die wievielte Pause von der betreffenden Zeichnung vorliegt. Diese Nummer wird in die Kartei eingetragen, mit dem Vermerk des Empfängers und des Ausgabedatums, um die Pause im Änderungsfall mit Sicherheit erfassen zu können.

14.6.3. Zeichnungsausgabe

Von allen zu einer Maschine gehörenden Original-Bauunterlagen muß eine Pause oder bei Bedarf auch mehrere angefertigt werden. Sie sind gleichfalls in die Zeichnungskartei einzutragen. Der Zeichnungsausgabe entnehmen alle Abteilungen die benötigten Pausen gegen eine Empfangsbescheinigung, die an Stelle der Zeichnungen bis zur Rückgabe eingelegt wird.

Alle entliehenen Pausen sind nach Gebrauch zurückzugeben. Die Zeichnungsausgabe ist für die Einhaltung dieser Vorschrift verantwortlich.

Keinesfalls dürfen entlehene Pausen an dritte Stellen weitergegeben werden.

Pausen, die nach auswärts bestimmt sind, sind von der Registratur unter Angabe des Empfängers und des Verwendungszweckes besonders anzufordern.

Abteilungen, die zur reibungslosen Erledigung ihrer Arbeit dauernd im Besitz von Zeichnungen sein müssen (z. B. Technologie, Betrieb, Ersatzteillistenstelle usw.), erhalten einen besonderen Pausensatz zum dauernden Gebrauch.

Auch diese Zeichnungen werden nur von der Zeichnungsregistratur über die Zeichnungskartei ausgegeben und betreut.

14.7. Vervielfältigung von Zeichnungen

Für die Fertigungsvorbereitung, Fertigung, Planung usw. sind Zeichnungen, Stücklisten und weitere Unterlagen in vielfacher Ausfertigung nötig. Auch aus diesem und den nachfolgend aufgeführten Gründen ist es für jeden Betrieb unerlässlich, auf eine eigene Herstellung der Vervielfältigungen Wert zu legen. Weiterhin können durch Vervielfältigungen bereits aus-

geführte Konstruktionen und andere technische Lösungen erhalten werden und sind wieder zu verwenden.

Es kann gesagt werden, daß ohne eine moderne Vervielfältigungstechnik eine neuzeitliche Fertigung in Frage gestellt wäre. In den meisten Fällen werden Vervielfältigungen durch Einwirken von Licht auf lichtempfindliche Papiere hergestellt.

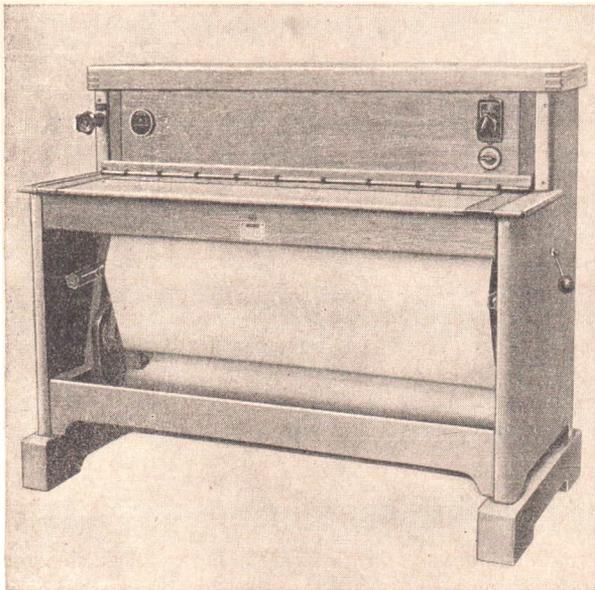
14.7.1. Lichtpausverfahren

Bei dem Lichtpausverfahren unterscheidet man das Trocken- und das Naßverfahren. Wegen der Nachteile (Verziehen, größerer Zeitaufwand, zusätzliche Entwicklungsbehälter usw.) wird das Naßverfahren nicht mehr angewendet.

Durch die Originaltreue, Schonung der Originale, Schnelligkeit und geringe Kosten der Pausen hat sich das Trockenverfahren völlig durchgesetzt. Durch dieses Verfahren werden positive Lichtpausen hergestellt, d. h., die Darstellungen, Beschriftungen usw. erscheinen je nach der Gattung des Lichtpauspapieres rötlich oder braun auf hellem Grund. Vor der Belichtung hat das Lichtpauspapier eine lichtempfindliche Schicht von gelber Farbe. Es ist stets unter Lichtabschluß aufzubewahren. Sollen pausfähige Lichtpausen hergestellt werden, wird ein lichtdurchlässiges Lichtpauspapier (Sepialichtpauspapier) verwendet. Lichtpausmaterialien und Lichtpausen sind nach Standard festgelegt.

Herstellung der Lichtpausen

Die in Tusche oder in Blei auf lichtdurchlässigem Papier (Transparent) hergestellte Zeichnung wird mit der Rückseite auf die lichtempfindliche Schicht (gelbe Seite) des Lichtpauspapieres gelegt und in die Lichtpausmaschine eingeführt.



In der Lichtpausmaschine wird die Zeichnung mit dem Lichtpauspapier unter einer Glasscheibe an einer Lichtquelle vorbeigeführt. Durch das auf die Zeichnung einwirkende Licht wird die lichtempfindliche Schicht des Lichtpauspapieres, das nicht durch Striche der Darstellung usw. abgedeckt ist, zerstört. Danach muß diese Pause zur Entwicklung Ammoniakdämpfen ausgesetzt werden. Dadurch treten die Darstellungen in der gewünschten kräftigen Farbe auf den Lichtpausen hervor. In kleineren Betrieben, wo sich der Einsatz einer Lichtpausmaschine nicht lohnt, behilft man sich mit Lichtpaus-

Bild 562. Hochleistungs-Lichtpausmaschine ohne Entwicklungseinrichtung

rahmen. Lichtpausmaschinen werden mit und ohne Entwicklungseinrichtung verwendet. Maschinen mit Entwicklungseinrichtung haben die Vorteile der Zeiteinsparung und einen kontinuierlichen Arbeitsablauf zur Folge.

Bild 562 zeigt eine Hochleistungs-Lichtpausmaschine ohne Entwicklungseinrichtung. Bild 563 zeigt eine Hochleistungs-Lichtpausmaschine mit Entwicklungseinrichtung. Diese gestattet das Lichtpausen und Entwickeln in einem Arbeitsgang.

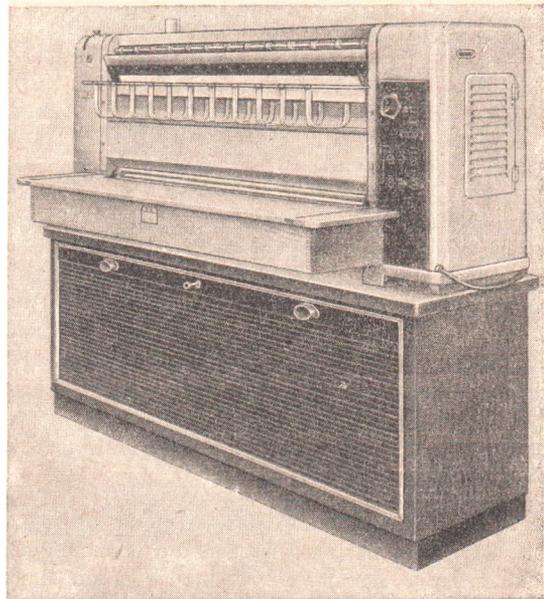


Bild 563. Hochleistungs-Lichtpausmaschine mit Entwicklungseinrichtung

14.7.2. Fotokopien

Undurchsichtige Zeichnungen, Schriftstücke usw. werden zweckmäßig durch Fotokopieren vervielfältigt. Jedoch sind Fotokopien auch von Transparentoriginalen möglich. Zum Fotokopieren eignen sich einseitig oder auch zweiseitig beschriftete Originale. Beim Fotokopieren unterscheidet man drei Verfahren:

- a) Durchleuchtungs- und Reflexverfahren,
- b) Optische Verfahren unmittelbar auf Papier,
- c) Optische Verfahren über Zwischennegativ (Mikrofilme).

zu a) Durchleuchtungs- und Reflexverfahren sind Kontaktverfahren; bei Herstellung stehen das Original und das Kopierpapier in engem Kontakt zueinander. Das Durchleuchtungsverfahren ist nur bei einseitigen Originalen möglich. Bei zweiseitigen Originalen ist das Reflexverfahren anzuwenden.

zu b) Im Gegensatz zu den Kontaktverfahren wird beim optischen Verfahren nach *b* nach dem Prinzip der fotografischen Kamera das Bild des Originals über ein optisches System auf das Kopierpapier übertragen. Bei diesem Verfahren sind Vergrößerungen und Verkleinerungen möglich.

zu c) Beim optischen Verfahren über Zwischennegativ wird wiederum nach dem Prinzip der fotografischen Kamera das Bild des Originals über ein optisches System auf einen Film übertragen. Von diesem Film können Fotokopien in jedem beliebigen Maßstab hergestellt werden. Ein weiterer Vorteil ist, daß dieser Film auch mit Lesegeräten oder Projektionsapparaten ausgewertet werden kann.

15. Toleranzen und Passungen

15.1. ISA-Passungen

Soll in der Fertigungstechnik beim Zusammenfügen der einzelnen Teile Ein- und Anpaßarbeit, also Nacharbeit vermieden werden und bei Lieferung von Ersatzteilen ein Austausch gewährleistet sein, sind Toleranzen und Passungen unbedingt anzuwenden. Erst nach Einführung von Toleranzen und Passungen ist ein Austauschbau möglich geworden.

Mit den ISA-Passungen wurde ein Toleranz- und Passungssystem geschaffen, das nach dem heutigen Stand der Technik alle Forderungen des Austauschbaues, bezogen auf Rund- und Flachpassungen, erfüllt.

15.1.1. Grundlagen der ISA-Passungen

Die Bezugstemperatur, das ist die Temperatur, die Werkstück und Meßzeug beim Messen haben müssen, ist mit 20°C festgelegt.

Die Toleranzen der Passungen sind größtmäßig vom Nennmaß abhängig. Mit wachsendem Nennmaß nehmen sie zu. Die Zunahme ist nicht geradlinig, sondern vollzieht sich in Form einer angenäherten kubischen Parabel.

Nennmaße und Nennmaße bilden gemeinsam die Nenngrenzmaße. Nenngrenzmaße sind die Grenzen, zwischen denen sich die Abmessungen der Werkstücke unter Einschluß der Meßfehler bei der Herstellung befinden sollen.

Das ISA-Paßsystem unterteilt sich in die Systeme Einheitsbohrung und Einheitswelle, die beide die gleichen Sitze enthalten.

Unter Nulllinie wird die untere Begrenzungslinie für die Toleranzfelder der Einheitsbohrung und die obere Begrenzungslinie für die Toleranzfelder der Einheitswelle verstanden.

Im Nennmaßbereich sind die Größen 1... 500 mm festgelegt.

Das ISA-System umfaßt

- ein Toleranzsystem
- ein Paßsystem
- ein Grenzmaßsystem für Lehren.

15.1.2. Toleranzsystem

Für jeden Nennmaßbereich sieht das Toleranzsystem 16 Toleranzstufen (Grundtoleranzen) vor. Jede Stufe wird als Qualität bezeichnet, wobei der Begriff „Qualität“ der Toleranz des einzelnen Stückes zugeordnet ist (Bild 564).

Die Grundlage der Toleranzen bildet die Toleranzeinheit $i = a \cdot \sqrt[3]{D} + b \cdot D$. Nach Einsetzen von konstanten Erfahrungswerten ergibt sich für die Toleranzeinheit folgende Formel:

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

Werte in μm ($1\mu\text{m} = 0,001\text{ mm}$)

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

Bild 564. Grundtoleranzen der ISA-Passungen (TGL 0-7151)

Grundtoleranzreihen (Bild 564) sind die Reihen der über den gesamten Nennmaßbereich geltenden Grundtoleranzen und werden mit IT 1...IT 16 bezeichnet. Von IT 6 an sind sie Vielfache der Toleranzeinheit i und geometrisch mit dem Stufensprung 1,6 gestuft. Daraus ergibt sich, daß jede Qualität eine um 60% größere Toleranz hat als die Qualität mit der nächstniederen Zahl. Die Werte der Toleranzeinheit i von IT 5...IT 16 zeigt Bild 564. Die Qualitäten 1...4 werden im allgemeinen für die Lehrenherstellung benötigt. Anwendungsbereiche der Qualitäten zeigt Bild 565.

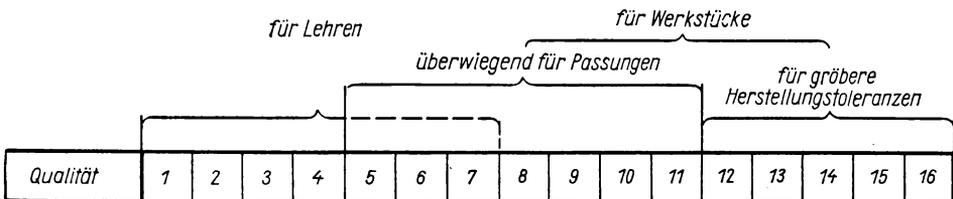


Bild 565. Anwendungsbereich der Qualitäten

Im ISA-System sind eine Reihe von Toleranzfeldern für Außenmaße (Wellen) und für Innenmaße (Bohrungen) festgelegt. Das Toleranzfeld ist die Differenz zwischen dem Größtmaß und dem Kleinstmaß (Bild 566).

Die Lage der Toleranzfelder zur Nulllinie wird mit Buchstaben bezeichnet. Die kleinen Buchstaben sind für Außenmaße, die großen Buchstaben für Innenmaße vorgesehen. Die

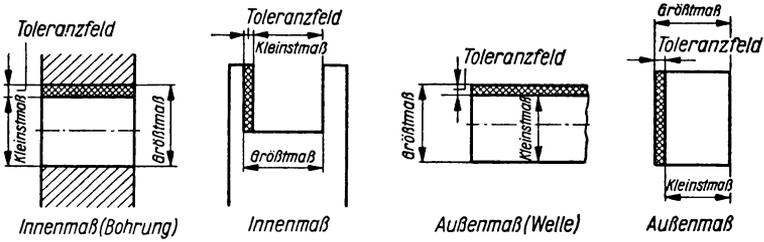


Bild 566. Darstellung der Toleranzfelder für Innen- und Außenmaße

Größe der zugeordneten Grundtoleranz wird durch die Kennzahlen der Qualitäten angegeben.

Folgende Buchstaben werden zur Kennzeichnung benutzt:

Für Außenmaße:

a b c d e f g h j k m n p r s t u v x y z

Für Innenmaße:

A B C D E F G H J K M N P R S T U V X Y Z

Bild 567 zeigt die Lage der einzelnen Toleranzfelder zur Nulllinie für Innen- und Außenmaße.

Das Kurzzeichen der Toleranzfelder setzt sich aus dem Buchstaben und der Kennzahl der Qualitäten zusammen.

H 7 kennzeichnet z. B. ein an der Nulllinie beginnendes, einseitig nach Plus liegendes Toleranzfeld, dem die Grundtoleranzreihe der Qualität 7 (IT 7) zugeordnet wurde.

Diese Kurzzeichen dienen zur Angabe auf Zeichnungen, bei Bestellungen usw.

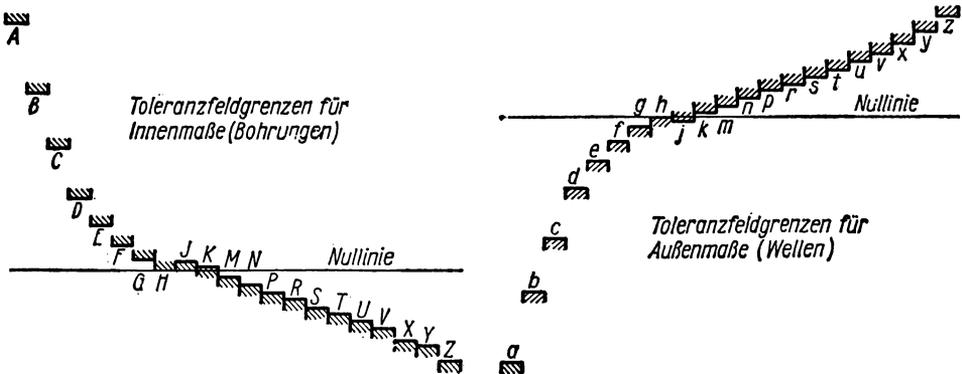


Bild 567. Toleranzfeldgrenzen

15.1.3. Paßsystem

Die Toleranzfelder werden vorwiegend für Passungen verwendet und zwar Wellentoleranzfelder der 5...11. Qualität und Bohrungstoleranzfelder der 6...11. Qualität.

