

**Lehrmittel für gewerbliche Berufsschulen**

Herangegeben von

**Professor Horstmann**

Ministerialrat in Berlin

**Professor Hecker**

Oberregierungs- u. Gewerbeschulrat in Kassel

**Oberschulrätin Fuhr**

in Berlin

Hef 3

# **Sachkunde**

**für Maschinenbauerklassen  
an gewerblichen Berufsschulen**

**II. Teil: Arbeitskunde**

Von

**Otto Stolzenberg**

Vierte Auflage



**Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH**

# Lehrmittel für gewerbliche Berufsschulen

Herausgegeben von Ministerialrat Prof. R. Horstmann, Oberreg.- und Gewerbeschulrat  
Prof. W. Hecker und Oberschulrätin G. Fuhr

- Heft 1: Rechenbuch für Maschinenbauerklassen an gewerblichen Berufsschulen.** Von Gewerbeschulrat K. Uhrmann u. Dir. Ing. F. Schuth. 5. Aufl. Mit 136 Fig. Kart. M. 1.60
- Heft 2/4: Fachkunde für Maschinenbauerklassen an gewerblichen Berufsschulen.**  
Teil I: Rohstoffkunde. Von Gewerbeschulrat K. Uhrmann und Dir. Ing. F. Schuth. 5. Aufl. Mit 116 Abb. im Text u. auf 4 Tafeln. Kart. M. 1.20. Teil II: Arbeitskunde. Bearb. von Dir. Ing. O. Stolzenberg. 4. Aufl. Mit 104 Abb. Teil III: Kraftmaschinen. Von Gewerbeschulrat K. Uhrmann und Dir. Ing. F. Schuth. 3. Aufl. Mit 108 Abb. Kart. M. 1.60. Ausgabe für die Praxis: Teil 1—3 zusammengebunden. M. 4.40
- Heft 5: Buchstabenrechnen für Maschinenbauerklassen an gewerblichen Berufsschulen, für Werkschulen und verwandte niedere Fachschulen der Maschinenindustrie.** Von Studienrat Dipl.-Ing. Prof. Dr. S. Jakobi und Maschinenbauschullehrer A. Schlie. 2. Aufl. [Erscheint Oktober 1925.]
- Heft 6: Fachrechnenaufgaben für Maschinenbauer.** Von Dir. Ing. O. Stolzenberg. Mit 44 Abb. im Text. Kart. M. —70
- Heft 7/8: Fachkunde f. Mechanikerklassen.** Teil I: Rohstoffkunde. Von Ob.-Ing. R. Müller. Mit 15 Abb. Kart. M. 1.—. — Teil II: Arbeitskunde. [In Vorb. 1925.] Teil III: S. Heft 10.
- Heft 9: Fachkunde für Schneiderklassen.** Ausgabe A: Rohstoff- und Arbeitskunde. Von Gewerbeoberlehrer H. Nergel. 2. Aufl. Mit 75 Abb. Kart. M. 2.20. Ausgabe B: Fachkunde für Schneiderinnenklassen. Von Gewerbeoberlehrer H. Nergel und Gewerbeoberlehrerin Giesler [Erscheint Ende 1925.]
- Heft 10: Fachkunde für Mechanikerklassen.** Teil III: Apparate und Instrumente. Von Dir. Fölmel. [In Vorb. 1925.] Teil I und II: Siehe Heft 7/8.
- Heft 11/13: Modellieren und Ergänzungszeichnen für Maschinenbauer-, Mechaniker- u. Werkzeugmacherklassen an gewerblichen Berufsschulen** Teil I: Unterstufe. V. Gewerbeoberlehrer H. Leben u. Berufsschuldir. H. Seidel. 2. Aufl. Mit 11 Abb. 1. T. u. 32 Tafeln. Kart. M. 1.80. Teil II: Mittelstufe. Von Gewerbeoberl. H. Leben u. Prof. Dipl.-Ing. F. Schindler, Leiter des staatl. Gewerbelehrersems. zu Berlin. Mit 7 Abb. im Text u. 30 Tafeln. Kart. M. 1.80. Teil III: Oberstufe. Von Gewerbeoberl. H. Leben und Prof. Dipl.-Ing. F. Schindler, Leiter des staatl. Gewerbelehrersems. zu Berlin. Mit 6 Werkstattzeichnungen. Kart. M. 1.80
- Heft 14: Rechenbuch für Bauschlosserklassen** an gewerblichen Berufsschulen. Von Fachlehrer W. Bonnemann u. Dir. Ing. F. Schuth. Mit 140 Figuren. Kart. M. 2.—
- Heft 15: Zeichen- und Modellierungen zur Entwicklung des räumlichen Vorstellungsvermögens für gewerbliche Berufsschulen.** Von Oberreg.- u. Gewerbeschulrat Prof. W. Hecker u. Kommiss. Reg.- u. Gewerbeschulrat Dipl.-Ing. G. Gabel. 9 Mappen mit je 11 Blatt. Jede Mappe M. 1.20 Die Blätter sind auch einzeln lieferbar.
- Heft 16 a u. b: Modellieren und Fachzeichnen in Bauschlosserklassen** unter besonderer Berücksichtigung der Fachkunde. Von Gewerbeoberlehrer H. Leben und Fachlehrer W. Bonnemann. In 2 Teilen. [U. d. Pr. 1925.]
- Heft 17: Lehr- und Aufgabenbuch der Geometrie.** Von E. Grünbaum u. G. Wiegner. Ausgabe A: Grundbegriffe und Grundlehren der Planimetrie u. Stereometrie für gewerbliche Lehranstalten (Berufs- u. Fachschulen). Bearbeitet von Oberstudienrat Prof. Dr. G. Wiegner. Mit 164 Fig. im Text. Kart. M. 2.—
- Heft 18/20: Fachkunde und Fachrechnen für Elektriker.** Teil I: Fachrechnen für Elektrikerklassen an Berufsschulen und für Fortbildungskurse. Von Ing. u. Gewerbeoberlehrer W. Blatzheim, Gewerbeschulrat K. Uhrmann und Dir. Ing. F. Schuth. Mit 10 Fig. Kart. M. 2.40. Teil II: Fachkunde u. Fachrechnen für Elektriker in den Oberstufen der Berufsschulen u. Meisterkursen. Von Ing. u. Gewerbeoberl. W. Blatzheim. [Erscheint Ende 1925.] Teil III: Materialkunde und Installation für Elektrikerklassen an Berufsschulen und für Fortbildungskurse. Von Ing. u. Gewerbeoberlehrer W. Blatzheim. [Erscheint Ende 1925.]
- Heft 21/23: Fachkunde für Holzarbeiterklassen an gewerblichen Berufsschulen.**  
Teil I: Rohstoffkunde. Von Oberinspektor Studienprof. J. Großmann u. Fachhauptlehrer F. Steininger. 3. Aufl. Mit 59 Abb.  
Teil II: a) Verbindungslehre für Tischler. Von Architekt u. Fachlehrer Prof. H. Groth. 2. Aufl. Mit 35 Textabb. u. 35 Tafeln. Kart. M. 1.40. b) Oberflächenbehandlung des Holzes. Von Oberinspektor Studienprof. J. Großmann. [Erscheint Ende 1925.]  
Teil III: Werkzeuge und Maschinen. Von Oberinspektor Studienprof. J. Großmann und Fachhauptlehrer F. Steininger. 2. Aufl. Mit 228 Abb. Kart. M. 1.40
- Heft 24: Rechenbuch für Holzarbeiterklassen.** Von Architekt und Fachlehrer Prof. H. Groth und Konrektor R. Ridder. [U. d. Pr. 1925.]
- Heft 25: Rechnen im Anschluß an d. Hauswirtschaft.** V. Dir. A. Bierther. Kart. M. 1.60
- Heft 26: Raumlehre im Anschluß an die Haus- und Feldwirtschaft.** Von Dir. A. Bierther. Mit 94 Abb. [Erscheint Oktober 1925.]
- Heft 30: Fachkunde für Lederverarbeitende Berufe.** Von Gewerbeoberlehr. H. Nergel u. Gewerbeoberl. R. Albrecht. Teil I: Rohstoffkunde. Mit 26 Abb. Kart. M. 1.40
- Heft 34/36: Fachkunde für Bauhandwerker.** Teil I: Stoffkunde für Maurer. Von Studienrat Dipl.-Ing. U. Wekwerth. Teil II: Verbandslehre für Maurer. Von Oberstudienrat Prof. Machmar. Teil III: Verbandslehre für Zimmerer. Von Oberregierungs- und Gewerbeschulrat Prof. W. Hecker.

# Lehrmittel für gewerbliche Berufsschulen

Professur Horstmann  
Ministerialrat in Berlin

Herausgegeben von  
Professur Hecker  
Oberregierungs- u. Gewerbeschulrat in Kassel

Oberschulrätin Suhr  
in Berlin

Hef 3

## Sachkunde für Maschinenbauerklassen an gewerblichen Berufsschulen

II. Teil: Arbeitskunde

von

Studiendirektor

Ing. Otto Stolzenberg

Direktor der Gewerbeschule und der gewerblichen  
Berufsschule zu Charlottenburg

Vierte Auflage

Mit 403 Abbildungen



Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH 1925

ISBN 978-3-663-15433-4      ISBN 978-3-663-16004-5 (eBook)  
DOI 10.1007/978-3-663-16004-5

**Alle Rechte, einschließlich des Übersetzungsrechts, vorbehalten**



## Dorwort zur ersten Auflage.

Vorliegender Leitfaden soll dazu dienen, die Arbeit in der gewerblichen Berufsschule fruchtbringender zu gestalten. Er soll das zeitraubende Diktieren überflüssig machen, den Schüler aber auch zum Nachdenken über seine Werkstattarbeit veranlassen. Aus diesem Grunde bringt das Buch nicht nur die wichtigsten Tatsachen aus der Arbeitskunde, sondern auch nach Möglichkeit eine gemeinverständliche Begründung der einzelnen Vorgänge. Hierbei ist besonderer Wert auf zeitsparende, neuzeitliche Arbeitsverfahren gelegt. Die zahlreichen, zum großen Teil aus dem im gleichen Verlage erschienenen Stolzenberg, Maschinenbau II entnommenen Abbildungen und Skizzen werden das Geschriebene unterstützen.