Die Toleranzfelder eignen sich jedoch auch für andere Zwecke der Tolerierung, z. B. bei gezogenen und gewalzten Halbzeugen, für Schraubenlängen, Schlüsselweiten und für jedes beliebige Maß eines Teiles.

Im ISA-System ist eine freizügige Paarung möglich, jedoch liegt dem Aufbau das System der Einheitsbohrung und das System der Einheitswelle zugrunde.

Im System *Einheitsbohrung* ist die Nulllinie als untere Begrenzung der Bohrungstoleranz festgelegt. Daraus folgt, daß die H-Bohrungen im System Einheitsbohrung (zugehörige Wellen a...z) die Einheitsbohrungen sind (Bild 568).

Im System *Einheitswelle* ist die Nulllinie als obere Begrenzung der Wellentoleranz festgelegt. Daraus folgt, daß die h-Wellen im System Einheitswelle (zugehörige Bohrungen A...Z) die Einheitswellen sind (Bild 569).

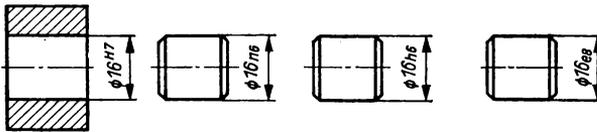


Bild 568. Paarung aus verschiedenen Qualitäten (Einheitsbohrung)

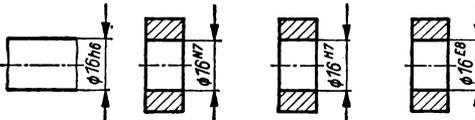


Bild 569. Paarung aus verschiedenen Qualitäten (Einheitswelle)

Die Abmaße der einzelnen Wellen und Bohrungen wurden auf das System Einheitsbohrung bezogen.

Da zunächst die Abmaße der Wellen des Systems Einheitsbohrung nach bestimmten Gesetzen festgelegt wurden, erhält das System Einheitsbohrung in der Technik eine Vorrangstellung, weil hierin wirklich der Buchstabe die Lage der Welle zur Nulllinie bestimmt.

Alle Passungen mit einer Einheitsbohrung oder einer Einheitswelle werden unter dem Begriff „Passungsfamilie“ zusammengefaßt. Wenn auch nach dem ISA-Toleranzsystem die beliebige Paarung von Wellen und Bohrungen möglich ist, sollte doch versucht werden, mit den vom ISA-Komitee empfohlenen Passungen auszukommen und möglichst davon wiederum nur eine beschränkte Auswahl anzuwenden.

Bild 570 (Seite 272/273) zeigt Auswahlreihen für Paßtoleranzen nach TGL 8275,

Bild 571 eine Vorzugsreihe der Spiele und Übermaße nach TGL 8275.

15.2. Toleranzen

Toleranz ist der Unterschied zwischen dem zugelassenen Größt- und Kleinstwert einer meßbaren Eigenschaft (Maß, Form, Oberflächenbeschaffenheit, Masse usw.).

Bei der Herstellung eines Werkstückes werden seine Abmessungen nie genau gleich den vorgeschriebenen Maßen. Da also stets Abweichungen von den vorgeschriebenen Maßen auftreten, ist es notwendig, sofern es der Verwendungszweck verlangt, Grenzen festzulegen, zwischen denen die Maße beliebig liegen dürfen. Maßgebend für die Festlegung der Grenzen ist die Sicherung des Verwendungszweckes. Aus wirtschaftlichen Gründen sind die Toleranzen so groß wie möglich zu wählen.

Wenn auch Toleranzen in den meisten Fällen durch Kurzzeichen angegeben werden, werden auch noch im Gegensatz zu den ISA-Passungen bei Toleranzen die Abmaße in Zahlenwerten eingetragen. Die Abmaße werden in diesem Falle dem Nennmaß zugefügt.

Begriffe der Toleranzen

Das Nennmaß dient zur Größenangabe. Die Abmaße werden auf das Nennmaß bezogen. Eine Darstellung des Nennmaßes und der Abmaße zeigt Bild 572.

Abmaß A ist die Differenz eines Grenz-, Ist- oder Paarungsmaßes und dem Nennmaß, z. B. $63,12 \text{ mm} - 63,00 \text{ mm} = +0,12 \text{ mm}$ oder $62,98 \text{ mm} - 63,00 \text{ mm} = -0,02 \text{ mm}$.

Als oberes Abmaß A_o wird der Unterschied zwischen Größtmaß und Nennmaß bezeichnet; $A_o = L_g - N$ (Bilder 572 und 574), z. B. $63,12 \text{ mm} - 63,00 \text{ mm} = +0,12 \text{ mm}$.

Unter unterem Abmaß A_u versteht man den Unterschied zwischen Kleinstmaß und Nennmaß; $A_u = L_k - N$ (Bilder 572 und 574), z. B. $62,98 \text{ mm} - 63,00 \text{ mm} = -0,02 \text{ mm}$.

Istmaß A_i ist der Unterschied zwischen Kleinstmaß und Nennmaß; $A_i = l - N$ (Bild 573), z. B. $62,99 \text{ mm} - 63,00 \text{ mm} = -0,01 \text{ mm}$.

Die Nulllinie ist in den Toleranzfeldern die dem Abmaß 0 und somit dem Nennmaß entsprechende Bezugslinie für die Abmaße (Bild 572).

Istmaß l ist das durch Messung mit beliebigem Meßzeug an einem Werkstück ermittelte Maß. Es liegt in jedem Falle zwischen oberem und unterem Abmaß (Bild 573).

Paßmaß ist ein Nennmaß, das durch ein Kurzzeichen oder durch Abmaße toleriert ist. Meist werden Paßmaße für Paarungen vorgesehen, z. B. $H 7$ oder $63 \begin{smallmatrix} +0,25 \\ -0,10 \end{smallmatrix}$.

Grenzmaße sind die zwei Maße, zwischen denen das Paarungsmaß und das Istmaß der Meßstelle liegen müssen.

Größtmaß G ist das größere der beiden Grenzmaße, im Bild 574 ist es mit L_g und im Bild 575 mit D_g angegeben.

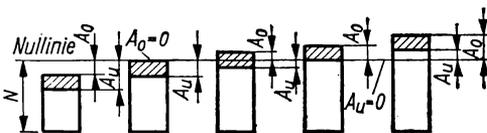


Bild 572. Nennmaß und Abmaße

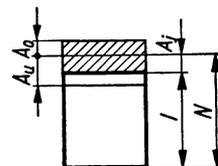


Bild 573. Darstellung des Istmaßes

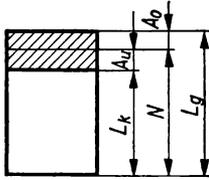


Bild 574. Darstellung des Größt- und Kleinmaßes

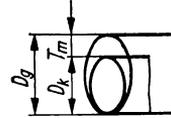


Bild 575. Darstellung der Maßtoleranz

Kleinmaß K ist das kleinere der beiden Grenzmaße, im Bild 574 ist es mit L_k und im Bild 575 mit D_k angegeben.

Als Maßtoleranz T_m bezeichnet man den Unterschied zwischen dem Größtmaß und dem Kleinmaß (Bild 575).

15.3. Abweichung für Maße ohne Toleranzangabe

Funktions-, fertigungs- und anschlussbedingte Maße werden auf den Zeichnungen mit Toleranzangaben versehen.

Alle weiteren Maße, für die diese Forderungen nicht bestehen, erhalten auf den Zeichnungen keine Toleranzangaben. Bei diesen Maßen genügt die werkstattübliche Genauigkeit, die ein Facharbeiter ohne besonderen Aufwand je nach Fertigungsverfahren und -einrichtung einhalten kann.

Nennmaße, bei denen eine Über- und Unterschreitung der in TGL 2897 festgelegten Abweichungen die Funktion der Werkstücke gefährden, müssen in den Zeichnungen unbedingt toleriert werden. Die werkstattüblichen Genauigkeiten und die daraus abgeleiteten

Genauigkeitsgrad	Nennmaßbereich in mm							
	bis 6	über 6 bis 30	über 30 bis 100	über 100 bis 300	über 300 bis 1000	über 1000 bis 2000	über 2000 bis 4000	über 4000
fein	$\pm 0,05$	$\pm 0,1$	$\pm 0,15$	$\pm 0,2$	$\pm 0,3$	$\pm 0,5$	—	—
mittel	$\pm 0,1$	$\pm 0,2$	$\pm 0,3$	$\pm 0,5$	$\pm 0,8$	$\pm 1,2$	± 2	± 3
grob	$\pm 0,2$	$\pm 0,5$	$\pm 0,8$	$\pm 1,2$	± 2	± 3	± 4	± 5
sehr grob	$\pm 0,5$	± 1	$\pm 1,5$	± 2	± 3	± 5	± 8	± 10

Bild 576. Tabelle der Abweichung für Längenmaße und Rundungen (Werte in mm)

Genauigkeitsgrad	Nennmaßbereich in mm (Länge des kürzeren Schenkels)			
	bis 10	über 10 bis 50	über 50 bis 100	über 100
fein				
mittel	$\pm 1^\circ$	$\pm 30'$	$\pm 20'$	$\pm 10'$
grob				
sehr grob	$\pm 3^\circ$	$\pm 2^\circ$	$\pm 1^\circ$	$\pm 30'$

Bild 577. Tabelle der Abweichung für Winkel (Werte in Grad und Minuten)

Abweichungen für nichttolerierete Maße gemäß Bild 576 gelten vorzugsweise für spanende Bearbeitung metallischer Werkstoffe für alle Fertigungsmaße, wie Durchmesser, Längen, Breiten, Höhen, Dicken, Abstände usw., die nicht mit Toleranzangaben versehen sind. Die Abweichungen liegen symmetrisch zum Nennmaß.

Die Auswahl unter den Genauigkeitsgraden „fein, mittel und grob, sehr grob“ richtet sich nach den betrieblichen Anforderungen. Der geforderte Genauigkeitsgrad ist unbedingt anzugeben. Die in Bild 577 angegebenen Abweichungen für Winkel gelten gleichermaßen für die Genauigkeitsgrade „fein, mittel, grob, sehr grob“.

Die Abweichungen bei nichttolerierten Maßen werden nicht regelmäßig geprüft.

Auf den Zeichnungen ist im Schriftfeld in dem Feld Freimaßtoleranzen der Hinweis auf TGL 2897 mit dem geforderten Genauigkeitsgrad einzutragen, z. B. „TGL 2897 mittel“.

15.4. Eintragung von Toleranzen und Passungen

Müssen aus zwingenden Gründen die Abmaße für Durchmesser und Längenmaße durch Zahlen (Abschnitt 15.2.) statt ISA-Kurzzeichen angegeben werden, dann sind diese dem Bedarf entsprechend nach den Bildern 578... 582 einzutragen.

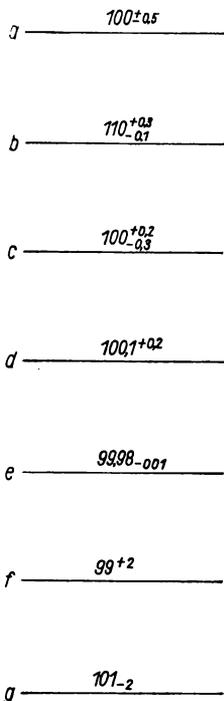


Bild 578. Eintragung der Abmaße

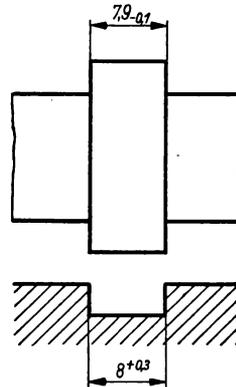


Bild 579. Eintragung der Abmaße für Paarung

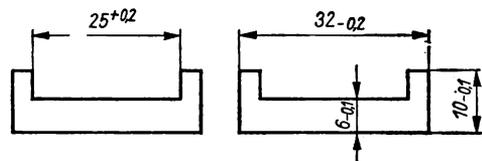


Bild 580. Eintragung der Abmaße bei Profilen

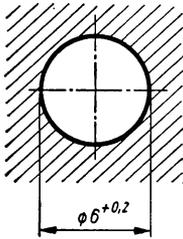


Bild 581. Eintragung der Abmaße bei Bohrungen

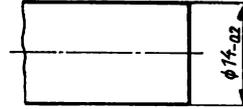


Bild 582. Eintragung der Abmaße bei runden Teilen

Die Abmaße sind hinter der Maßzahl einzutragen. Dem Nennmaß werden beide Abmaße hinzugefügt, es wird also das Toleranzfeld angegeben. Das Abmaß 0 (Null) wird jedoch nicht eingetragen. Das obere Abmaß ist ohne Rücksicht auf das Vorzeichen höher, das untere Abmaß tiefer hinter die Maßzahl zu setzen. Die Abmaße werden etwas kleiner als die Maßzahl, jedoch nicht kleiner als 2 mm geschrieben. Bei gleichem oberem und unterem Abmaß steht das Abmaß nur einmal mit beiden Vorzeichen hinter der Maßzahl, wie in Bild 578a dargestellt. Die Vorzeichen (+ oder —) der Abmaße der Absatzmaße sind abhängig von der zuerst fertigzustellenden Bezugsebene, d. h., die Toleranz läuft mit der Fertigung (z. B. Drehen, Fräsen, Schleifen usw.). Die Bezugsebene ist entsprechend der Funktion festzulegen (Bilder 583...585).

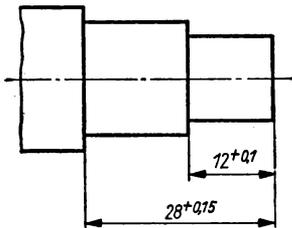


Bild 583. Eintragung der +-Abmaße in Abhängigkeit der Fertigung

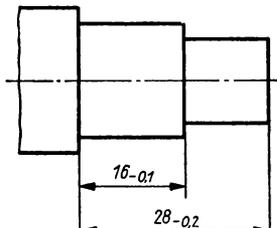


Bild 584. Eintragung der —Abmaße in Abhängigkeit der Fertigung

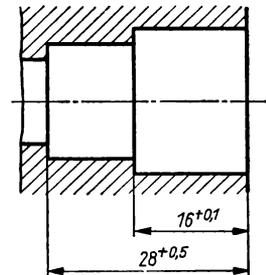


Bild 585. Eintragung der Abmaße bei Bohrungen in Abhängigkeit der Fertigung

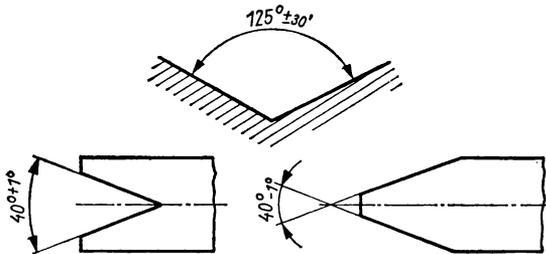


Bild 586. Eintragung der Abmaße für Winkelmaße

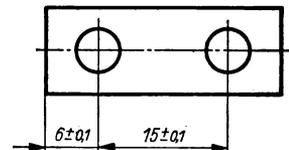


Bild 587. Bemaßung und Abmaße von Lochmitten

Eingetragen werden Abmaße für Winkelmaße nach Bild 586, Absatzmaße nach den Bildern 583...585, Lochmittenabstände und Teilungen nach den Bildern 587...592 und Mittigkeiten nach Bild 593.