Charlottenburg, im April 1921.

Der Verfasser.

## Dorwort zur vierten Auflage.

Die vorliegende Auflage bringt abermals eine Reihe von Verbesserungen. Der Text wurde eingehend durchgesehen und der neueren Werkstattpraxis angepaßt. Eine größere Zahl von Abbildungen wurde durch bessere ersetzt, die Anzahl der Abbildungen selbst wurde erweitert.

Fast alle Abbildungen dieses Buches sind bei der Technisch-Wissenschaftlichen Lehrmittelzentrale Berlin NW 87, Siedingenstr. 24, als größtenteils farbige Diapositive erschienen, und ihre Benutzung wird sicherlich dazu beitragen, den Unterrichtserfolg zu vergrößern.

Einer Reihe von Firmen sei auch an dieser Stelle für Überlassung von Unterlagen gedankt: Robert Bosch, Stuttgart; Ludw. Loewe, Berlin; Schuchardt & Schütte, Berlin; Friß Werner, Berlin-Mariensfelde; Webo, Erkrath; Gebr. Böhringer, Göppingen; Wotanwerke, Chemnitz; Sondermann & Stier, Chemnitz.

Sachrechenaufgaben zu dem vorliegenden Stoff und zur Werkstoffkunde finden sich in Heft 6 dieser Sammlung.

Charlottenburg, im Sommer 1925.

Der Verfasser.

## II. Teil: Arbeitskunde.

	Seite
<b>1. Das Messen und die Meßwerkzeuge</b>	<b>1</b>
a) Allgemeine Meßwerkzeuge und ihre Anwendung	1
b) Sondermeßwerkzeuge	8
<b>2. Das Anreißen</b>	<b>21</b>
a) Anreißwerkzeuge, Hilfswerkzeug und Materialien zum Anreißen	21
b) Anreißbeispiele	23
c) Ersatz des Anreißens durch Schablonen und Vorrichtungen	26
<b>3. Biegen</b>	<b>28</b>
a) Arbeitsvorgang	28
b) Anwendung	28
<b>4. Ziehen, Drücken</b>	<b>29</b>
a) Ziehen	29
b) Drücken	31
<b>5. Die Spannbildung und das Trennen durch Meißeln, Sägen, Scheren, Stanzen, Lochen</b>	<b>31</b>
a) Die Spannbildung	31
b) Das Meißeln	32
c) Sägen	32
d) Scheren	33
e) Lochen und Stanzen	35
<b>6. Seilen, Schaben, Räumen und Nutzenziehen</b>	<b>39</b>
a) Seilen	39
b) Schaben	42
c) Räumen und Nutzenziehen	43
<b>7. Drehen</b>	<b>44</b>
a) Drehstähle	44
b) Aufspannen zum Drehen	50
c) Dreharbeiten	55
d) Drehbänke und ihre Wirkungsweise	63
<b>8. Schleifen</b>	<b>71</b>
a) Der Schleifvorgang	71
b) Aufspannen zum Schleifen	72
c) Schleifarbeiten	73
d) Schleifmaschinen	74
<b>9. Fräsen</b>	<b>76</b>
a) Die verschiedenen Fräser und ihre Wirkungsweise	76
b) Aufspannen der Fräser und der Werkstücke zum Fräsen	79
c) Fräsarbeiten	81
d) Fräsmaschinen	84
e) Der Teilkopf	86
<b>10. Bohren, Senten, Reiben</b>	<b>89</b>
a) Wirkungsweise der Bohrer, Senker, Reibahlen	89
b) Spannen des Werkzeuges und des Werkstückes	92
c) Bohr-, Sent- und Reibarbeiten	93
d) Bohrmaschinen	95
<b>11. Hobeln und Stoßen</b>	<b>99</b>
a) Hobel- und Stoßstähle und ihre Wirkungsweise	99
b) Aufspannen zum Hobeln und Stoßen	101
c) Hobelarbeiten und Stoßarbeiten	105
d) Hobelmaschinen u. Stoßmaschinen	105
<b>12. Zusammenstellungsarbeiten</b>	<b>109</b>
a) Vernieten	109
b) Verbindung durch Schrumpfen und Schwinden	112
c) Verstäften	113
d) Verbindung durch Keile	113
e) Verschrauben	115
f) Verbindung durch Löten	122

# 1. Das Messen und die Meßwerkzeuge.

## a) Allgemeine Meßwerkzeuge und ihre Anwendung.

Die Längeneinheit ist das Meter, ungefähr der 40 000 000. Teil des Erdumfanges, über die beiden Erdpole gemessen. Als internationales Urmaß dient ein Maßstab, der bei Paris aufbewahrt wird. Das deutsche Urmeter, das von der deutschen Normal-Eichungskommission in Berlin-Charlottenburg aufbewahrt wird, ist nach dem internationalen Urmeter hergestellt.

Der Maschinenbauer mißt nach Millimetern (1 mm = 1000 mm), häufig auch nach Zehntel-, Hundertstel- und Tausendstelmillimetern.

Den Zollstock aus Holz o. dgl. verwenden wir nur für ganz untergeordnete Messungen, weil er selten genau ist. Besser sind Stahlmaßstäbe mit Millimeter-, zuweilen auch englischer Zolleinteilung (1" gleich fast genau 25,4 mm). Haben wir große Maße zu nehmen, wie z. B. bei der Aufstellung von Maschinen oder beim Ausmessen von Werkstatträumen, so benutzen wir das Bandmaß (Abb. 1), das in einer Lederkapsel aufgerollt wird.

Zum Ausmessen von Kurven bedient sich der Kesselschmied der Meßscheiben oder Meßrädchen (Abb. 2), die er auf der zu messenden Kurve abrollt. Ist der Durchmesser der Scheibe z. B. 159,25 mm, so ist der Umfang = Durchmesser  $\times \pi = 159,25 \cdot 3,14 = 500$  mm.

Mit der Schublehre (Abb. 3) können wir Zehntelmillimeter ablesen. Der Schieber, der bewegliche Teil der Schublehre, enthält zu diesem Zweck einen Nonius. Dieser enthält als Maß 9 mm. Diese 9 mm

sind aber in 10 Teile geteilt. Jeder Teil ist also um  $\frac{1}{10}$  mm kleiner als 1 mm. Wir üben uns im Gebrauch der Schublehre, indem wir zunächst nur ganze Millimeter von dem festen Lineal der Schublehre ablesen. Abgelesen wird an der Stelle, wo der erste Strich des Nonius, das ist der Nullstrich, mit einem Strich des festen Lineals übereinstimmt. Der folgende Strich des Nonius begrenzt den 1. Teil, der nachfolgende den 2. uff. Stimmt nicht der Nullstrich, sondern z. B. erst der darauffolgende siebente Teilstrich des Nonius mit einem Strich des festen Lineals über-

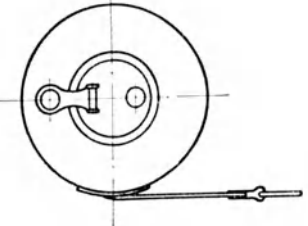
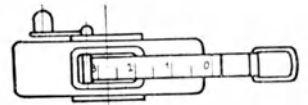


Abb. 1. Bandmaß.

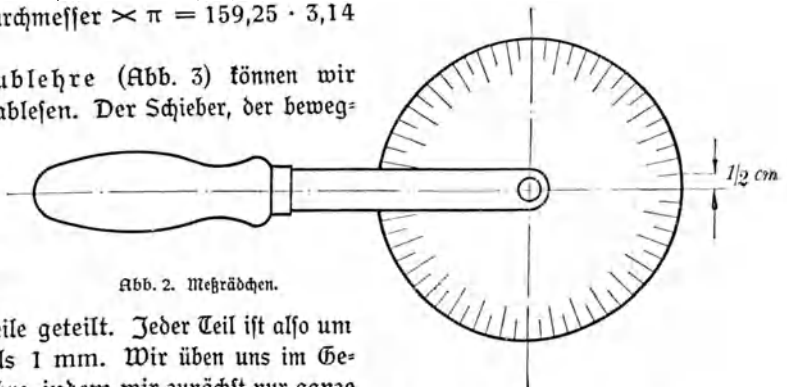


Abb. 2. Meßrädchen.

ein, so sind zu dem aufgedeckten Maß des festen Lineals noch  $\frac{7}{10}$  mm hinzuzuzählen. Abb. 3 zeigt z. B. das Maß 58,7 mm.

In ähnlicher Weise können wir mit einer Schublehre mit Zolleinteilung messen. Das feste Lineal hat als kleinste Maßeinheit  $\frac{1}{16}$ ". Auf den Nonius sind  $\frac{7}{16}$ " übertragen und in 8 gleiche Teile geteilt. Jeder Noniusteil ist also um den 8. Teil von  $\frac{1}{16}$ " =  $\frac{1}{128}$ " kleiner geworden. Wir können also mit dieser Schublehre  $\frac{1}{128}$ " ablesen. Die Abb. 4—9 zeigen verschiedene Einstellungen der Schublehre.

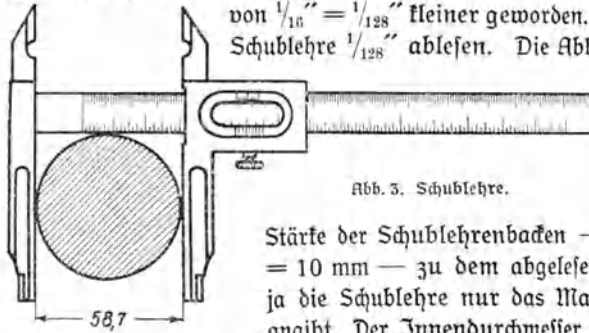


Abb. 3. Schublehre.

Haben wir mit der Schublehre Innendurchmesser zu messen, so müssen wir die Stärke der Schublehrenbecken — in der Regel zusammen = 10 mm — zu dem abgelesenen Maß hinzuzählen, weil ja die Schublehre nur das Maß zwischen den Schenkeln angibt. Der Innendurchmesser nach Abb. 10 ist also nicht

26,5, sondern 36,5 mm.