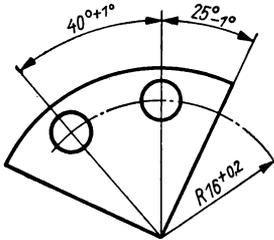


Bild 588. Bemaßung und Abmaße bei Gradteilung

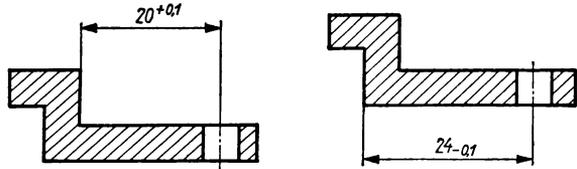


Bild 589. Bemaßung und Abmaße der Lochmitten von Bezugskante

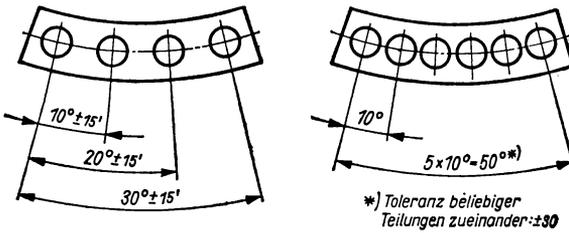


Bild 590. Bemaßung der Lochmitten gebogener Teile

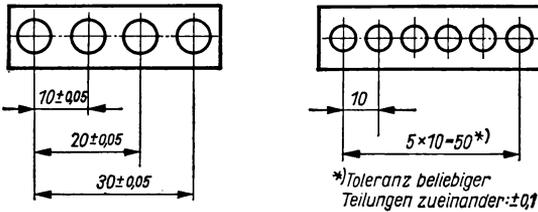


Bild 591. Bemaßung der Lochmitten gerader Teile

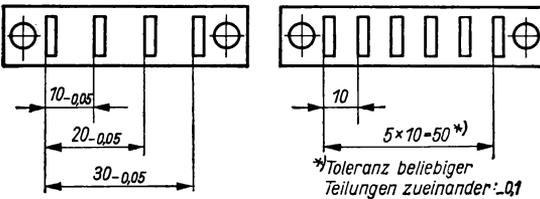


Bild 592. Bemaßung der Lochmitten eckiger Löcher

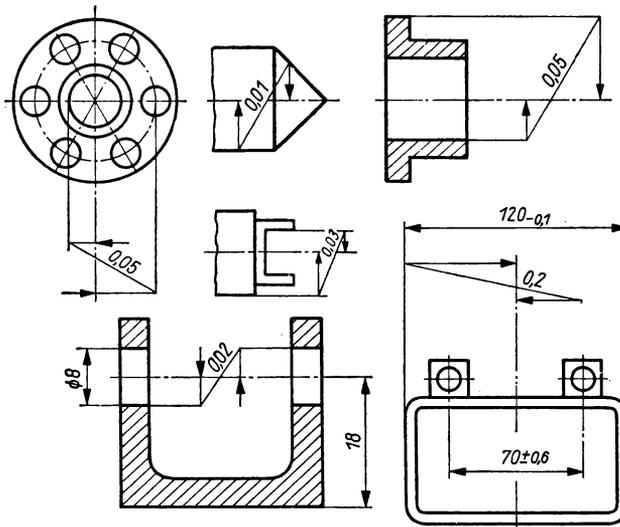


Bild 593. Angabe der Mittigkeitsabweichung an verschiedenen Teilen

Die Toleranz für die Mittenentfernung mehrerer Löcher sowie für den Abstand der Lochmitte von einer Ebene liegt im allgemeinen nach \pm (Bilder 587 und 588). Ist aus Funktionsgründen der Abstand einer Kante oder Ebene von der Lochmitte aus zu bestimmen, so gilt die Lochmitte als Bezugsebene (Bild 589). Mehrere aufeinanderfolgende Mittenabstände können verschiedenartig bemaßt werden. Zu beachten ist, daß sich die Toleranzen je nach Art der Bemaßung verschiedenartig auswirken. Bei der Bemaßung von Abstand zu Abstand (Maßkette) summieren sich die Toleranzen. Summentoleranzen lassen sich vermeiden, wenn die Abstände von der ersten Lochmitte aus bemaßt werden (Bilder 590 und 591). Bei einer größeren Anzahl von Teilungen kann nach den Bildern 587 und 591 bemaßt werden. Teilungen für eckige Löcher werden über die Kante bemaßt (Bild 592).

Bei zusammengebaut gezeichneten Teilen ist das Maß mit der Toleranz für das Außenteil (Innenmaß) über dem Maß mit der Toleranz für das Innenteil (Außenmaß) anzuordnen (Bild 594). Die Zuordnung der Maße ist durch Wortangabe, z. B. „Bohrung“, „Welle“, „Lfd. Nr. ...“ oder durch die Zeichnungsnummer zu kennzeichnen. Ist bei ineinandergesteckt gezeichneten Teilen für jedes Teil nur ein Abmaß einzutragen, weil das andere Abmaß 0 (Null) ist, so ist nur eine Maßlinie erforderlich (Bild 594). Wenn es die Deutlichkeit der Zeichnung erfordert, sind Bezugslinien oder zwei Maßlinien vorzusehen (Bild 594). Braucht eine Toleranz nicht in der ganzen bemaßten Länge eingehalten zu werden, dann wird die Toleranzangabe nach Bild 595 begrenzt.

Ist bei Maßen nur eine Begrenzung notwendig, so werden die Maßzahlen mit den Zusätzen „Größtmaß“ oder „Kleinstmaß“ versehen (Bild 596).

Hierbei ist zu beachten, daß die Bezeichnung des Nennmaßes als „Größtmaß“ oder „Kleinstmaß“ zur Voraussetzung hat, daß die in der Fertigung möglichen Maßschwankungen

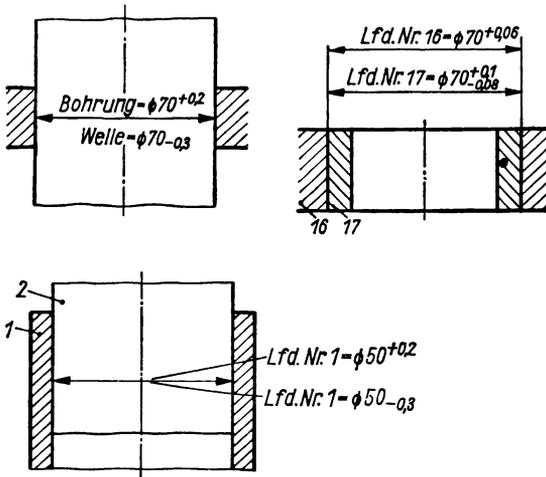


Bild 594. Bemaßung und Abmaße zusammengebauter Teile

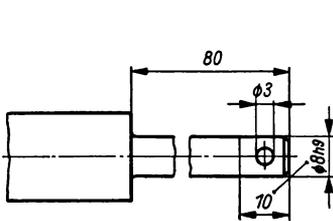


Bild 595. Begrenzte Toleranzangabe

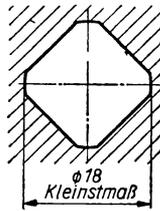


Bild 596. Begrenzung durch Wortangabe

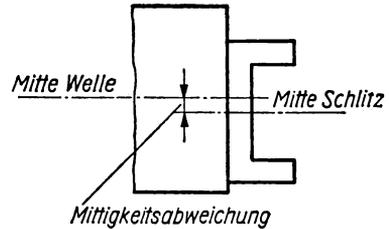


Bild 597. Angabe der Mittigkeitsabweichung

funktionsmäßig nicht stören. Die Bezeichnungen „Größtmaß“ und „Kleinstmaß“ werden deshalb dann angewendet, wenn in der Fertigung mit größeren Maßschwankungen zu rechnen ist, die sich aus Funktionsgründen jedoch nur nach einer Richtung auswirken dürfen.

Maße, von denen abgewichen werden darf, soweit die Gebrauchsfähigkeit des Erzeugnisses nicht leidet, erhalten das Zeichen \approx , z. B. ≈ 63 ; diese werden als Ungefährmaße nach TGL 0-1302 bezeichnet.

Flächen oder Körper mit gleichen Mittellinien werden als mittig bezeichnet. Die Mittigkeit ist meist nur mit einer durch die Eigenart der Fertigung bestimmten Annäherung erreichbar. Der hierdurch entstehende parallele Versatz der beiden Mittellinien ist die in Bild 597 dargestellte Mittigkeitsabweichung. Die zulässigen Mittigkeitsabweichungen werden nur in Sonderfällen angegeben, z. B. wenn die bei der Fertigung üblicherweise erreichte Mittigkeit den aus Funktionsgründen zu stellenden Forderungen nicht genügt. Für ihre Angabe dient ein doppelt geknickter Linienzug, der auf der Mittellinie beiderseits mit innen- oder außenstehenden Pfeilen endet (Bild 593). Die Knickstellen liegen auf je einer Begrenzungslinie der beiden Maße, für die die zulässige Mittigkeitsabweichung gelten soll; sie

über 80 bis 100	+161	+106	+69	+57	+32	+12	+12	+16	-36	-70	+560	+440	+920	+700	+112	+57	+32	+12	+89	+177	+108	+177	+36	+141	+540	+440	+700	
über 100 bis 120	+72	+36	+12	0	-25	-45	-45	-19	-44	0	+90	+120	+940	+700	+36	0	-25	-45	0	+89	+36	0	+36	0	+141	+540	+440	+700
über 120 bis 140								-23	52	-107			+1060															
über 140 bis 160	+168	+103	+79	+65	+37	+13	+60	-25	60	-137	+645	+500	+1080	+800	+131	+65	+37	+13	+103	+206	+126	+206	+43	+163	+645	+500	+800	
über 160 bis 180	+85	+43	+14	0	-26	-52	-140	-253	+145	-253	+145	0	+280	0	+43	0	-28	-52	0	+43	0	0	0	0	+145	0	0	
über 180 bis 200							-28	-68	-168	-147			+1110															
über 200 bis 225	+218	+142	+90	+75	+42	+15	-84	-34	84	-186	+750	+580	+1300	+920	+151	+75	+42	+15	+118	+237	+144	+237	+50	+187	+750	+580	+920	
über 225 bis 250	+100	+50	+15	0	-33	-60	-109	-176	+170	-330	+170	0	+380	0	+50	0	-33	-60	0	+50	0	0	0	0	+170	0	0	
über 250 bis 280	+243	+160	+101	+84	+48	+18	-126	-210	+401	-234	+830	+640	+1520	+1040	+169	+84	+48	+18	+133	+267	+162	+267	+56	+211	+830	+640	+1040	
über 280 bis 315	+110	+56	+17	0	-36	-66	-46	118	+190	-269	+190	0	+1580	0	+56	0	-36	-66	0	+56	0	0	0	0	+190	0	0	
über 315 bis 355	+271	+176	+111	+93	+53	+20	-144	-247	+439	-301	+930	+720	+1740	+1140	+187	+93	+53	+20	+146	+291	+178	+291	+62	+229	+930	+720	+1140	
über 355 bis 400	+125	+62	+18	0	-40	-73	-57	151	+210	-346	+210	0	+1820	0	+62	0	-40	-73	0	+62	0	0	0	0	+210	0	0	
über 400 bis 450	+295	+194	+123	+103	+58	+23	-63	-169	+482	-393	+1030	+800	+2020	+1260	+205	+103	+58	+23	+160	+320	+194	+320	+68	+252	+1030	+800	+1260	
über 450 bis 500	+135	+68	+20	0	-45	-80	-69	-189	+230	-643	+230	0	+2100	0	+68	0	-45	-80	0	+68	0	0	0	0	+230	0	0	
							-172	-315		-637			+840															

Schwarze Zahlen = Spiele

Fettgedruckte Zahlen = Übermade

Auswahlreihe im System Einheitsbohrung

ISA-Qualität	Innenmaß	Außenmaß	Lage des Außenmaßes																
			a	b	c	d	e	f	g	h	j	k	m	n	p	r	s	u	
6	5	—	—	—	—	—	—	H6/g5	H6/h5	H6/j5	H6/k5	H6/m5	H6/n5	—	H6/r5	H6/s5	—		
	6	—	—	—	—	—	H6/f6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
7	6	—	—	—	—	—	—	H7/g6	H7/h6	H7/j6	H7/k6	H7/m6	H7/n6	H7/p6	H7/r6	H7/s6	—		
	7	—	—	—	—	—	H7/f7	—	—	—	—	—	—	—	—	H7/s7	H7/u7		
	8	—	—	H7/c8	H7/d8	H7/e8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
8	7	—	—	—	—	—	H8/f7	—	H8/h7	H8/j7	H8/k7	H8/m7	H8/n7	—	—	H8/s7	—		
	8	—	—	—	—	H8/e8	H8/f7	—	H8/h8	—	—	—	—	—	—	—	H8/u8		
	9	—	—	—	H8/d9	H8/e8	H8/f9	—	H8/h9	—	—	—	—	—	—	—	—		
	10	—	—	—	H8/d10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
9	8	—	—	—	—	—	—	—	H9/h8	—	—	—	—	—	—	—	—		
	9	—	—	—	—	—	—	—	H9/h9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
10	9	—	—	—	—	—	—	—	H10/h9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	10	—	—	—	—	—	—	—	H10/h10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
11	9	—	—	—	H11/d9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	11	H11/a11	H11/b11	H11/c11	H11/d11	—	—	—	H11/h11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
12	12	—	H12/b12	—	—	—	—	—	H12/h12	—	—	—	—	—	—	—	—	—	

Auswahlreihe im System Einheitswelle

ISA-Qualität	Innenmaß	Außenmaß	Lage des Innenmaßes																
			A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	M	N	P	R	S	U	
6	5	—	—	—	—	—	—	G6/h5	H6/h5	J6/h5	K6/h5	M6/h5	N6/h5	—	—	—	—		
7		—	—	—	—	—	F7/h5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
7	6	—	—	—	—	—	—	G7/h6	H7/h6	J7/h6	K7/h6	M7/h6	N7/h6	P7/h6	R7/h6	S7/h6	—		
8		—	—	—	D8/h6	E8/h6	F8/h6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
8	7	—	—	—	—	—	—	—	H8/h7	J8/h7	K8/h7	M8/h7	N8/h7	—	—	—	—	U8/h7	
8	8	—	—	—	—	E8/h8	F8/h8	—	H8/h8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
9		—	—	—	D9/h8	—	F9/h8	—	H9/h8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
8	9	—	—	—	—	E8/h9	F8/h9	—	H8/h9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
9		—	—	—	D9/h9	—	F9/h9	—	H9/h9	—	—	—	—	P9/h9	—	—	—	—	
10		—	—	—	D10/h9	—	—	—	H10/h9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10	10	—	—	—	—	—	—	—	H10/h10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
11	11	A11/h11	B11/h11	C11/h11	D11/h11	—	—	—	H11/h11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
12	12	—	B12/h12	—	—	—	—	—	H12/h12	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

XXX = Paßtoleranzen der Vorzugsreihe

können auch an Mittellinien oder Maßhilfslinien der zugehörigen Körperkanten gesetzt werden. Die Toleranz wird ohne Vorzeichen eingetragen (Bild 593).

In der Regel werden bei Angabe von Toleranzen in Zeichnungen ISA-Kurzzeichen angegeben. Dies schließt durch die Anwendung von Rachenlehren und Lehrdornen der einzelnen Toleranzfelder Meßfehler aus und trägt somit zur rationellen Fertigung bei.

ISA-Kurzzeichen sind bei Außen- und Innenmaßen (Bild 598) anzuwenden, wenn ihre Abmaße dem ISA-Toleranzsystem entsprechen. Bei Absatzmaßen, bei Lochmittenabständen und bei Mittigkeiten dürfen keine Kurzzeichen angewendet werden. Kurzzeichen sind hinter die Maßzahl zu schreiben, und zwar sind die Großbuchstaben und Zahlen für die Innenmaße höher und die Kleinbuchstaben und Zahlen für die Außenmaße tiefer als die Maßzahl einzutragen. Die Schriftgröße ist etwa 0,7 der Maßzahlhöhe, jedoch nicht kleiner als 2 mm. Im übrigen gilt sinngemäß das, was über das Eintragen der Abmaße vorstehend ausgeführt worden ist.