Die Schraublehre oder Mikrometerschraube (Abb. 11) ermöglicht es uns, noch genauer zu messen. Wir können Hundertstelmillimeter ablesen. Der Meßteil der Mikrometerschraube ist eine Spindel mit Feingewinde, mit der eine Mantelhülse verbunden ist. Beim Messen schrauben wir die Spindel in die Innenhülse, in der sich die Mutter zu dieser Schraube befindet, hinein. Wir wollen annehmen, unsere Spindel habe ein Gewinde mit  $\frac{1}{2}$  mm Steigung. Das heißt, bei jeder vollen Umdrehung schraubt sich die Spindel um  $\frac{1}{2}$  mm hinein oder heraus, je nach der Drehrichtung.

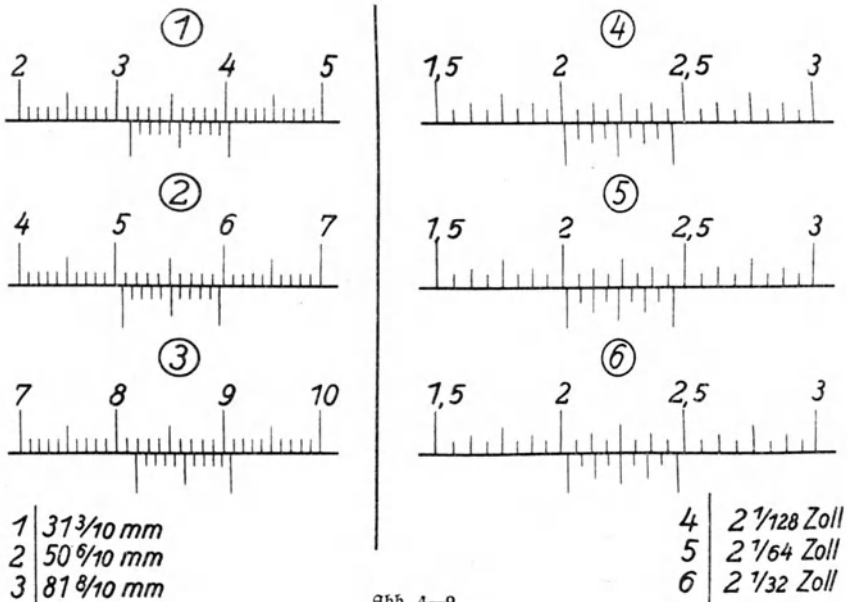


Abb. 4—9.

Nun ist die Innenhülse in ganze und halbe Millimeter, die schräge Fläche der Mantelhülse in 50 Teile geteilt. Die Drehung um 1 Teilstrich bedeutet also Hebung oder Senkung der Spindel um den 50. Teil der ganzen Steigung, d. i. der 50. Teil von  $\frac{1}{2} \text{ mm} = \frac{1}{100} \text{ mm}$ . Wir lesen Einstellungen der Schraublehre nach Abb. 12 bis 14 ab. Da sich das Werkzeug infolge der Handwärme ausdehnt und dann ungenaue Maße angibt, empfiehlt es sich, den Bügel mit einem Seidenlappen zu umwickeln, der ein schlechter Wärmeleiter ist.

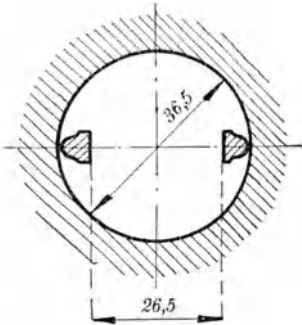


Abb. 10. Innenmessen.

Tiefenlehren (Abb. 15) benutzen wir ähnlich wie eine Schublehre zum Messen der Tiefen von nicht durchgehenden Löchern, Nuten u. dgl.

Haben wir Maschinenteile wie Lager, Kurbelzapfen, Wellen auszurichten, Werkzeugmaschinen aufzustellen

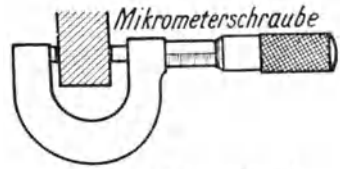


Abb. 11. Mikrometerschraube.

oder Richtarbeiten auszuführen, so müssen wir häufig mit Wasserwagen arbeiten. Die Wasserwage (Abb. 16) enthält entweder eine gebogene oder eine zylindrische Glasröhre, die Libelle, deren Innenwand z. T. zu einer tonnenförmigen Fläche ausgeschliffen ist. Der Inhalt besteht in der Regel aus Schwefeläther, Weingeist o. dgl., weil diese Flüssigkeiten geringere Haftwirkung (Adhäsion) haben als Wasser, daher empfindlicher sind. Wir stellen fest, ob die Wasserwage nach Grad und Minuten

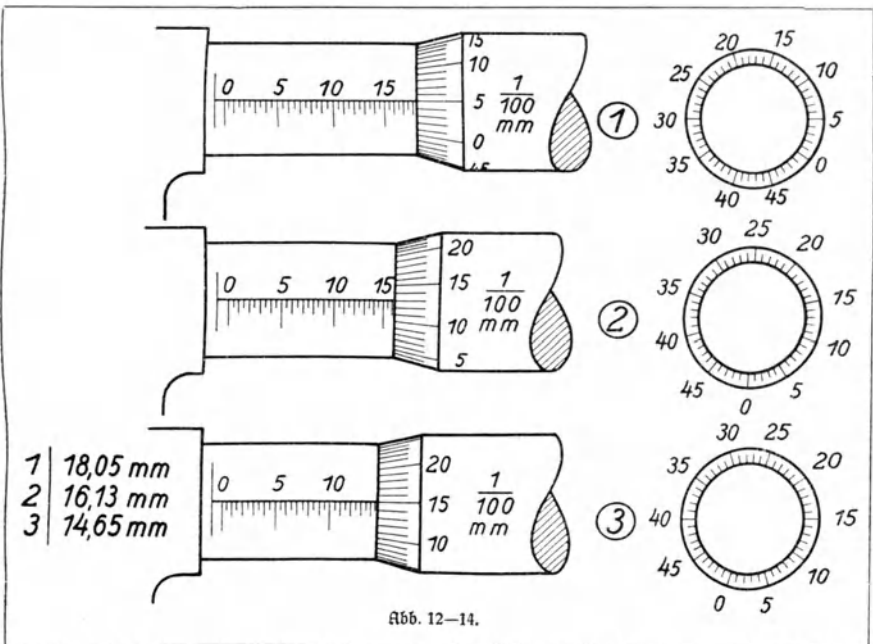


Abb. 12—14.

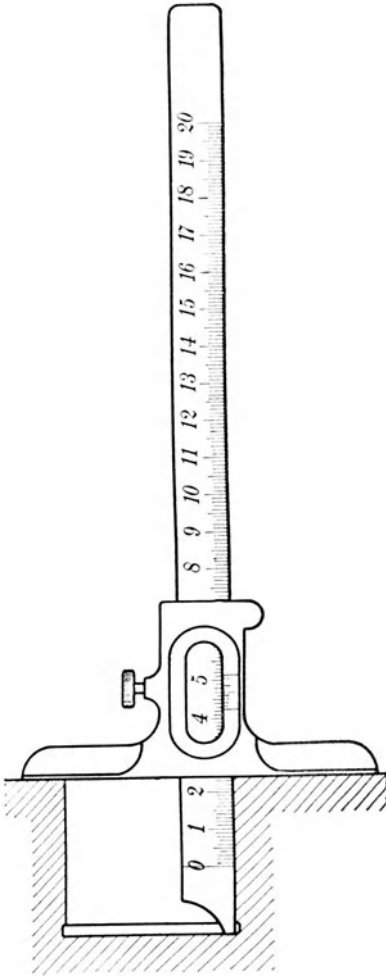


Abb. 15. Tiefenlehre.

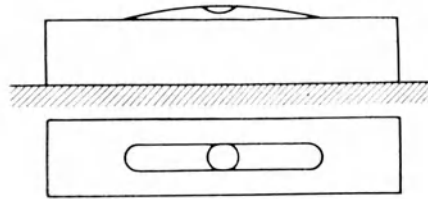


Abb. 16. Wasserwage.

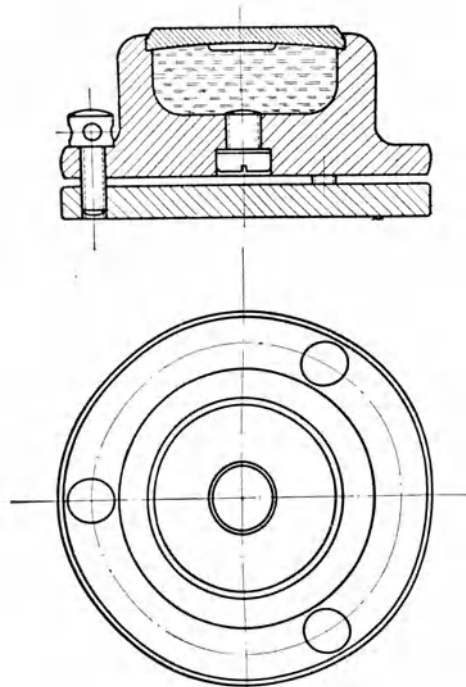


Abb. 17. Dosenlibelle.

mißt ( $1^\circ = 60'$ ) oder ob die Empfindlichkeit angegeben ist. Steht z. B. auf einer Wasserwage: Empfindlichkeit 0,3, so heißt das, daß der Ausschlag der Luftblase um 1 Teilstrich gleichbedeutend ist mit einer Abweichung des geprüften Stückes von der Wagerichten um 0,3 mm auf 1000 mm Länge. Auch die Dosenlibelle (Abb. 17) ist eine Wasserwage. Der Glasdeckel ist innen kugelig ausgeschliffen. Die auf der Glasplatte sichtbaren konzentrischen Kreise werden mit der Stellung der Luftblase verglichen. Das Werkstück wird so lange ausgerichtet, bis der die Luftblase begrenzende Kreis mit den Kreisen der Glasplatte konzentrisch liegt. Die Schlauchwasserwage (Abb. 18) benutzen wir, um entfernte Punkte in gleiche Höhe zu bringen oder um den Unterschied in der Höhenlage solcher Punkte festzustellen. Sie wirkt wie zwei Röhren, die mit einer Flüssigkeit gefüllt sind und miteinander in Verbindung stehen. In beiden Gefäßen steht das Wasser gleich hoch. Solche Röhren nennt man kommunizierende Röhren