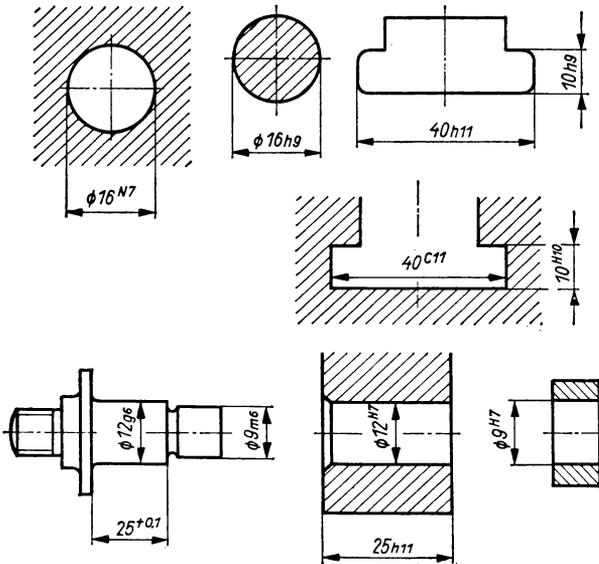


Bild 598. Eintragung von ISA-Kurzzeichen

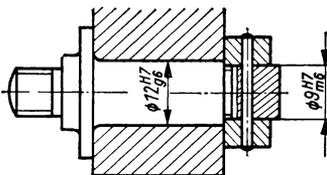


Bild 599. Eintragung von ISA-Kurzzeichen bei zusammengebauten Teilen

Sind bei zusammengebaut gezeichneten Teilen Kurzzeichen für Innen- und Außenmaße gleichzeitig vorgesehen (Bild 599), so werden die Angaben für die Innenmaße über denen für die Außenmaße angeordnet.

Sollen neben den Kurzzeichen auch Abmaße auf einer Zeichnung angegeben werden, so werden die Abmaße in () dem Kurzzeichen hinzugefügt,

z. B. 360 F 8 $\left(\begin{smallmatrix} + 0,151 \\ + 0,062 \end{smallmatrix} \right)$,

oder in einer besonderen Übersetzungstafel in der Nähe des Zeichnungsschriftfeldes oder im Zeichnungsfeld oben angegeben.

Soll ein Teil einem anderen, zuerst gefertigten mit vorgeschriebener Paßtoleranz angepaßt werden, so kann z. B. nach Bild 600 verfahren werden.



Bild 600. Darstellung vorgeschriebener Paßtoleranzen zweier Teile

16. Zusatz- und Sonderzeichnungen

Unter Zusatz- und Sonderzeichnungen werden Zeichnungen verstanden, die zweckgebunden zu den Zeichnungen Zusätze oder besondere Merkmale aufweisen. Für die Darstellung gelten jedoch die gleichen Zeichenregeln wie bei anderen Zeichnungen.

16.1. Zusatzzeichnungen

16.1.1. Modellzeichnungen

Sollen für Teile Modelle angefertigt werden, ist es zweckmäßig, dafür besondere Zeichnungen anzufertigen. Da hier nur die Maße für die Modellanfertigung eingetragen werden, bleibt diese Zeichnung übersichtlich und erleichtert die Herstellung.

16.1.2. Rohteilzeichnungen

Fertigmaße und Rohteilmaße in komplizierten Zeichnungen ergeben oft eine Unübersichtlichkeit. Daher werden in solchen Fällen, besonders bei Gußteilen, Rohteilzeichnungen angefertigt. Diese Rohteilzeichnung erhält nur die Maße, die zur Herstellung des Rohteiles (Gußstückes) notwendig sind. Eine Fertigteilzeichnung (Bearbeitungszeichnung) ist somit noch erforderlich. Die Rohteilzeichnungen erhalten zur Zeichnungsnummer ein R zugesetzt. Die Rohteilzeichnung eines Gußstückes zeigt Bild 403.

16.1.3. Schweißgruppenzeichnungen

Auch die Schweißgruppenzeichnung soll dem Schweißer nur die für die Schweißung notwendigen Angaben geben. Dadurch wird die Zeichnung übersichtlich und führt somit zur rationellen Fertigung. Schweißgruppenzeichnungen siehe Bilder 508...510. Der Zeichnungsnummer wird ein S zugesetzt.

16.2. Sonderzeichnungen

16.2.1. Spiegelbildzeichnungen

Bei Spiegelbildzeichnungen wird das Teil oder der Gegenstand in normaler und spiegelbildlicher Darstellung gezeichnet. Hierbei werden im Schriftfeld beide Zeichnungsnummern angegeben. Die Darstellungen erhalten nochmals die Zeichnungsnummer, die spiegelbildliche Darstellung den Zusatz Spi. Durch Spiegelbildzeichnungen wird ein erheblicher Teil an Zeichenarbeit eingespart. Oft kann für beide Teile das gleiche Modell verwendet werden (Bild 601). Die Übersichtlichkeit durch Zusatz der spiegelbildlichen Darstellung wird nicht beeinträchtigt. Das Spiegelbild ist stets zwischen den zwei Ansichten anzuordnen (Bild 601). Einzelteil-, Gruppen- und Hauptgruppenzeichnungen können gleichermaßen als Spiegelbildzeichnung ausgeführt werden. Bild 601 zeigt ein Einzelteil, Bild 602 bringt zwei Untergruppen als Spiegelbildzeichnung.

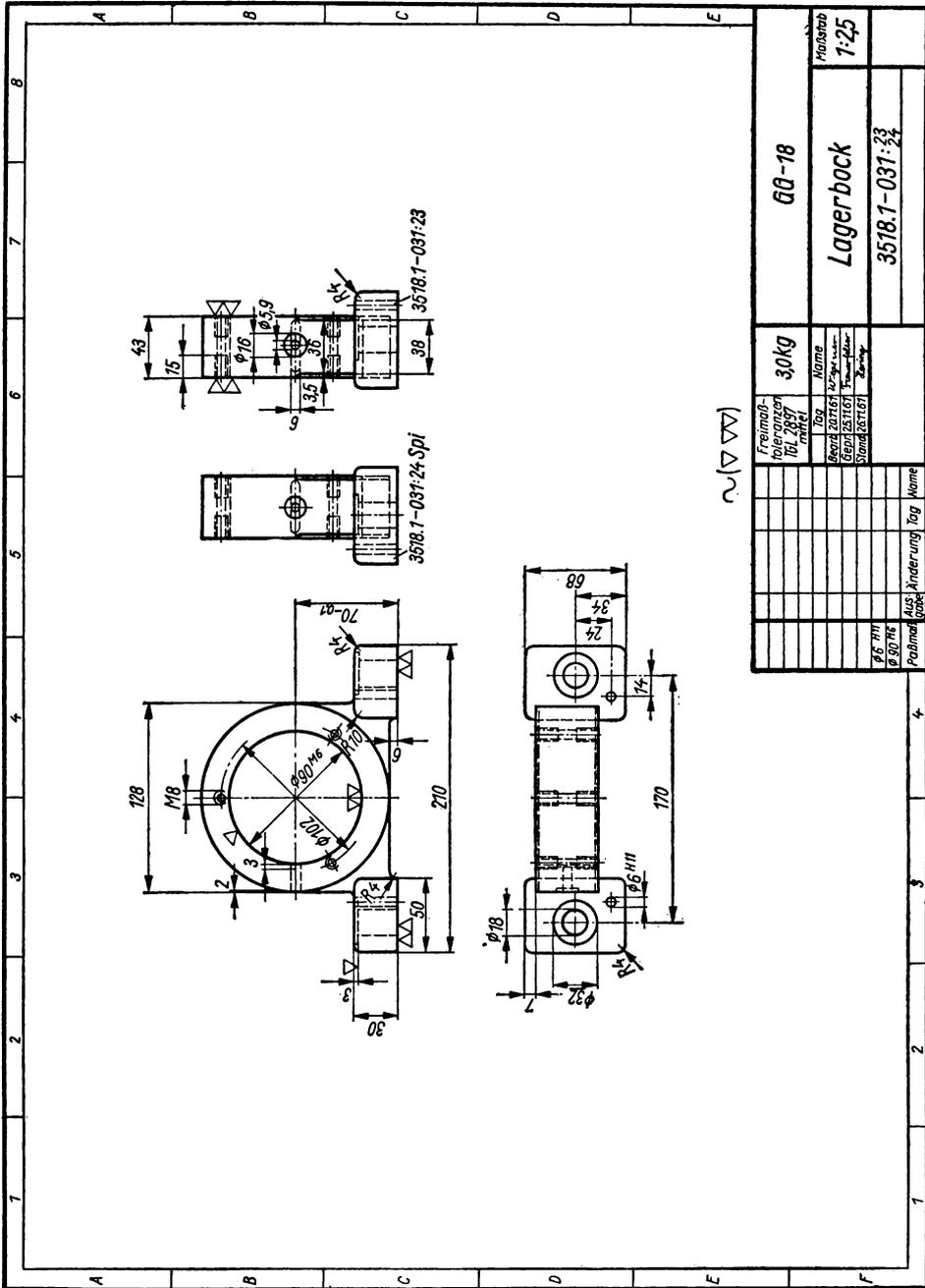
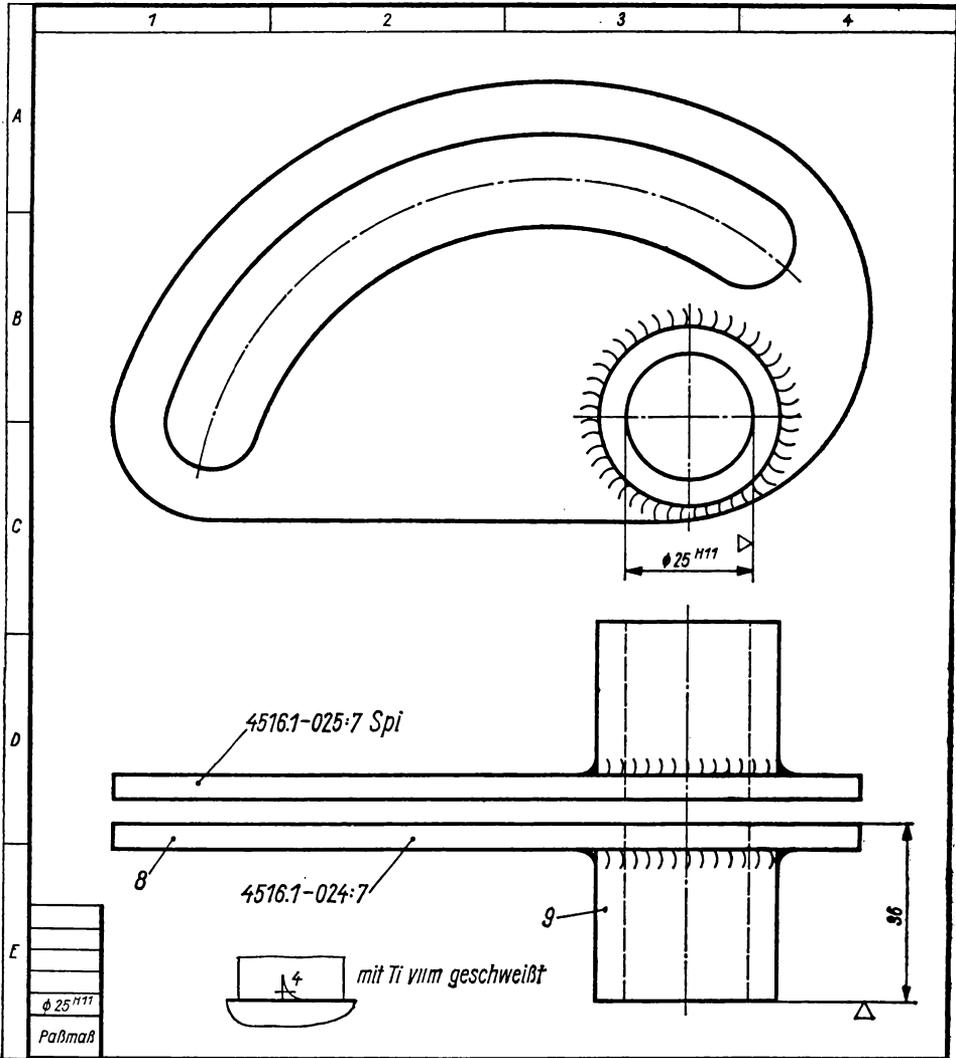
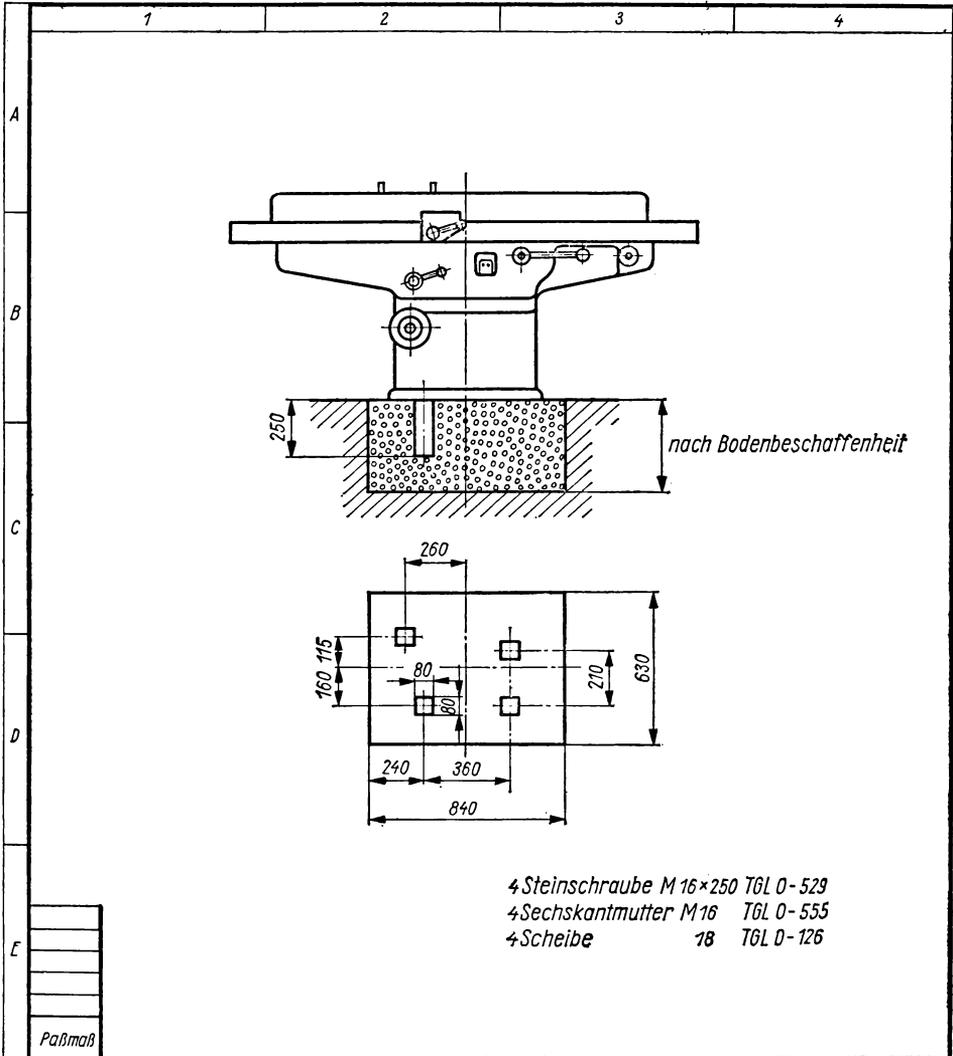


Bild 601. Spiegelbildzeichnung (Einzelteil)



				Freimaßtoleranzen TGL 2897 mittel				
				Tag	Name	Stellsegment	Maßstab 1:1	
				Bearb.	19.11.61			Wiese
				Bepr.	25.11.61			Joachimfelders
				Stand.	26.11.61			Zwing
						4516.1-024:7		
						4516.1-025:7		
AUSGABE	Änderung	Tag	Name					

Bild 602. Spi-Zeichnung mit verschiedenen Untergruppen



				Freimaß- toleranzen	—		
				Tag	Name		
				Bearb.	5.5.61	Winkler	Maßstab 1:20
				Gepr.	6.5.61	Münne	
				Stand.	12.5.61	Ripfel	
				Stirnfräsmaschine			
				3324.3-01F			
Aus- gabe	Änderung	Tag	Name				

Bild 603. Fundamentzeichnung

16.2.2. Fundamentzeichnung

Die Fundamentzeichnung ist die zeichnerische Darstellung der baulichen Gründung für die Aufstellung eines Erzeugnisses (Anlage, Gerät, Maschine). Die Gründung, das Fundament, ist ausführlich zu bemaßen und anzugeben, die Maschine nur in ihren Umrissen darzustellen. Der Zeichnungsnummer wird ein F zugeetzt. Bild 603 zeigt die Fundamentzeichnung einer Stirnfräsmaschine.

16.2.3. Patentzeichnungen

Zur Einreichung und Darstellung eines Patentes ist eine Zeichnung notwendig. In dieser Patentzeichnung wird nur das Notwendigste des Patentes dargestellt. Auf weitere konstruktive Einzelheiten wird darin verzichtet, Mittellinien werden in keinem Falle gezeichnet (Bild 604).

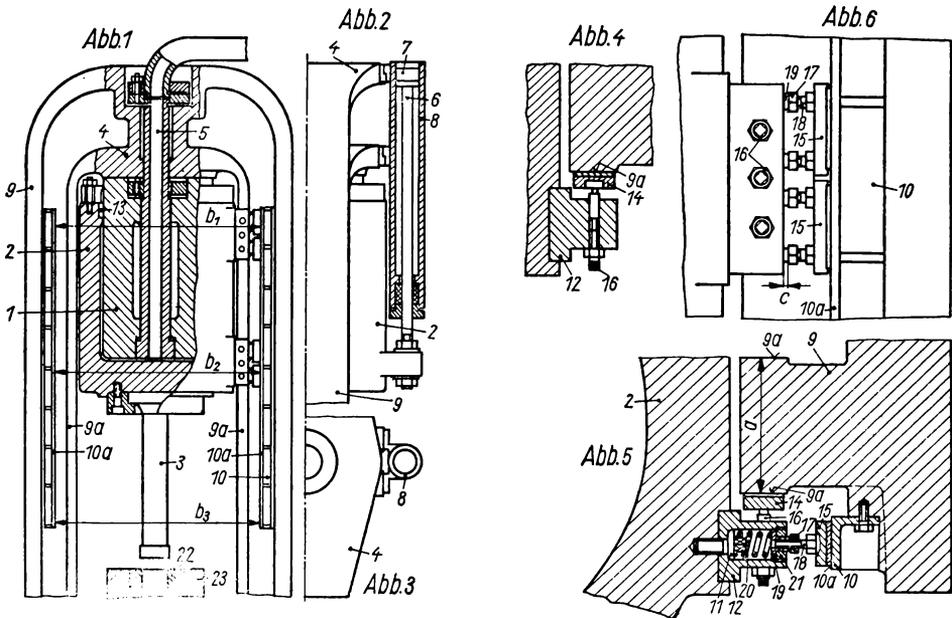


Bild 604. Patentzeichnung

16.2.4. Schemazeichnungen

In einer Schemazeichnung sollen der Aufbau und das Zusammenwirken von Teilen, Aggregaten, Getrieben, Versuchsaufbauten usw. erläutert werden. Konstruktive Einzelheiten werden in einer Schemazeichnung nicht festgelegt. Bild 605 zeigt das Schema eines Wendegetriebes und Bild 606 das Schema eines Versuchsaufbaues.

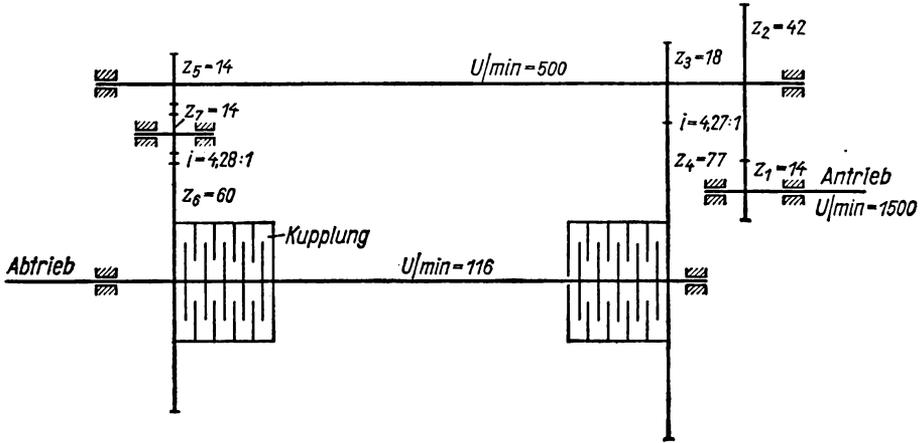


Bild 605. Schemazeichnung (Wendegerieb)

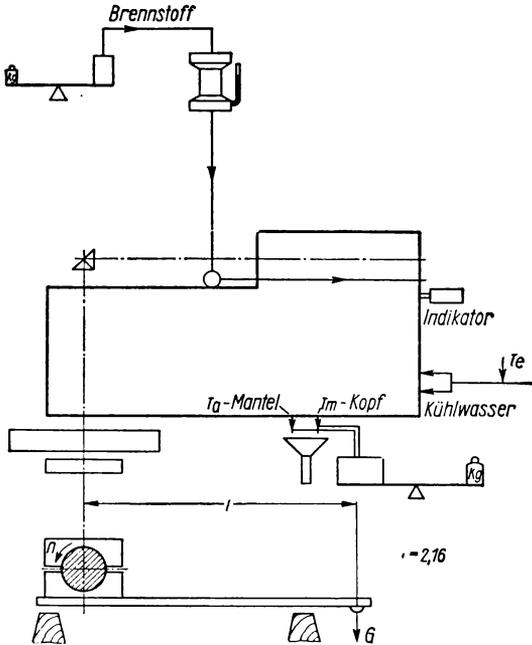


Bild 606. Schemazeichnung (Versuchsaufbau)

16.2.5. Optikzeichnungen

Die zeichnerische Darstellung, die Kennzeichnung und die Bemassung auf Optikzeichnungen sind nach den gültigen Regeln des technischen Zeichnens auszuführen. Abweichungen davon sind in den derzeit gültigen besonderen Standards festgelegt. Die Abweichungen gegenüber den üblichen Zeichnungen, z. B. in der Metallindustrie, sind bedingt durch die Eigenarten des Werkstoffes „Glas“ und durch besondere Bearbeitungs-, Prüf- und Meßmethoden der Optikfertigung.

Als besondere Abweichung sind die Oberflächenzeichen und -angaben und zusätzliche Kennzahlen zu nennen. Kennzahlen und Sinnbilder für Angaben in Optikzeichnungen zeigt Bild 607.

Die Darstellung eines Prismas zeigt Bild 608.

Kennzahlen und Sinnbilder für Angaben in Optikzeichnungen			
1/...	Zulässige Blasen	ohne Sinnbild	roh
2/...	Zulässige Schlieren		blank, durchsichtig
3/...	Zulässige Paßfehler		geschliffen, grob
4/...	Zulässige Zentrierfehler		geschliffen, mittel
5/...	Zulässige Oberflächenfehler		geschliffen, fein
	rückflächenverspiegelt		poliert, grob
	vorderflächenverspiegelt		poliert, mittel
	durchlässigverspiegelt		poliert, fein
	reflexionsgemindert	[Maß]	Rechnungsmaß

Bild 607. Kennzahlen und Sinnbilder für Angaben in Optikzeichnungen

16.2.6. Zeichnungen; Holzerzeugnisse, Holzteile

Zeichnungen für Holzerzeugnisse und Holzteile sind technische Zeichnungen für die Fertigung von Möbeln, Fenstern und Türen sowie Innenausbauarbeiten, Geräten und Bauteilen aus Holz.

Bei Zeichnungen für Holzerzeugnisse sind die gleichen Zeichenregeln wie im Maschinenbau anzuwenden. Lediglich die Schraffuren für Schnittflächen weichen davon ab. Einige Symbole und Angaben sind nach derzeit gültigem Standard abweichend vom Maschinenbau festgelegt. Bild 609 zeigt die Darstellung eines Regales in verkleinertem Maßstab.

16.2.7. Bauzeichnungen

Unter Bauzeichnungen sind alle zeichnerischen Darstellungen zu verstehen, die der Planung, der Herstellung und der Aufnahme von Bauwerken dienen. Die benötigten Richtlinien für die Anfertigung von Bauzeichnungen sind in dem momentan gültigen Standard

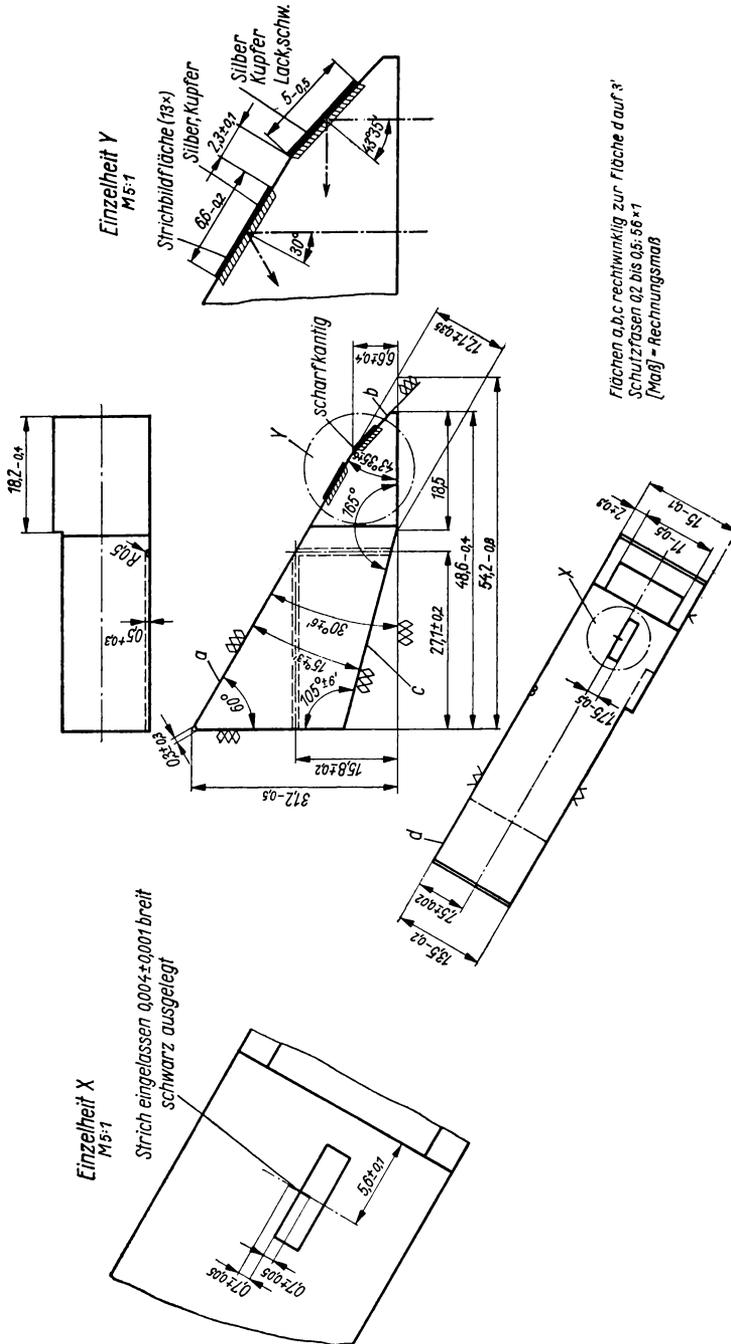


Bild 608. Darstellung eines Prismas (Optikzeichnung)

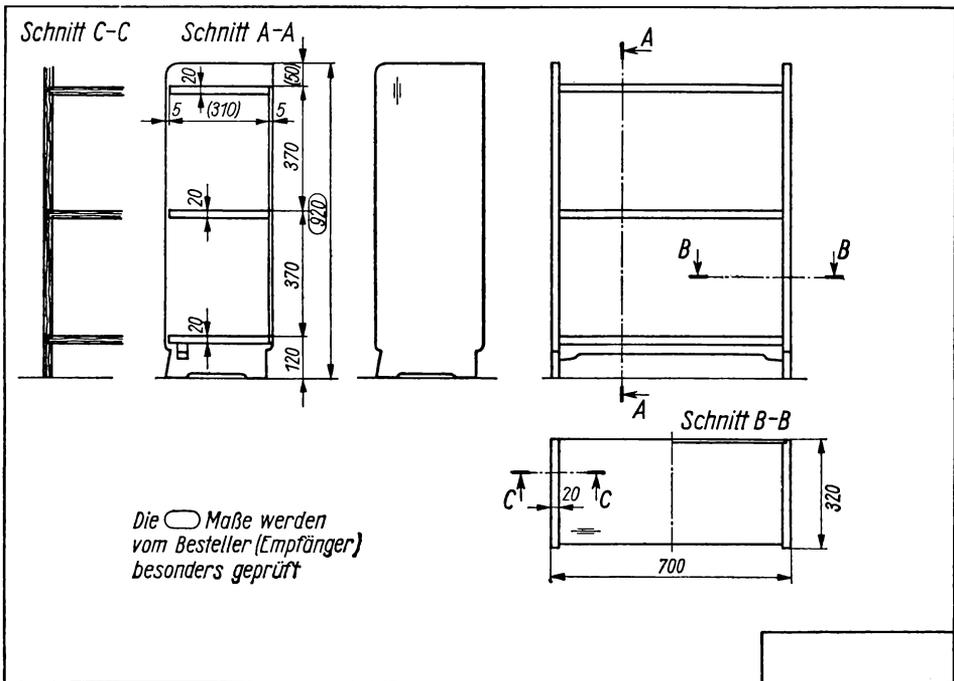


Bild 609. Fertigungszeichnung (Regal)

festgelegt. Sie weichen in erheblichem Maße von der Darstellungsweise des Maschinenbaues ab. Es sollte jedoch angestrebt werden, auch hier die individuelle Linie den Zeichenregeln des Maschinenbaues anzugleichen, um eine einheitliche Verständigung bei der Bearbeitung zu erreichen. Einige Ansätze sind bereits vorhanden, jedoch noch nicht Allgemeingut. So werden z. B. die Begrenzungen der Maßlinien in Bauzeichnungen mit Maßpfeilen, kurzen, unter 45° geneigten Strichen oder Punkten ausgeführt. Die Beschriftung ist in Art und Ausführung ebenfalls jedem Bearbeiter freigestellt. Bild 610 zeigt eine Bauzeichnung, bei der Maßpfeile verwendet wurden. Bild 611 zeigt die Darstellung eines Dachgeschosses und Bild 612 die Darstellung eines Kellergeschosses.

16.3. Schaltpläne

Schaltpläne zeigen die Anordnung einzelner Elemente sowie deren Verteilung und Zusammenwirken innerhalb einer Anlage.

Zur Darstellung werden standardisierte Schaltzeichen verwendet, sie kommen insbesondere in Anwendung bei Rohrleitungen, elektrischen Anlagen, hydraulischen Anlagen, pneumatischen Anlagen usw.