Wollen wir feine Unebenheiten auf bearbeiteten Werkstücken ermitteln, so verwenden wir Fühlhebel, die das Maß der Ungenauigkeit in  $\frac{1}{100}$  mm angeben. Abb. 19 zeigt die Skizze eines derartigen Fühlhebels. Trifft der Taftstift *A* auf eine Erhöhung, so schiebt sich die mit ihm verbundene Stange nach oben. Die Stange stößt oben an den kurzen Arm des Doppelhebels *B*, der insolgedessen in Pfeilrichtung gedreht wird. Der lange Arm des Hebels *B* bewegt den Zeiger *C*, dessen Spitze auf der Skala einspielt. Da der Hebel ungleicharmig ist, so bewirkt eine geringe Drehung des kurzen Hebelendes eine größere des langen Endes. Je länger dieses Ende im Vergleich zum kürzeren ist, desto größer und desto deutlicher wird der Ausschlag. Trifft der Fühlstift *A* dagegen auf eine Vertiefung, so bewirkt die in der Mitte der Abbildung sichtbare Blattfeder eine Linksrotation des Zeigers. Bei Beginn der Messungen stellen wir den Fühlstift *A* so weit an, daß der Zeiger auf 0 steht (Abb. 20). Außer dem gezeigten gibt es Fühlhebel in Uhrform, die ähnlich wirken.

Lineale benutzen wir zur Feststellung von Unebenheiten nach dem Lichtspaltverfahren (Abb. 21). Wir fahren mit dem Lineal über die zu prüfende Fläche des Werkstückes und beobachten, indem wir das Ganze gegen das Licht halten, ob an irgendeiner Stelle Licht hindurchfällt. Beim Messen mit Linealen beachten wir folgendes: Dünne Lineale dürfen nicht mit der Kante auf die Meßfläche aufgelegt werden, weil die Kante häufig infolge Durchbiegung des Lineals krumm ist (Abb. 22), Abb. 23 zeigt die richtige Handhabung des Lineals.

Zur Prüfung der Form des Werkstückes dienen uns auch Richtlineale (Abb. 24), Richtschiene (Abb. 25) und Tuschierplatten (Abb. 26), die in ungefähr derselben Weise wirken. Wir versehen diese Werkzeuge mit einem Hauch Tusche und schieben sie lose über die zu prüfenden Flächen. Die Tusche haftet an den erhöhten Stellen und macht sie uns so kenntlich. Wir können dann schaben, bis genügend tragende Stellen auf dem Werkstück vorhanden sind.

Winkelverschiedener Sorten gebrauchen wir nicht nur

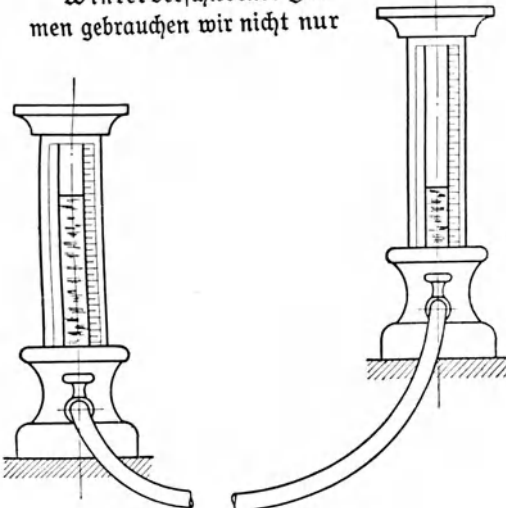


Abb. 18. Schlauchwasserwaage.

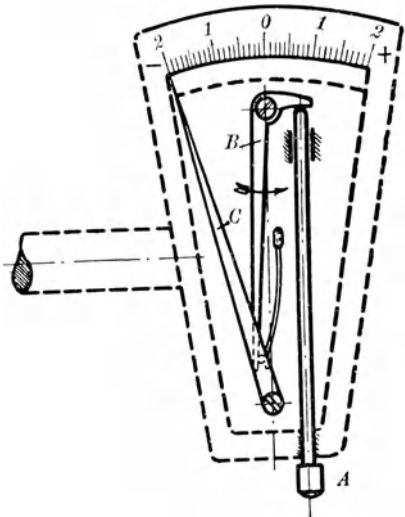


Abb. 19. Fühlhebel.

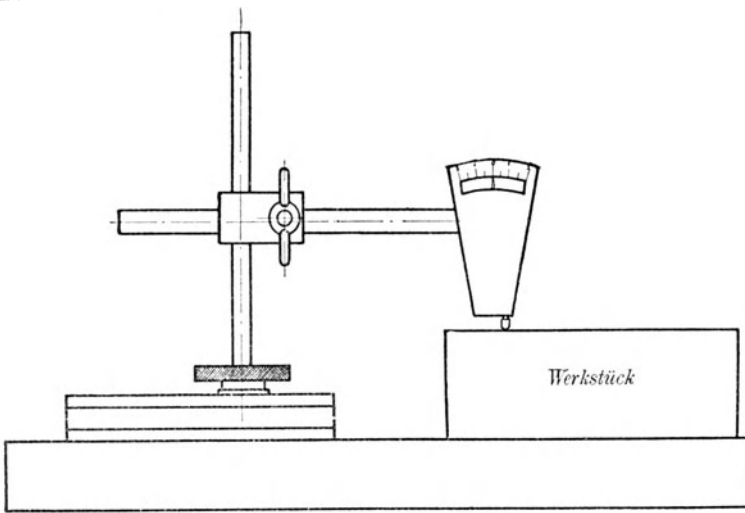


Abb. 20. Anwendung des Sühlshebels.

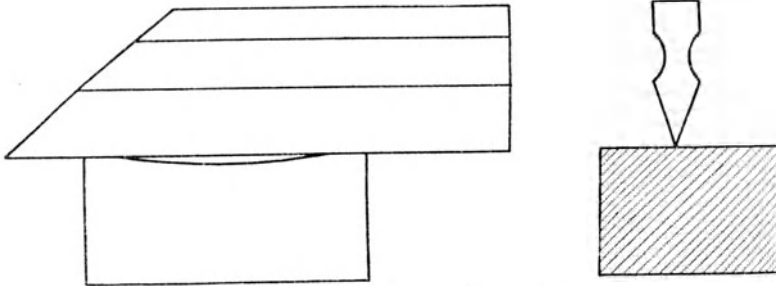


Abb. 21. Prüfung nach dem Sichtspaltverfahren.

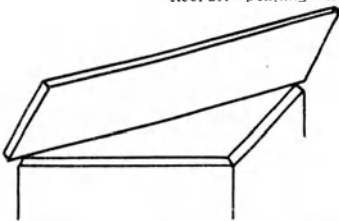


Abb. 22. Falscher Gebrauch des Sineals.

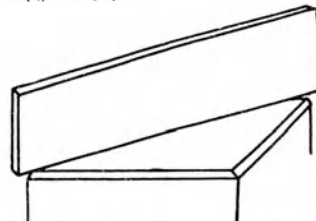


Abb. 23. Richtiger Gebrauch des Sineals.

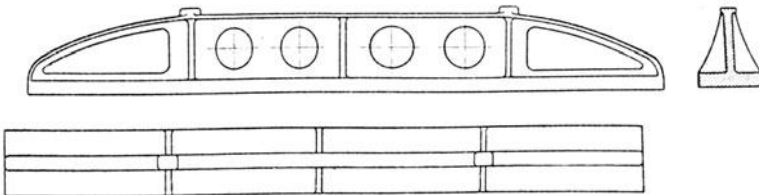


Abb. 24. Nichtlineal.



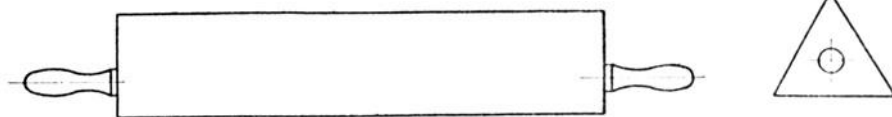


Abb. 25. Richtscheite.

zum Anreißern, sondern ebenfalls zum Messen. Am häufigsten finden wir rechte Winkel in der Werkstatt. Es kommen aber auch Sechskantwinkel (Abb. 27), die einen Winkel von  $120^\circ$  einschließen, und andere vor. Um Fehler bei dem Messen mit Winkeln zu vermeiden, haben wir folgendes zu beachten: Der Winkel darf nicht mit einer Kante angeschlagen werden (Abb. 28), da sonst der andere Schenkel meist falsch auf der Meßfläche aufliegt. Ebenso darf der Winkel nicht schräg auf die Anschlagsfläche gehalten werden, da sonst der andere Schenkel nur mit der Kante auf der zu entstehenden Fläche aufliegt (Abb. 29). Das richtige Anschlagen des Winkels zeigt Abb. 30. Die Schmiege (Abb. 31) ist auch nichts anderes als ein verstellbarer Winkel, der bei dem abgebildeten Beispiel zum Messen einer Drehbankspitze auf  $60^\circ$  eingestellt ist. Noch vielseitiger können wir die Doppelschmiege verwenden, wie aus den Anwendungsbeispielen in Abb. 32—36 hervorgeht.

Meßklötzchen, auch Parallel-Endmaße oder Rapporteure genannt, sind wegen ihrer Genauigkeit und einfachen Handhabung sehr beliebt. Sie bestehen aus gehärtetem Gußstahl, damit sie sich nicht so leicht abnutzen, und sind so genau gearbeitet, daß sie aneinander haften. Wir verwenden diese Endmaße, um nach ihnen andere Meßwerkzeuge herzustellen, einzustellen und nachzuprüfen, ferner, um irgendwelche Werkstücke mit ihnen zu prüfen und schließlich, um Hobelstähle, Fräser u. dgl. auf die gewünschte Schnitttiefe zu stellen. Einige Anwendungsbeispiele zeigen die Abbildungen 37—40.