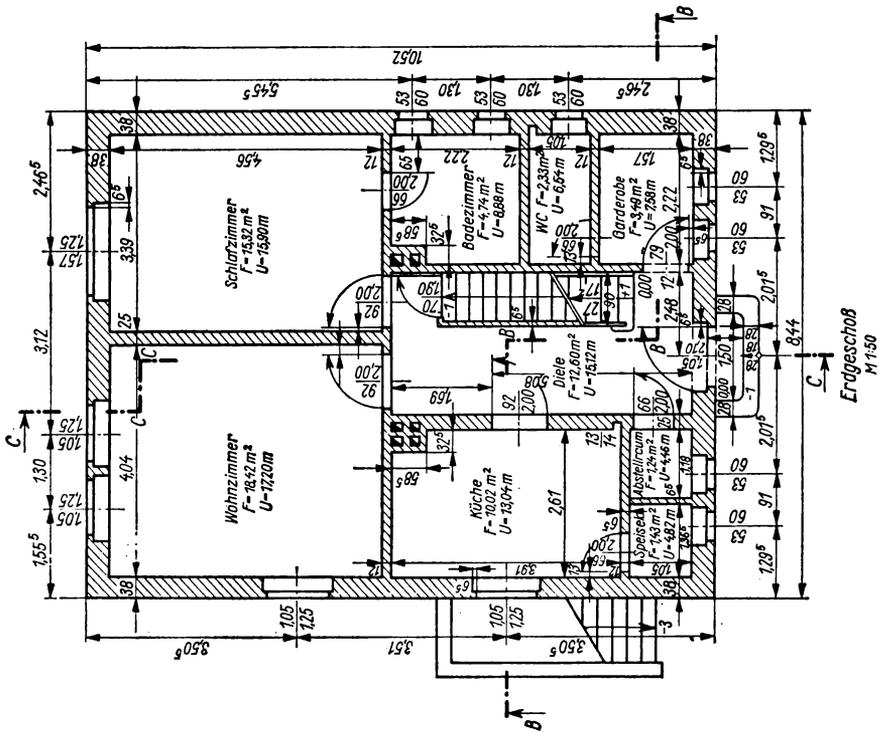
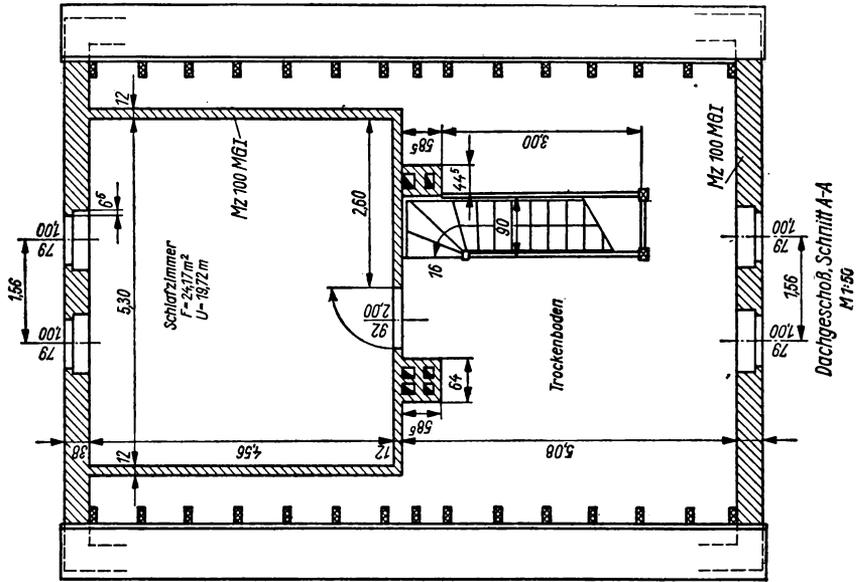
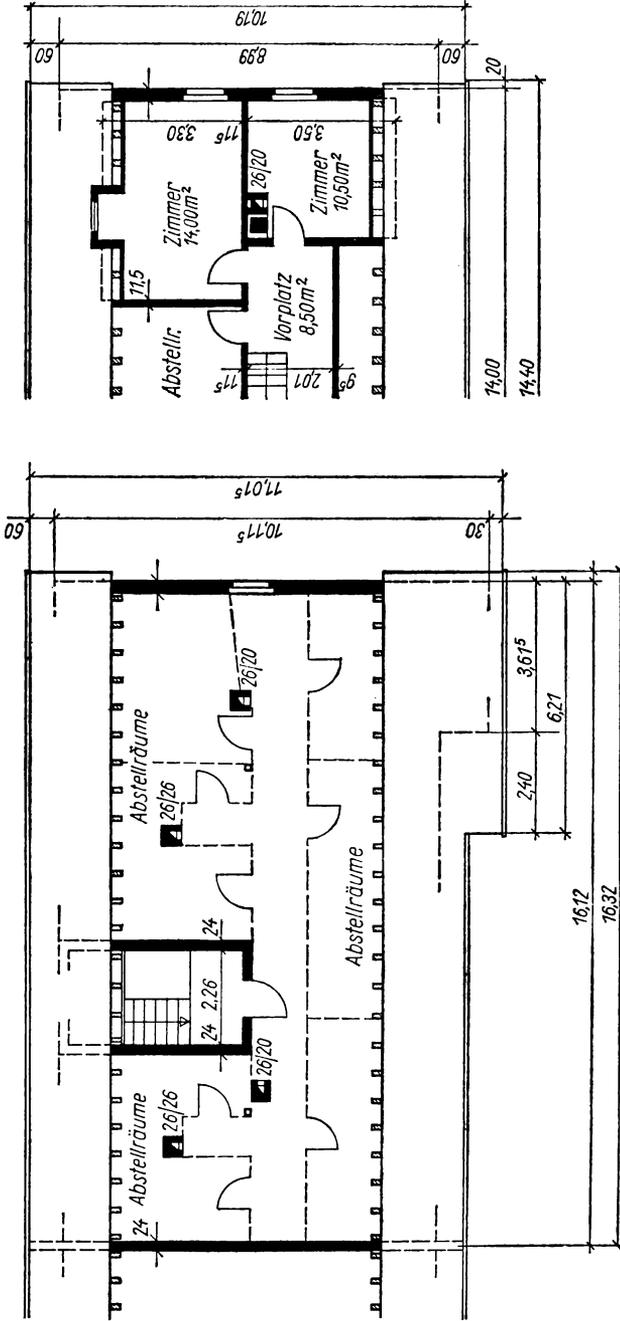


Bild 610. Bauzeichnung (Maßbegrenzung, Maßpfeile)



Dachgeschoss M 1:100

Ort, Datum, für die Zeichnung verantwortlich:

Ort, Datum, Bauherr:

Bild 611. Bauzeichnung (Maßbegrenzung, Siriche unter 45° geneigt)

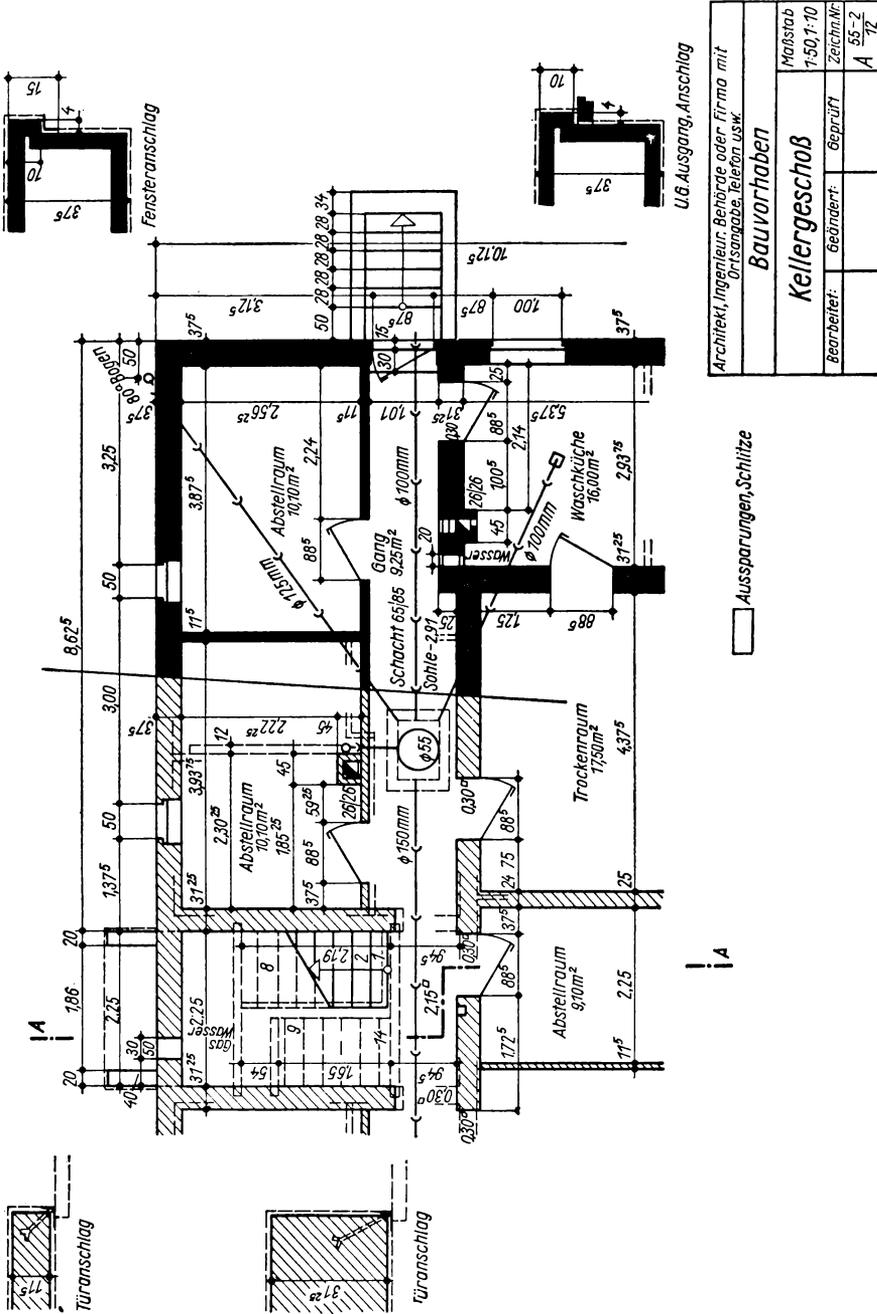


Bild 612. Bauzeichnung (Maßbegrenzung Punkte)

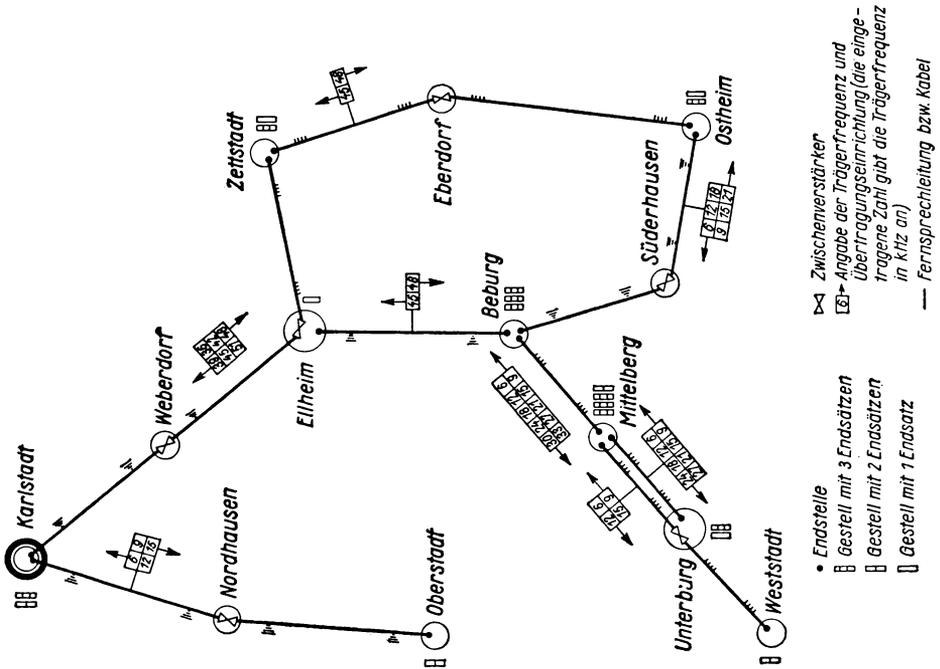


Bild 614. Leistungsplan einer Fernmeldeanlage

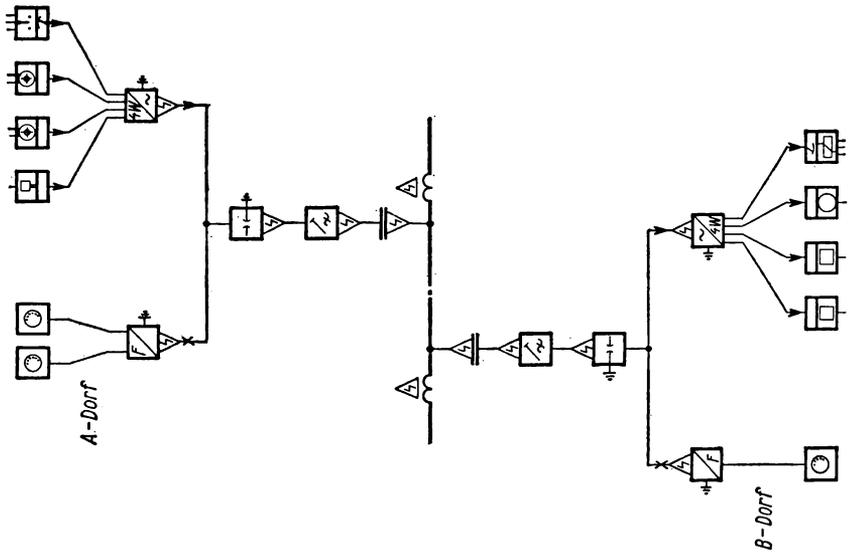


Bild 613. Schaltplan einer Fernmeldeanlage

Schaltzeichen für Elektrotechnik sind nach Standard festgelegt. Standardisierte Schaltzeichen für hydraulische Anlagen zeigt TGL 8672.

Bilder 613...616 zeigen verschiedene Leitungs- und Schaltpläne.

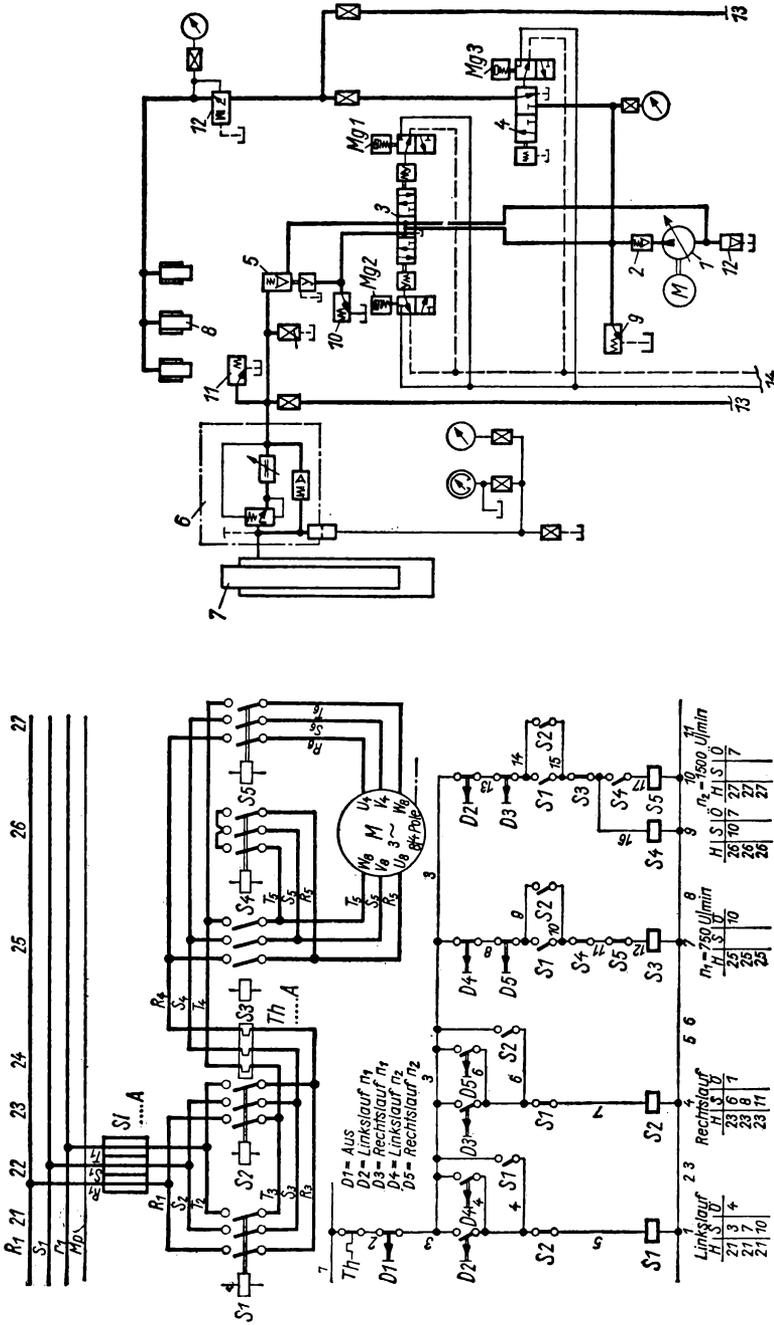


Bild 616. Hydraulik-Schaltplan

Bild 615. Elektro-Schaltplan

17. Anlage von Musterzeichnungen

Bild 617 Gehäusedeckel

Diese Zeichnung zeigt ein Gußteil in zwei Ansichten. Die Seitenansicht ist in Schnittdarstellung ohne Schnittangabe ausgeführt. Der Schnitt selbst ist verdreht angeordnet. Bei Platzmangel, z. B. durch Schriftfeld, kann, wenn keine Irrtümer entstehen können, die Darstellung abgebrochen werden.