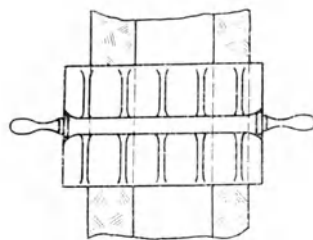
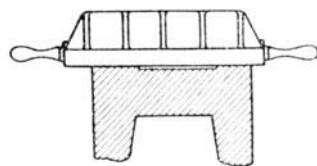


Abb. 26. Tischlerplatte.

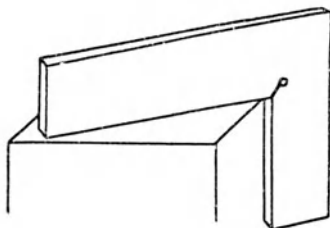
Abb. 27.  
Sechskantwinkel.

Abb. 28.

Falscher Gebrauch des Winkels.

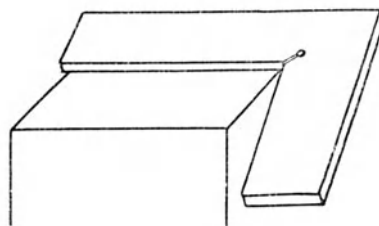


Abb. 29.

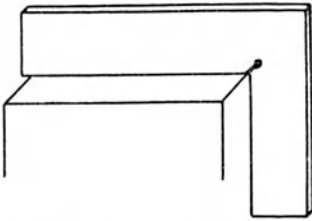


Abb. 30. Richtiger Gebrauch des Winkels.

Süßlehren (Abb. 41), in manchen Werkstätten auch Spione genannt, bestehen aus verschiedenen starken, gehärteten Blättchen, die sich wie die Klingen eines Taschenmessers einklappen lassen. Sie dienen zum Messen von Schlüßen, Spalten, zum Prüfen des Spieles an Gleitführungen, Lagern und für andere Feinmessungen.

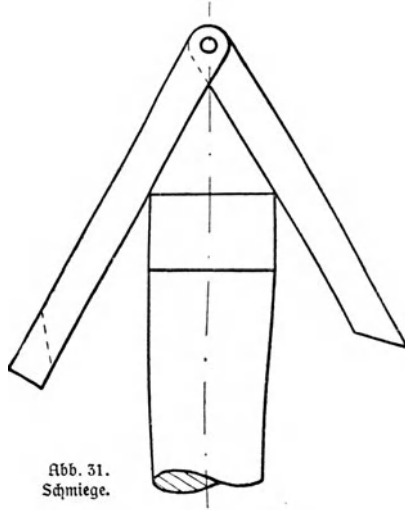


Abb. 31. Schmiede.

Zum Außen- und Innenmessen dienen Taster. Da beim Messen mit diesen Werkzeugen das Gefühl mißspricht, kann man mit ihnen nicht sehr genau messen.

**b) Sondermeßwerkzeuge.**

Der Modelltischler benutzt den Schwindmaßstab. Er muß nämlich das Holzmodell etwas größer machen, weil auch die Sandform, in die das flüssige Metall vom Gießler gegossen wird, um so viel größer sein muß, als sich das Gußstück beim Erkalten zusammenzieht. Dieses Kleinerwerden des Gußstückes nennt man Schwinden. Das Längenschwindmaß beträgt für

Gußeisen . . . . .	$\frac{1}{96} = 0,0104 \text{ mm}$	Messing . . . . .	$\frac{1}{65} = 0,0154 \text{ mm}$
Stahlguß . . . . .	$\frac{1}{50} = 0,0200 \text{ „}$	Rotguß und Bronze .	$\frac{1}{134} = 0,0750 \text{ „}$
Zink . . . . .	$\frac{1}{62} = 0,0161 \text{ „}$		auf jeden mm.

Der Schwindmaßstab für ein Modell, das zur Herstellung einer Form für Gußeisen dient, muß also statt 1000 mm  $1000 + \frac{1000}{96} = 1010,4$  oder rund 1010 mm lang sein, das ist um 1 v. H. länger als der gewöhnliche Maßstab.

Der Feuermaßstab, den der Schmied benutzt, besteht in der Regel aus Flach-eisen und besitzt entweder eine grobe Einteilung nach  $\frac{1}{2}$  cm und  $\frac{1}{4}$ “ oder wird von Fall zu Fall mit Kreidestrichen versehen, weil der Schmied keine Feinmessung anzuwenden braucht und seine Teilungen im Betrieb auch nicht immer erkennen kann.

In den Material- und Werkzeuglagern, z. T. auch im Betrieb, finden wir Draht- und Blechlehren. Die Drahtlehren können wir nicht nur zum Messen von Draht, sondern auch von Stiften und Spiralbohrern verwenden. Die deutsche Millimeter-Drahtlehre (Abb. 42) hat 48 Öffnungen und ist nach folgender Zusammenstellung zu benutzen:

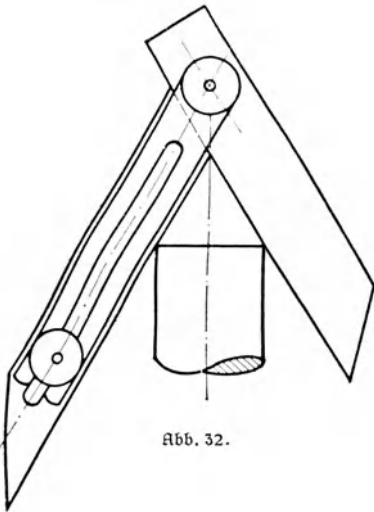


Abb. 32.

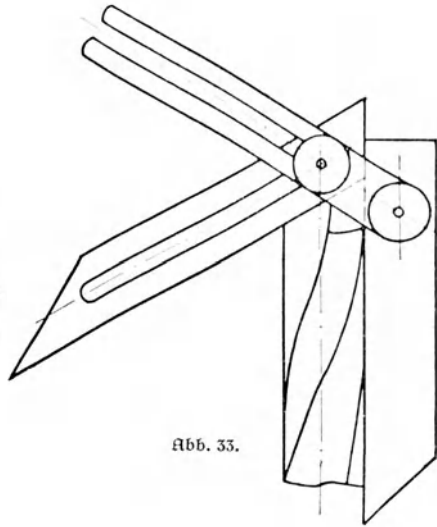


Abb. 33.

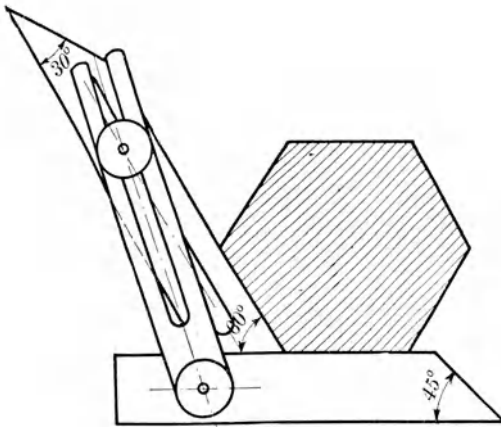


Abb. 34.

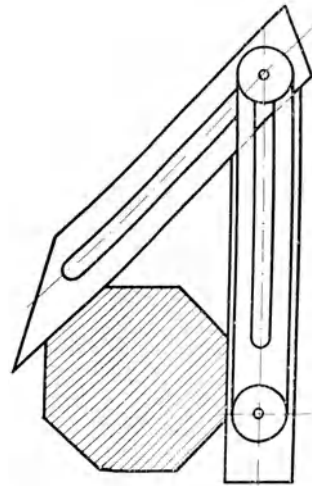


Abb. 35.

Abb. 32–35. Doppelformiegen.

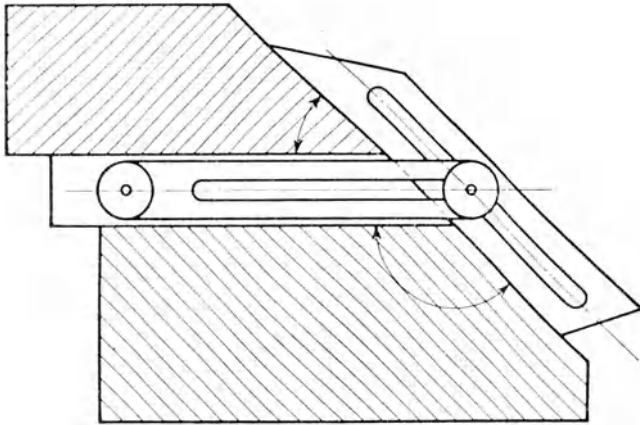


Abb. 36. Doppelschmiege.

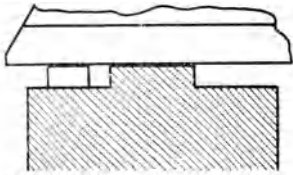


Abb. 37. Messen der Höhe einer Feder.

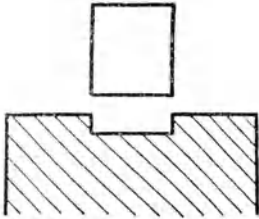


Abb. 38. Messen der Breite einer Nute.

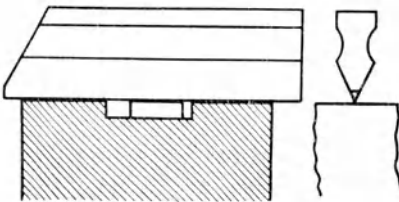


Abb. 39. Messen der Tiefe einer Nute.

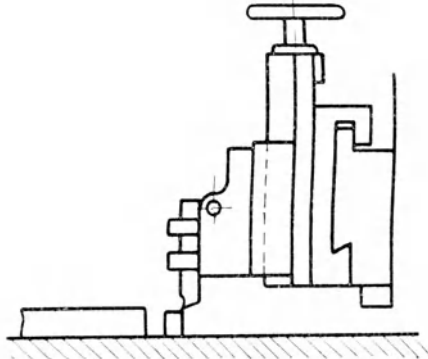


Abb. 40. Einstellen des Hobelstahles mit Meßflößchen.