Bild 618 Prismaplatte

Wie die Zeichnung zeigt, sollen bei der Konstruktion möglichst Vorzugsmaße nach TGL 8250 angewendet werden. Alle Maße für einen Fertigungsgang sollen an einer Stelle stehen, wie z. B. die Maße $\varnothing 10,5$; $\varnothing 17$ und $10,2$ der Senkung für die Befestigungsschrauben.

Bild 619 Flanschbuchse

Symmetrieschnitt wird ohne Schnittangabe dargestellt.

Bild 620 Schraubenradkranz

In der Seitenansicht ist ein Halbschnitt im unteren Teil dargestellt. Verzahnungsangaben einschließlich Schrägungswinkel sind anzugeben.

Bild 621 Schraubenrad

Diese Darstellung zeigt die Zusammenstellung der Teile der Bilder 619 und 620 als Untergruppe. Zusätzliche Maßangaben sind nicht erforderlich. Die Schraubenradkonstruktion wurde in zwei Teilen ausgeführt, um wertvolles Buntmetall einzusparen.

Bild 622 Motorwelle

Diese Darstellung zeigt die Anwendung der wesentlichsten Richtlinien für das Anfertigen von technischen Zeichnungen. Die Bemaßung des ISA-Steilkegels wurde im Ausbruch vorgenommen.

Bild 623 Gehäuse

Die Zeichnung zeigt ein Getriebegehäuse mit den verschiedenen Schnittdarstellungen.

Bild 624 Getriebe

In dieser Zusammenstellzeichnung (Gruppenzeichnung) sind die Teile mit Teilnummern versehen, die mit der lfd. Nummer der Stückliste übereinstimmen.

Bild 625 Gestell

In dieser Hauptgruppenzeichnung sind die einzelnen Teile eingezeichnet und mit Teilnummern bezeichnet. Dies wurde durchgeführt, da auf eine Unterteilung in Gruppen und Untergruppen verzichtet worden ist.

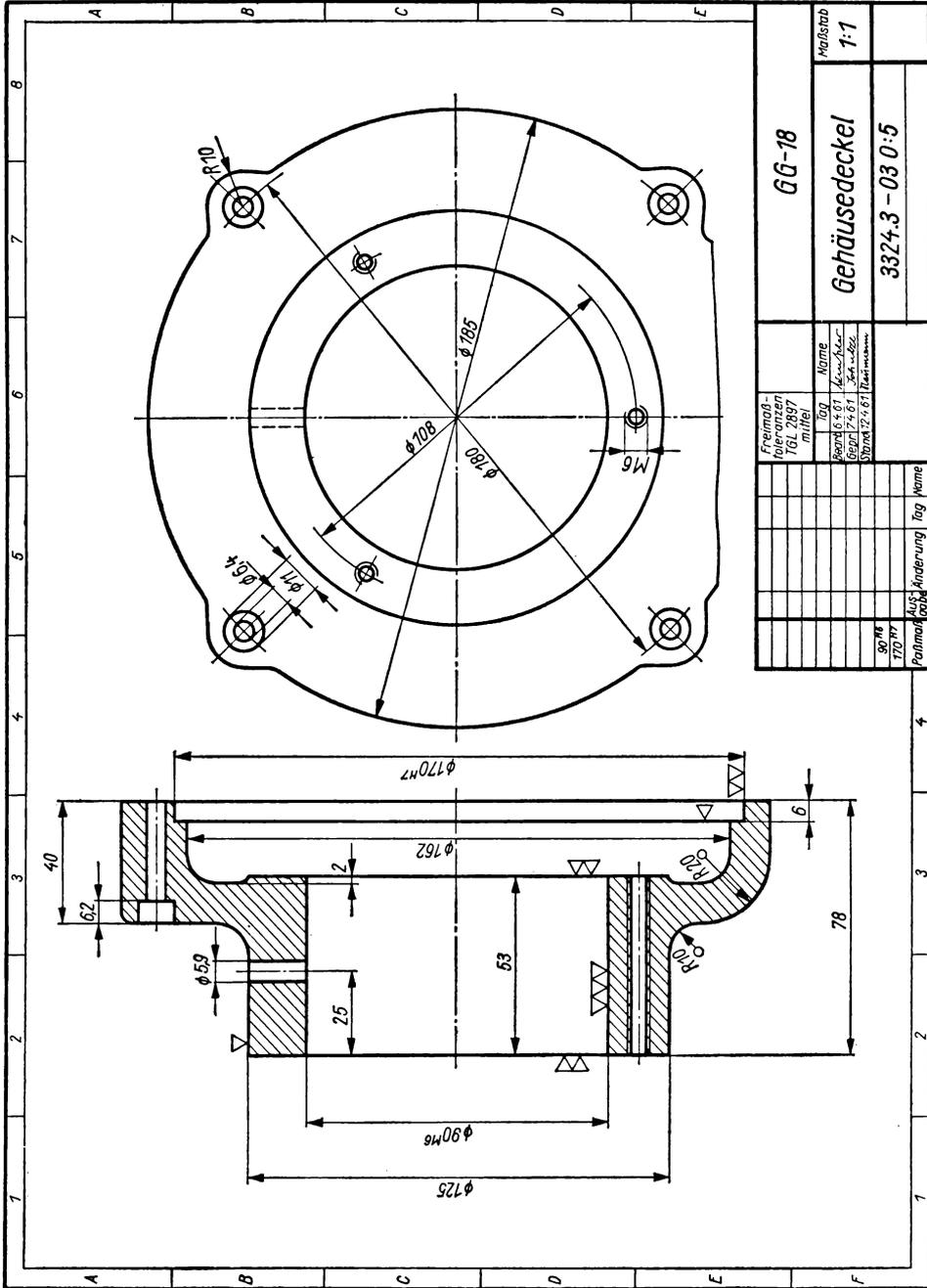


Bild 617. Gehäusedeckel

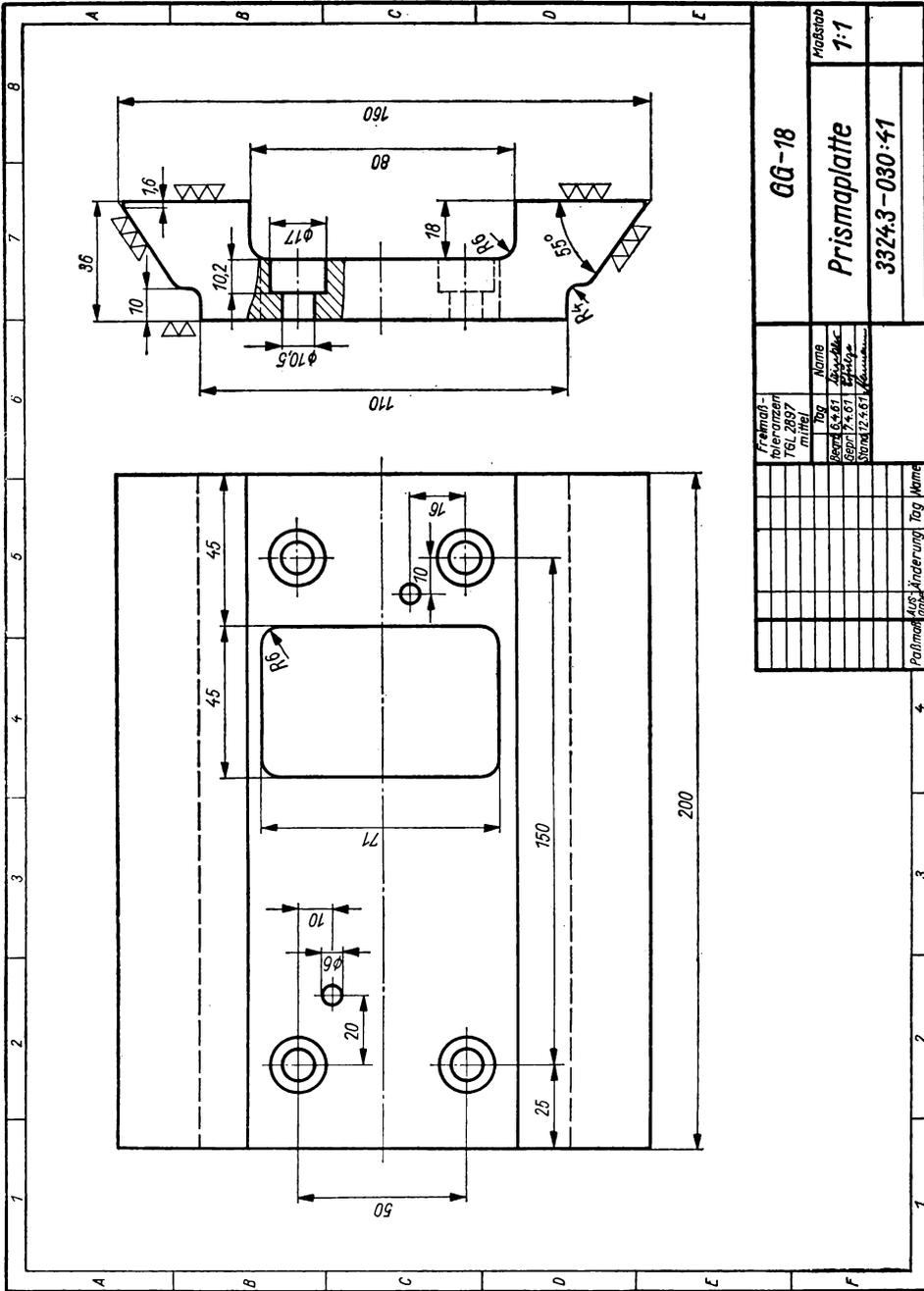


Bild 618. Prismaplatte

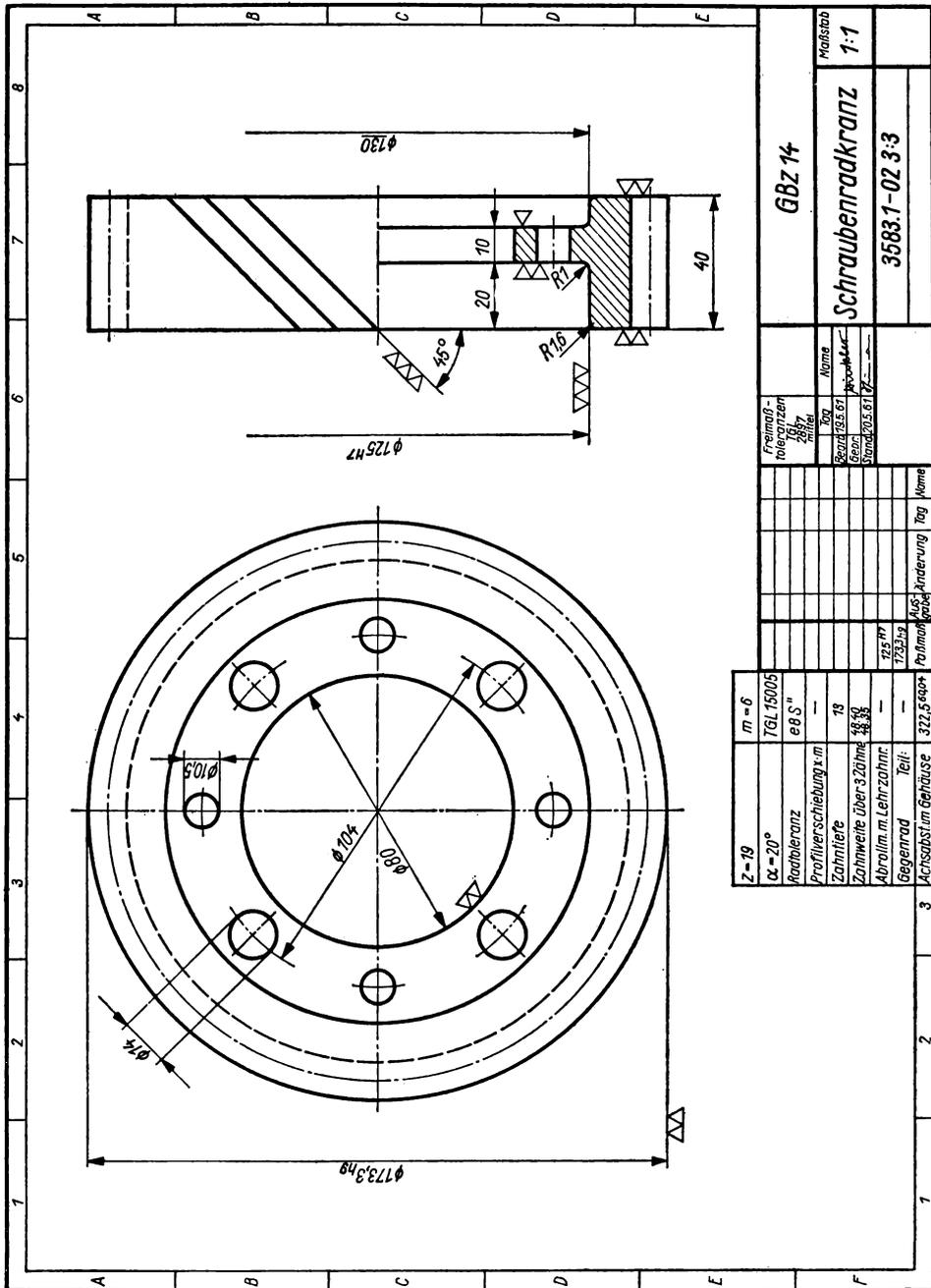
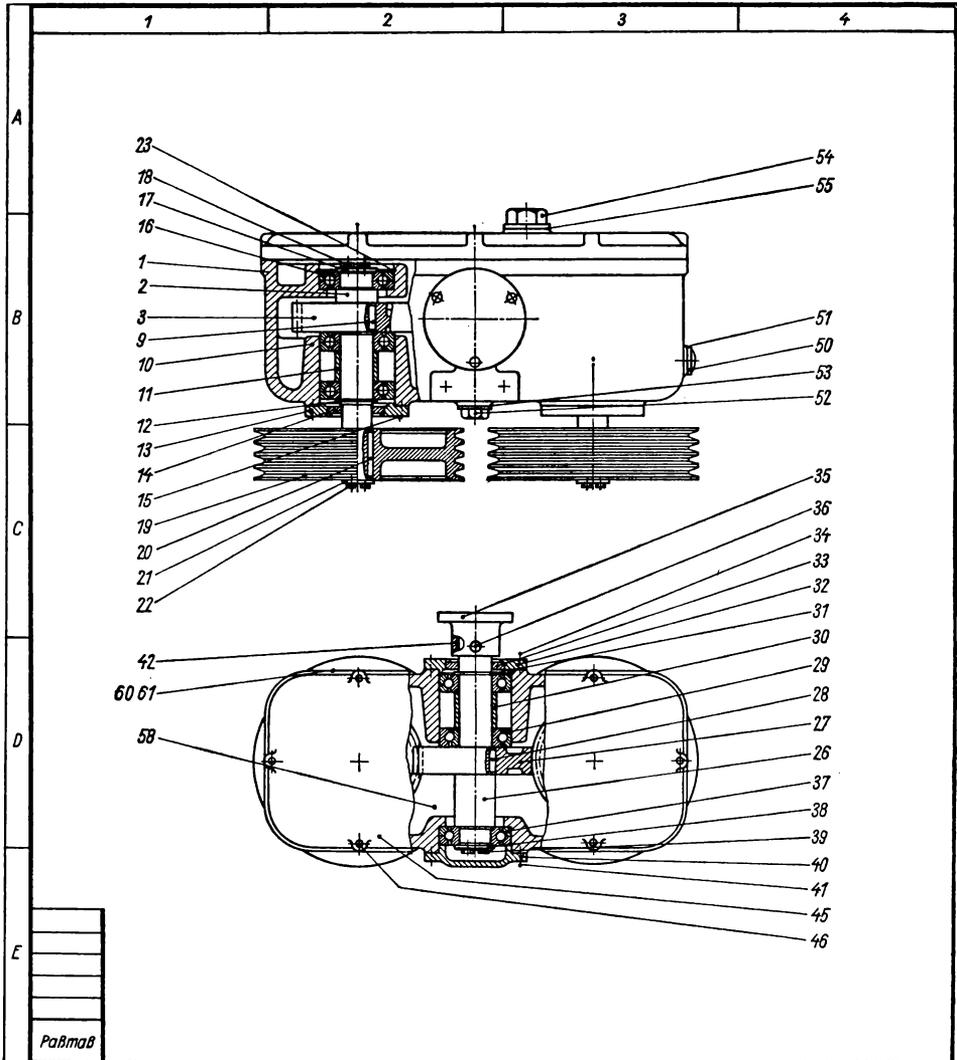