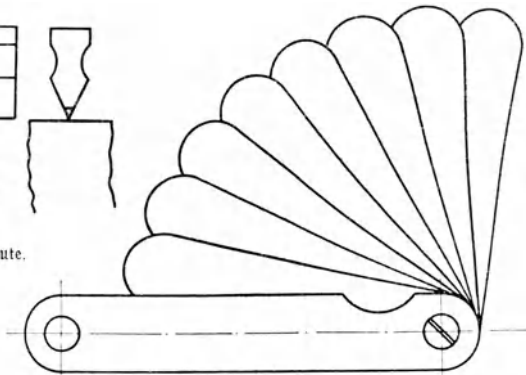


Abb. 41. Füßlehre.

Nr. der Lehre	Stärke mm	Nr. der Lehre	Stärke mm	Nr. der Lehre	Stärke mm
2	0,2	10	1	40	4
2/2	0,22	11	1,1	42	4,2
2,4	0,24	12	1,2	44	4,4
2/6	0,26	13	1,3	46	4,6
2/8	0,28	14	1,4	48	4,8
3/1	0,31	16	1,6	50	5
3/4	0,34	18	1,8	55	5,5
3/7	0,37	20	2	60	6
4	0,4	22	2,2	65	6,5
4/5	0,45	25	2,5	70	7
5	0,5	28	2,8	75	7,5
5/5	0,55	31	3,1	80	8
6	0,6	34	3,4	85	8,5
7	0,7	37	3,7	90	9
8	0,8	38	3,8	95	9,5
9	0,9	39	3,9	100	10

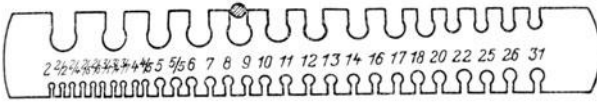


Abb. 42. Deutsche Millimeter-Drahtlehre.

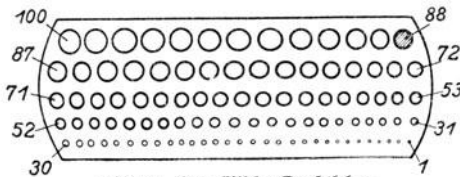


Abb. 43. Französische Drahtlehre.

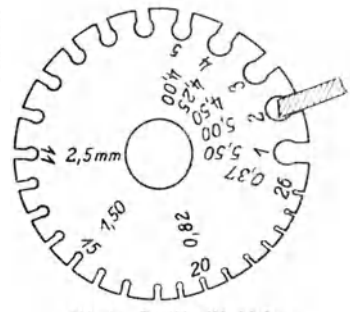
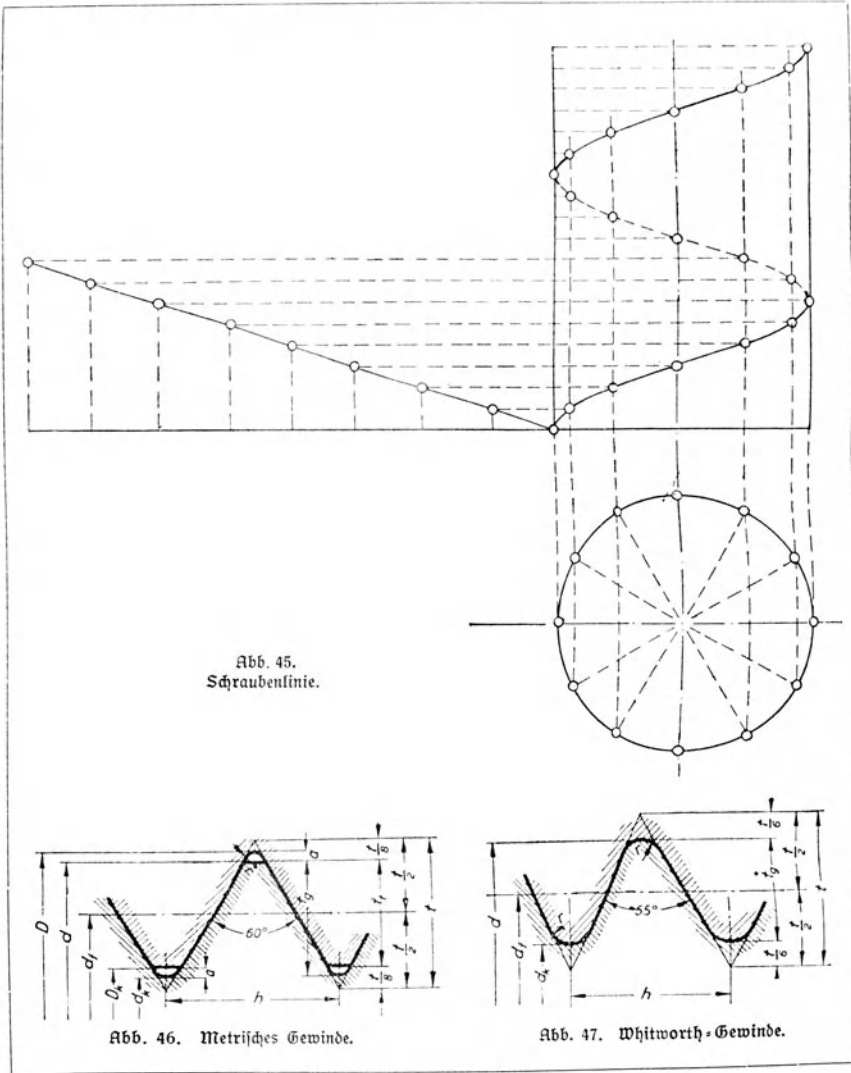


Abb. 44. Deutsche Blechlehre.

Die französische Drahtlehre (Abb. 43) hat 100 Löcher für Drahtstärken von 0,1 bis 10 mm, um 0,1 mm steigend. Die aufgestempelten Nummern geben das Maß in  $\frac{1}{10}$  mm an. Nr. 68 bedeutet also 6,8 mm  $\Phi$ . Ähnlich wie die Anwendung der Drahtlehren ist die der Blechlehren. Die deutsche Blechlehre (Abb. 44) ist nach folgender Zusammenstellung zu benutzen:

Nr.	mm	Nr.	mm	Nr.	mm
1	5,5	8	3,25	15	1,5
2	5	9	3	16	1,375
3	4,5	10	2,75	17	1,250
4	4,25	11	2,5	18	1,125
5	4	12	2,25	19	1
6	3,75	13	2	20	0,875
7	3,30	14	1,75	21	0,750
				21 1/2	0,680
				22	0,625
				23	0,562
				24	0,500
				25	0,438
				26	0,375
				27	0,300

Gewindelehren. Denken wir uns um eine Walze einen biegsamen Draht o. dgl. von dreieckigem, rechteckigem oder anderem Querschnitt spiralförmig herumgewunden, so entsteht ein Gewinde (Abb. 45). Den Abstand der einzelnen Windungen voneinander nennt man die Steigung des Gewindes, den Querschnitt des herumgewundenen gedachten Drahtes das Gewindeprofil. Diese und andere Bezeichnungen sehen wir auch in Abb. 46, die ein Gewindeprofil nach *D I*-Normen darstellt. Es handelt sich um das metrische Gewindefsystem International (S.-I.). Das Gewindeprofil ist ein gleichseitiges Dreieck, in dem jeder Winkel, also auch der Winkel an der Spitze,  $60^\circ$  ist. Die Bezeichnungen der Abbildung bedeuten:



$d$  Gewindedurchmesser  
 $d_k$  Kerndurchmesser  
 $d_f$  Flankendurchmesser  
 $h$  Steigung  
 $t_g$  Gewindetiefe

$t_t$  Tragtiefe  
 $a$  Spielraum  
 $r$  Rundung  
 $D$  Gewindedurchmesser der Mutter  
 $D_k$  Kerndurchmesser der Mutter.

Aus einer Gewindetafel greifen wir z. B. das Gewinde mit einem Durchmesser von 20 mm heraus. Die Tafel gibt uns dann folgende Werte an

$$\begin{aligned} d &= 20 \\ d_h &= 16,53 \\ d_f &= 18,376 \\ h &= 2,5 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t_g &= 1,736 \\ t_t &= 1,624 \\ a \text{ (im Mittel)} &= 0,113 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} r \text{ (im Mittel)} &= 0,158 \\ D &= 20,23 \\ D_h &= 16,75. \end{aligned}$$

Das bekannte Whitworth-Gewinde hat einen Flankenwinkel von  $55^\circ$ . Es ist in Abb. 47 dargestellt. Auch hierfür ein Beispiel aus einer Gewindetafel!

$$\begin{aligned} d &= 1'' = 25,40 \text{ mm} \\ d_h &= 21,33 \\ d_f &= 23,367 \\ z \text{ (Gangzahl auf 1 Zoll)} &= 8 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} h &= 3,175 \\ t_g &= 2,033 \\ r &= 0,436. \end{aligned}$$

Wir nahmen an, daß das Gewinde durch Auflegen eines schraubenförmig gewundenen Drahtes entstanden sei; in Wirklichkeit wird es aber durch Einschneiden solcher gewun-

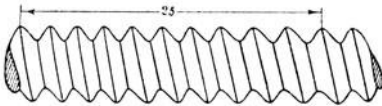


Abb. 48.

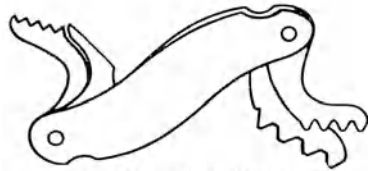


Abb. 49. Gewindestahlablone.

dener Vertiefungen hergestellt. Denken wir uns das Gewindeprofil durch Abfeilen o. dgl. wieder entfernt, so bleibt der Kern, das ist eben die glatte Walze, von der wir ausgingen, übrig. Von dem Flankenmaß wird weiter hinten die Rede sein.

Den Außendurchmesser des Bolzens messen wir mit der Schublehre, den Kerndurchmesser mit den scharfen Schneiden der Schublehre, die

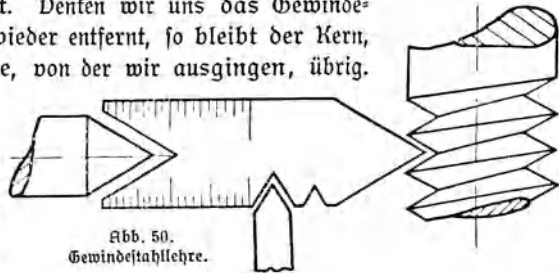


Abb. 50. Gewindestahllehre.

Steigung z. B. in der Weise, daß wir mehrere Gänge mit dem Stahlmaßstab oder der Schublehre abmessen und durch die Zahl der Gänge teilen. So messen wir nach Abb. 48 10 Gänge = 25 mm, ergibt für 1 Gang  $25 : 10 = 2,5$  mm Steigung.

Ist das Gewinde sehr fein oder aus anderen Gründen schwer zu messen, so können wir uns dadurch helfen, daß wir es auf Papier abdrücken und auf diesem messen. Die Gewindeform, daneben auch die Gewindesteigung, messen wir zweckmäßig in der Weise, daß wir feststellen, welches Blättchen einer Gewindestahlablone (Abb. 49) genau in dem Gewinde anliegt, und das betreffende Maß von dem Blättchen ablesen. Eine Gewindestahllehre (Abb. 50) können

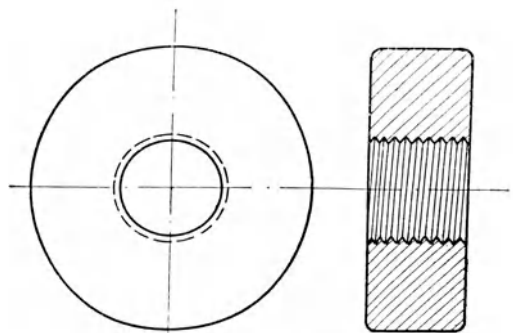


Abb. 51. Gewindelehrrmutter.

wir gleichfalls zur Prüfung der Gewindeform, ferner aber auch des Gewindestahls und der Körnerspitzen einer Drehbank verwenden. Häufig genügt es, eine Gewindelehnmutter (Abb. 51) auf den fertigen Gewindebolzen zu schrauben und nach dem Gefühl zu prüfen, ob das Gewinde stimmt.

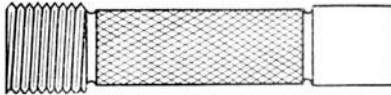


Abb. 52. Gewindelehndorn.

Dementsprechend verwenden wir für Lochgewinde einen Gewindelehndorn (Abb. 52), dessen glatter Zylinder (rechts in der Abbildung) dem Maß  $D_h$  (Kerndurchmesser der Mutter) in Abb. 46 entspricht. Das Maß  $F$  in Abb. 53 ist der Flankendurchmesser. Er entspricht dem Maß  $d_f$  in Abb. 46. Um dieses Maß festzustellen, benutzen wir entweder eine Mikrometerschraube mit einer Meßspitze und einem Gegentaster, die dem Gewindeprofil entsprechen (Abb. 53) oder Kugeltaster, deren Meßenden Kugeln verschiedener Größe tragen. Wir stellen den Taster nach einem Lehdorn von bekanntem Abmessungen ein (Abb. 54) und prüfen das Flankenmaß des angefertigten Gewindes. Wie die Tasterkugeln anliegen, zeigt Abb. 55. Eine von den Meißwerkzeugen

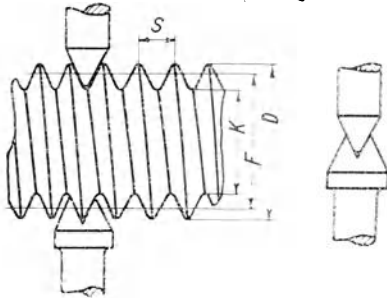


Abb. 53. Messen des Flankenmaßes.

in Jena hergestellte Einrichtung zum Messen des Flankenmaßes arbeitet folgendermaßen (Abb. 56): Für jedes Gewinde sind genau passende Drähte vorgesehen, die mit einer Mikrometerschraube so in die Gewindgänge hineingedrückt werden, wie es die Abbildung zeigt. Das Maß kann man von der Mikrometerschraube ablesen. Lupe und Mikroskop dienen ebenfalls zur Gewindeforschung. Sie machen auch kleine Fehler für das Auge deutlich sichtbar. Zum Messen der Schlüsselweiten von Muttern verwenden wir Mutterlehren aus starkem Blech (Abb. 57), die wir wie einen Schraubenschlüssel auf die Muttern bringen. Das Maß des betreffenden Gewindes, das auf die Lehre aufgestempelt ist, lesen wir ab.

Hobellehren gebrauchen wir zum Prüfen der Hobelarbeiten. Diese Lehren

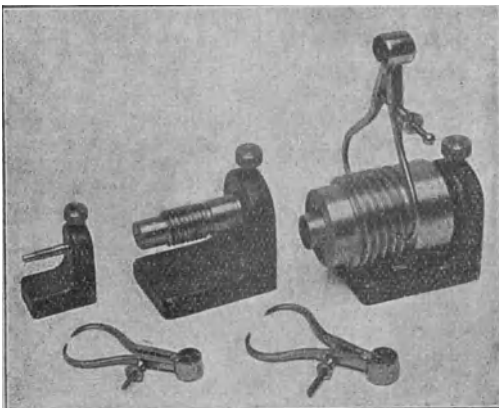


Abb. 54. Kugeltaster für Gewindeprüfung.

sind Schablonen, die eigens nach der Form der zu prüfenden Werkstücke hergestellt sind. Beispiele zeigen Abb. 58 und 59. Es sind Lehren zur Prüfung von Prismenführungen, wie sie an Drehbänken und anderen Werkzeugmaschinen vorkommen. Eine andere Hobellehre ähnlicher

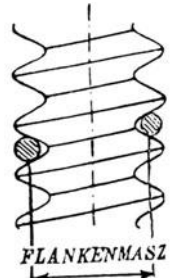


Abb. 55.



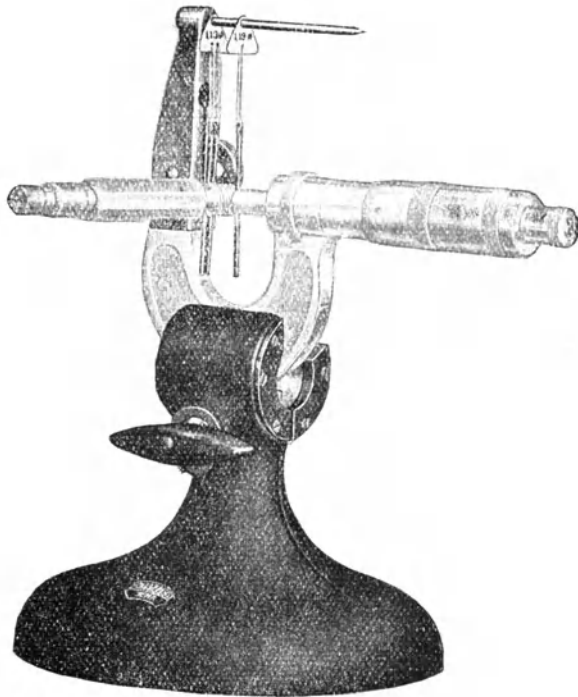


Abb. 56 Messen des Slantenmaßes mit Drähten.

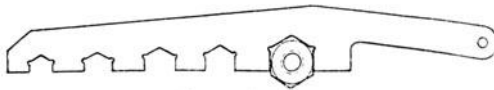


Abb. 57. Mutterlehre.

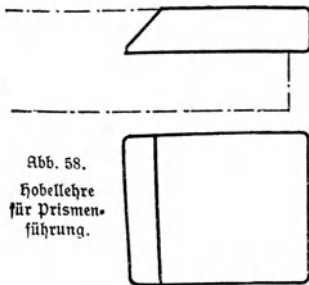


Abb. 58.  
Hobellehre  
für Prismen-  
führung.

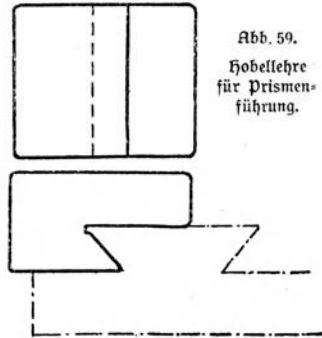


Abb. 59.  
Hobellehre  
für Prismen-  
führung.

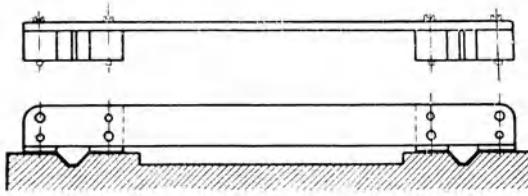


Abb. 60. Hobellehre für ein Werkzeugmaschinenbett.

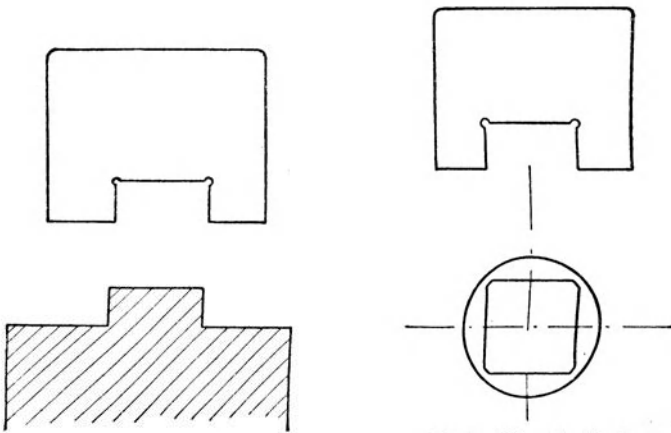


Abb. 61. Lehre für Feder.

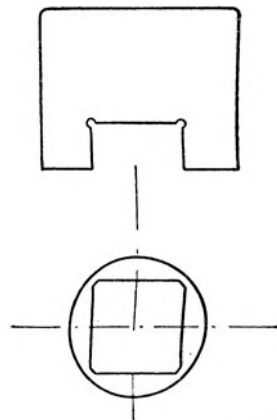


Abb. 62. Lehre für Viertel.