Bild 620. Schraubenradkranz



		Freimaßtoleranzen		—	
		Tag	Name	Getriebe	Maßstab 1:2,5
		Bearb. 19.5.61	<i>[Signature]</i>		
		Gepr. 2.7.61	<i>[Signature]</i>		
				3583.1-02 3	
Ausgabe	Änderung	Tag	Name		

Bild 624. Getriebe

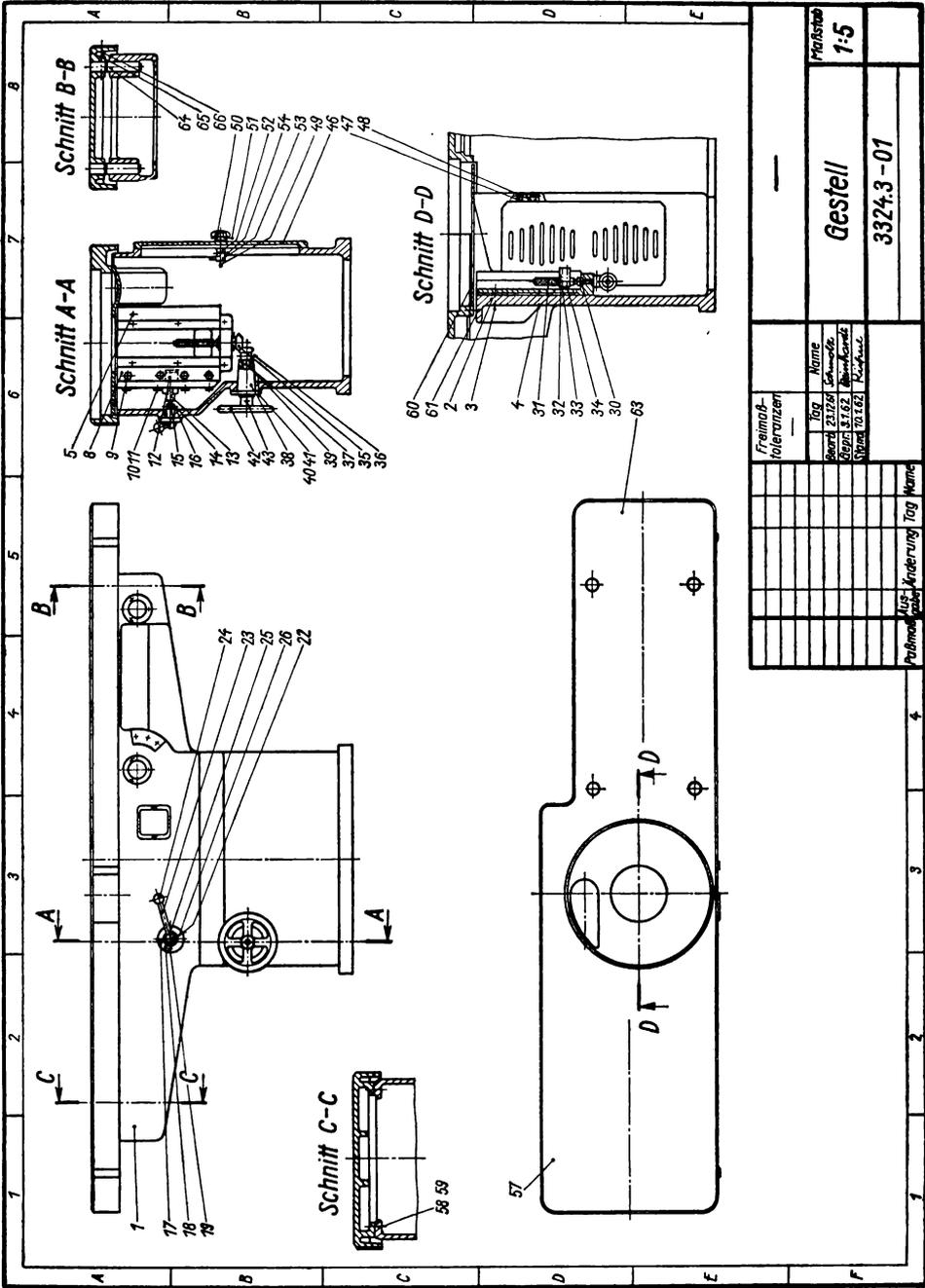


Bild 625. Gestell

18. Verzeichnis der für die zeichnerische Darstellung maßgebenden Standards

TGL 2897		Abweichungen für Maße ohne Toleranzangabe
TGL 5300		Wärmebehandlung von Metallen, Angaben auf Zeichnungen
TGL 8250		Vorzugsmaße
TGL 8275		ISA-Passungen
TGL 9727	Bl. 1	Zeichnungen; Darstellung allgemein
	Bl. 2	Zeichnungen; Maßstäbe
	Bl. 3	Zeichnungen; Maßeintragung
	Bl. 4	Schraffuren zur Kennzeichnung von Werkstoffen
	Bl. 5	Zeichnungen; Darstellung von Gewinden, Schrauben und Muttern
TGL 10600		Kegelverbindungen, Kegel
TGL 12900		Sinnbilder für Rohrleitungen
TGL 14904		Schweißtechnik, Terminologie
TGL 15103		Zeichnungen; Darstellung und Sinnbilder für Federn
TGL 15004		Modulreihe
TGL 15005		Bezugsprofil für Stirnräder und Kegelräder
TGL 15031		Zeichnungen; Darstellung und Sinnbilder für Zahn- und Kettentriebe
TGL 0-5		Zeichnungen; Axonometrische Projektionen
TGL 0-16		Schräge Schrift für Zeichnungen
TGL 0-17		Gerade Schrift für Zeichnungen
TGL 0-30		Zeichnungen; Vereinfachung für Kleindarstellungen
TGL 0-75		Senkungen für Schrauben
TGL 0-76		Gewindeausläufe, Gewinderillen, Gewindeenden
TGL 0-78		Schraubenenden, Schraubenüberstände
TGL 0-140		Zeichnungen; Oberflächen
TGL 0-250		Rundungen
TGL 0-323		Vorzugszahlen
TGL 0-332		Zentrierbohrungen
TGL 0-407		Sinnbilder für Niete
TGL 0-476		Formate
TGL 0-509		Freistiche
TGL 0-824		Zeichnungen; Faltung auf A 4 für Ordner
TGL 0-1451		Schriften, Groteskschriften
TGL 0-6771	Bl. 1	Zeichnungen; Vordrucke, Zeichnungsschriftfeld ohne Stückliste
0-6771	Bl. 2	Zeichnungen; Vordrucke, Stücklisten, Erläuterungen

Literaturnachweis

Das Grundwissen des Ingenieurs, VEB Fachbuchverlag Leipzig 4. Aufl. 1961

Kühnel/Winkler, Die Zeichnung im Maschinenbau, VEB Fachbuchverlag Leipzig 1956

Friedrich, Fr.: Standardgerechtes Konstruieren und Zeichnen, VEB Fachbuchverlag Leipzig 1963

Friedrich/Voigt, Handbuch für techn. Zeichner und Teilkonstruktoren, VEB Fachbuchverlag Leipzig 1962

Laskowski/John, Praktische Blechabwicklungen, VEB Fachbuchverlag Leipzig 1960

Bildquellennachweis

KOH-I-NOOR, L. & C. Hardtmuth, Budejovice, CRSR 1...3

Fa. E. O. Richter & Co., Karl-Marx-Stadt 24,25

VEB Meß- und Zeichengerätebau, Bad Liebenwerda 29...32, 526, 563

VEB (K) Schreibgerätewerk Markant, Singwitz/Bautzen 16, 17, 34

Meißner, Wie liest man techn. Zeichnungen, VEB Fachbuchverlag 1961, 610

TGL: 272, 274...278, 281, 282, 295...297, 310...313, 320...324, 331...333, 336, 337, 344, 345, 346,
349...351, 357...362, 375...379, 427, 448...475, 578...600

Sachwortverzeichnis

- Abbohrlöcher 162
- Abnahmmaße 133
- Abweichung für Maße ohne Toleranzangabe 269
- Abwicklung von Körpern 95
- Allgemeines 13
- Änderung, Ausführungen der 256
- , Kennzeichnung der 256
- Änderungsdienst 255
- Angenäherte Spirale 72
- Anordnung der Schnittflächen 121
- Ansichten 109
- Archimedische Spirale 71
- Aufradlinie 77
- Ausziehtusche 27

- B**auzeichnungen 283
- Bemaßung bei Gußteilen 169
- von Blechteilen 165
- – Stahlkonstruktionen 143
- Bemerkungen auf Zeichnungen 182
- Benennungen 181
- Biegehalbmesser bei Blechteilen 162
- Blattgrößen 31
- Blechteile, Bemaßung 165
- , Biegehalbmesser 162
- , Maßeintragung 162
- Bogenanschlüsse 59
- -maße 141
- Bruchdarstellungen 122

- D**arstellungen 109
- Darstellung zusammengesetzter Körper 117
- Dimetrische Projektion 91
- Draufsicht 109
- Drehteile, Maßeintragung 157
- Dreikantsäulen 111
- Durchdringungen 101
- , Anwendung 108
- Durchmesserzeichen 136

- E**bene 87
- Eilinie 66
- Einfache Darstellungen 109
- Einheiten 48
- Einsatzzirkel 20
- Eintragung von Toleranzen und Passungen 270
- Einzelheiten 124
- Einzelteilzeichnung 252

- E**llipse 17, 62
- Epi-Zykloide 77
- Ermittlung gestreckter Längen und Breiten 162
- Evolvente 74
- Evolventenverzahnung 81
- Expansionslinie 70
- Exponentialspirale 72

- F**adenlinie 75
- Fallnullenzirkel 22
- Faltung der Zeichnungen 36, 37
- Fasen 140
- Federdarstellungen 217
- Feldeinteilung 34, 35, 37
- Fläche 110
- Flächen, Kennzeichnung 125
- Fluchtperspektive 89
- Fotokopien 263
- Freimaßtoleranzen 180, 269
- Freistichangabe 153
- Fundamentzeichnungen 281

- G**emeine Zykloide 75
- Geometrische Grundkonstruktionen 52
- Gerade 86, 111
- Gewinde, Sinnbilder 194
- -auslauf 194
- -bemaßung 192
- -darstellungen 188
- -rillen 194
- Grundkonstruktionen 52
- -regeln des techn. Zeichnens 38
- Gußteile, Bemaßung 169

- H**albmessereintragung 135
- Halbschnitt 119
- Härtegrade von Zeichenstiften 14
- Hauptgruppenzeichnung 252
- Hauptzeichnung 252
- Herzlinie 77
- Hilfskugelkonstruktion 107
- Hirth-Verzahnung 229
- Hüllkonstruktion 67
- Hyperbel 69
- Hypo-Zykloide 78

- I**nradlinie 77
- ISA-Passungen 264
- Isometrische Projektion 90

- Kardioid** 77
Kegel 114, 144
 – -federn 217
 – -räder 225
 – -schnitte 114
Keile 184
Kennummer 254
Kennzeichnung von Flächen 125
Kerbverzahnung 229
Kettenmaße 139
 – -räder 229
Klammermaße 135
Klemmstift 13
Kompressionslinie 70
Kordel 149
Körper 110
 –, zusammengesetzte 117
 – -darstellungen 110
Kreis 62
 – -teilungen 141
Kugel 116
 –, Abwicklung 117
 – -bemaßung 136
 – -spitzfedern 29
Kurvenkonstruktionen 62
 – -lineale 17
Kurzzeichen 48
- Lichtpauserei** 261
Lichtpausverfahren 262
Lineator 28
Linie 110
Linien 38
Lochteilungen 140
Logarithmische Spirale 72
- Maßeintragung** 127
 – bei Blechteilen 162
 – – Drehteilen 157
 – – Schmiedestücken 167
 – -hilfslinien 127
 – -linien 127
 – -pfeile 131
 – -stäbe 41
 – -zahlen 132
Minenspitzer 13
Modellzeichnungen 277
Musterzeichnungen 291
- Neigungen** 144
Niete 204
Nietverbindungen 204
Normschrift 41
- Oberflächenangaben** 170
 – -arten 173
 – -güte 173
 – -zeichen 173, 256
 –, Eintragung 175
 –, Größe und Anordnung 174
Optikzeichnungen 283
Ordnungsnummer 254
Ortho-Zykloide 75
Oval 65
- Papierformate** 31
Parabel 66
Parallelprojektion 90
Paßfedern 184
Paßsystem 267
Passungen, Eintragung 270
Patentzeichnungen 281
Pausleinen 31
Peri-Zykloide 78
Perspektive 89
Preßschweißen 207
Prisma 96, 111
Projektionen der Ebene 87
 – – Geraden 86
 – des Punktes 86
Projektion 88
Projektionszeichen 85
Punkt 86, 109
Pyramide 113
- Radiermesser** 28
 – -pinsel 28
Radlinien 75
Rändel 149
Rechtecksäulen 111
Redisfedern 29
Regelmäßige Vielecke 56
Reißbrettstifte 26
 – -federn 23
 – -schienen 15
Röhrchenfedern 18
Rohteilzeichnungen 277
Rollkreislinien, Anwendung 79

- Runde Flächen 125**
Rundungen 126
- Sägeblätter 229**
Schaltpläne 285
Scheibenfedern 184
Schemazeichnungen 281
Schlüsselweiten 125
Schmelzschweißen 207
Schmiedestücke, Maßeintragung 167
Schmirgelbrett 29
Schnecke 229
Schneckenräder 229
Schnittdarstellungen 118, 122
 – -flächen 121
 –, Schraffur 122
 – -verlauf 119
Schraffuren 178
Schrauben, Senkungen 202
 – -darstellungen 188, 195
 – -linie 74
Schreibfedern 29
Schriffeld 180
 – -schablonen 18
Schweißgruppenzeichnungen 277
 – -verbindungen 206
Sechskantsäulen 111
Seitenansicht 109
Senkungen für Schrauben 202
Sinnbilder 184
Sinuslinie 73
Skizzen 235
Sonderzeichnungen 277
Sperräder 229
Spiegelbildzeichnungen 277
Spiralen 71
Stahlkonstruktionen, Bemaßung 143
Standardteile 184
Stangenzirkel 22
Stechzirkel 21
Stirnräder 223
Strahl 111
Strakmaße 130
Strecke 111
Streifenformate 32
Stückliste 239
Symmetrieschnitt 119
- Teilschnitt 119**
 – -zeichnungssystem 238
 – -zirkel 21
- Tellerfeder 222**
Toleranzen 264, 268
 –, Eintragung 270
Toleranzsystem 264
Trimetrische Projektion 95
Tuschefüllhalter 19
- Untergruppenzeichnung 252**
- Verjüngungen 144**
Verzahnungen 229
Vielecke 56
Vierkantflächen 125
Vollschnitt 118
Vorderansicht 109
Vorzugsmaße 45
 – -zahlen 45
- Wahre Größe 99**
 – Länge 98
 – Winkel 101
Wärmebehandlung 155
Werkstattzeichnungen 118, 238
Werkstoffangaben 178
Winkel 111
 – -messer 17
- Zahnflanken, Konstruktion 79**
 – -raddarstellungen 222
Zeichenbogen 30
 – -dreiecke 16
 – -folie 31
 – -formate 31
 – -geräte 13
 – -hilfsmittel 26
 – -kopf 24
 – -maschinen 24
 – -maßstäbe 27
 – -papiere 30
 – -regeln für Werkstattzeichnungen 118
 – -schablonen 19
 – -stifte 13
 – -vordrucke 30, 37
Zeichnungen; Holzzeugnisse, Holzteile 283
 –, Vervielfältigungen 261
Zeichnungsarten 236
 – -ausgabe 261
 – -benummerung 252
 – -karte 260
 – -kartei 260

Zeichnungsnachweiskarten 260

- -nummer, Gliederung 252
- -registratur 260
- -satz 248
- -systeme 238
- -verwaltung 260

Zellglasband 27**Zentralprojektion 89****Zentrierbohrungen 149****Zerschneidesysteme 238****Ziehfedern 29****Zirkel 20****Zusammengesetzte Körper 117****Zusatzformate 31****Zusatzzeichnungen 227****Zuschnittskizzen auf Zeichnungen 162****Zykloiden 75**

- -verzahnung 79

Zylinder 95, 97, 112

- -schnitte 112