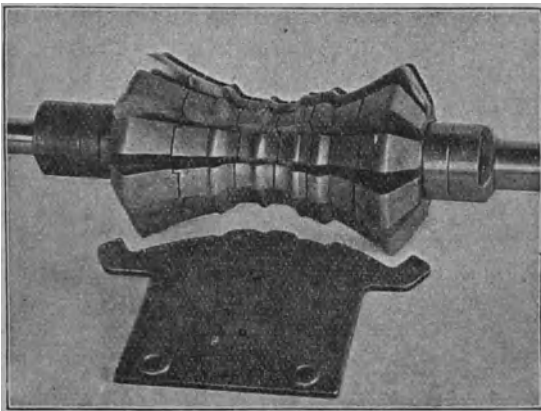
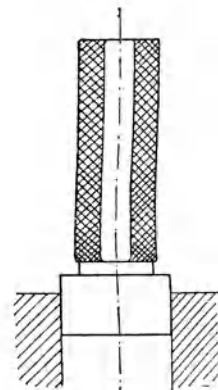


Abb. 63. Lehre für Formfräßer.

Abb. 64.  
Lehrdorn (Kaliberdorn).

Art, die aus starkem Blech mit angeschraubten Stahlklößen besteht (Abb. 60), können wir zur Prüfung eines Werkzeugmaschinenbettes auf Maßhaltigkeit verwenden.

Sonderlehren aus Stahlblech stellt sich der Maschinenbauer und Werkzeugschlosser durch Herausarbeiten der betreffenden Form her. Beispiele hierfür sind die Lehre für eine Feder (Abb. 61), die Lehre für einen Viertant (Abb. 62) und die Lehre für einen Formfräser (Abb. 63). An Stelle der in Abb. 61 und 62 dargestellten Lehren können wir auch Grenzradenlehren anwenden.

Lochlehren. Haben wir den Durchmesser von Bohrungen zu prüfen, so benutzen wir Lehrdorne oder Kaliberdorne nach Abb. 64. In der Massenfertigung kommen aber die unten beschriebenen Grenzlehrdorne zur Anwendung. Sind sog. Saclöcher, d. h. nicht durchgehende Löcher zu messen, so muß der Meßzylinder des zum Messen benutzten Kaliberdornes ein durchgehendes Loch oder eine Nut besitzen, damit die Luft aus dem Loch entweichen kann, die sonst zusammengepreßt die Messung verhindern würde.

Wärmemesser. Beim Schmieden, Härten und Gießen haben wir mit der Wärmemessung zu tun. Das bekannte Quecksilberthermometer kommt im allgemeinen nur für Temperaturen bis zu  $360^{\circ}$  zur Anwendung, da Quecksilber bei dieser Temperatur siedet. Beim Härten von Schnellschnittstahl z. B. kommen aber Hitzegrade bis  $1400$  in Frage. Ähnlich hohe Temperaturen kommen beim Schmelzen vor. Um sie zu messen, verwenden wir Pyrometer (Pyr = Feuer). Ein thermoelektrisches Pyrometer (Abb. 65) wirkt z. B. folgendermaßen: Ein Draht aus Platin und ein solcher aus einer Legierung von Platin und Rhodium — Rhodium ist ein Edelmetall, das in Gemeinschaft mit Platin vorkommt — sind an einem Ende zusammengeschweißt. Die freien Enden der beiden Drähte sind leitend mit einem Galvanometer verbunden, das die Stromstärke eines galvanischen Stromes mißt. Erhitzt sich die Verbindungsstelle der beiden Drähte, so fließt ein schwacher elektrischer Strom durch den Stromkreis. Je höher die Temperatur ist, desto stärker wird der Strom. Ein elektrisches Meßinstrument, Galvanometer genannt, zeigt die Stromstärke oder auch gleich die Temperatur in Celsiusgraden an.

Härteprüfer. Manche Werkstätten besitzen besondere Meßwerkzeuge, um die Härte eines Werkstückes zu prüfen. Ein solches Instrument ist der Härteprüfer (Abb. 66). Um die Härte eines Stückes zu prüfen, können wir zwar die Feile benutzen. Greift sie an, so ist das Arbeitsstück „weich“. Besser aber arbeitet der Härteprüfer. Er enthält einen kleinen Stahlzylinder mit einer Diamantspitze. Lassen wir den Hammer durch die Glasröhre auf das Werkstück fallen, so springt er infolge des Rückpralls wieder in die Höhe, und zwar um so höher, je härter das geprüfte Stück ist, z. B. bei reinem,

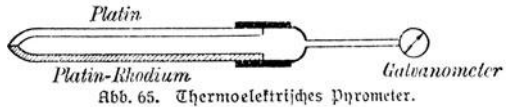


Abb. 65. Thermoelektrisches Pyrometer.

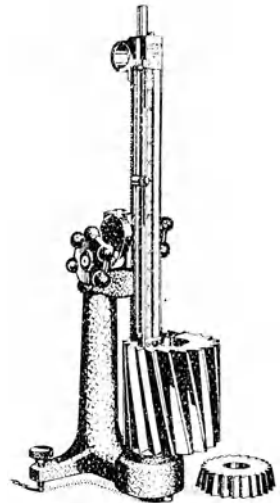


Abb. 66. Härteprüfer.



Abb. 67.  
Grenzlehndorn (geht hinein!).



Abb. 68.  
Grenzlehndorn (geht nicht hinein!).

geglühtem Eisen bis Teilstrich 18, bei gehärtetem Werkzeugstahl bis  $90 \div 110$  der Skala.

**Grenzlehren.** In der Massenanfertigung verwenden wir Grenzlehren zum Messen von Wellen und Bohrungen. Haben wir z. B. Bohrungen zu messen, so bedienen wir uns des Grenzlehndorns (Abb. 67 und 68). Dieser Grenzlehndorn hat zwei Meßzylinder. Der eine ist im Durchmesser ein klein wenig kleiner als das verlangte Maß der Bohrung, der andere ein klein wenig größer. Der kleinere Meßzylinder muß beim Messen in die Bohrung hineingehen, der größere darf nicht hineingehen. Z. B. sollen wir eine Bohrung von 40 mm  $\Phi$  messen. Unser Grenzlehndorn für 40 mm trägt auf der einen Seite die Aufschrift  $+ 0,025$ , auf der anderen Seite die Bezeichnung 0. Der eine Meßzylinder hat also einen Durchmesser von 40,025 mm, der andere einen solchen von 40 mm. Wenn der kleine Meßzylinder in die Bohrung hineingeht, der größere dagegen nicht hineingeht, so ist die Bohrung größer als 40 mm und kleiner als 40,025 mm. Sie wird also nicht viel von dem verlangten Maß 40 mm abweichen. Die „Toleranz“ (vom lateinischen *tolerare* = dulden) ist in unserem Falle  $40,025 - 40 = 0,025$  mm. Sie kann natürlich, je nach dem Verwendungszweck des Stückes, auch größer oder kleiner sein. Je nach der Feinheit der Passungen, die sich auf den verschiedenen Toleranzen aufbauen, unterscheidet man vier Gütegrade: Edel-, Fein-, Schlicht- und Grobpassung. Die Lehren für die Edelpassung sind kornblumenblau, die für die Feinpassung schwarz, die für die Schlichtpassung gelb und die für die Grobpassung hellgrün gestrichen.

Ähnlich verhält es sich mit den Grenzradenlehren (Abb. 69 und 70). Der eine Raden ist größer, der andere kleiner als das verlangte Maß. Zeigt eine Raden-



Abb. 69.  
Grenzrauchenlehre (geht hinüber!).



Abb. 70.  
Grenzrauchenlehre (geht nicht hinüber!).

lehre für 40 mm z. B. die Aufschriften  $+ 0,009$  auf der einen Seite,  $- 0,009$  auf der anderen Seite, so bedeutet das, daß der kleinere Rauchen 39,991 mm, der größere 40,009 mm weit ist. Der größere Rauchen muß über die zu messende Welle hinübergehen, der kleinere darf es nicht. Auch hier sind die Toleranzen je nach dem Zweck der gemessenen Welle verschieden. Beispiele:

1. Eine Welle von 40 mm  $\Phi$  soll in der dazu gehörigen Bohrung laufen. Damit sie es kann, muß sie auf alle Fälle kleiner als 40 mm sein. Wenn wir die Welle nach einer Rauchenlehre herstellen, die auf der großen Seite  $- 0,025$ , auf der kleinen Seite  $- 0,05$  mm aufweist, so wird ihr Durchmesser zwischen den Maßen 39,975 und 39,95 mm liegen.

2. Eine Welle von 40 mm  $\Phi$  soll in der dazu gehörigen Bohrung haften, wie z. B. Zahnräder auf Arbeitsspindeln der Drehbänke. Die Welle wird also gleich stark oder sogar ein wenig stärker als 40 mm sein müssen. Die Rauchenlehre, die wir in diesem Falle benutzen, hat z. B. die Toleranzen  $+ 0,018$  und 0 mm. Die nach ihr hergestellte Welle hat dann einen Durchmesser, der zwischen 40,018 und 40 mm liegt.

3. Eine Welle oder ein Bolzen von 40 mm  $\Phi$  soll in eine Bohrung von 40 mm  $\Phi$  so eingepaßt werden, daß sie nur unter Druck wieder herausgeht. Die in diesem Falle anzuwendenden Toleranzen sind z. B.  $+ 0,035$  und  $+ 0,018$ . Das heißt: das Maß der fertigen Welle oder des Bolzens wird zwischen 40,035 und 40,018  $\Phi$  liegen. Es wird also größer sein als das Maß der Bohrung.

Wir haben somit drei verschiedene Passungen kennen gelernt, in Beispiel 1. den Lauffitz, in Beispiel 2. den Haftfitz, in Beispiel 3. den Festfitz. Der Normenausschuß der deutschen Industrie, der es sich zur Aufgabe gemacht hat, die Abmessungen, Bezeichnungen und Ausführungen anzufertigender Teile zu regeln, unterscheidet in

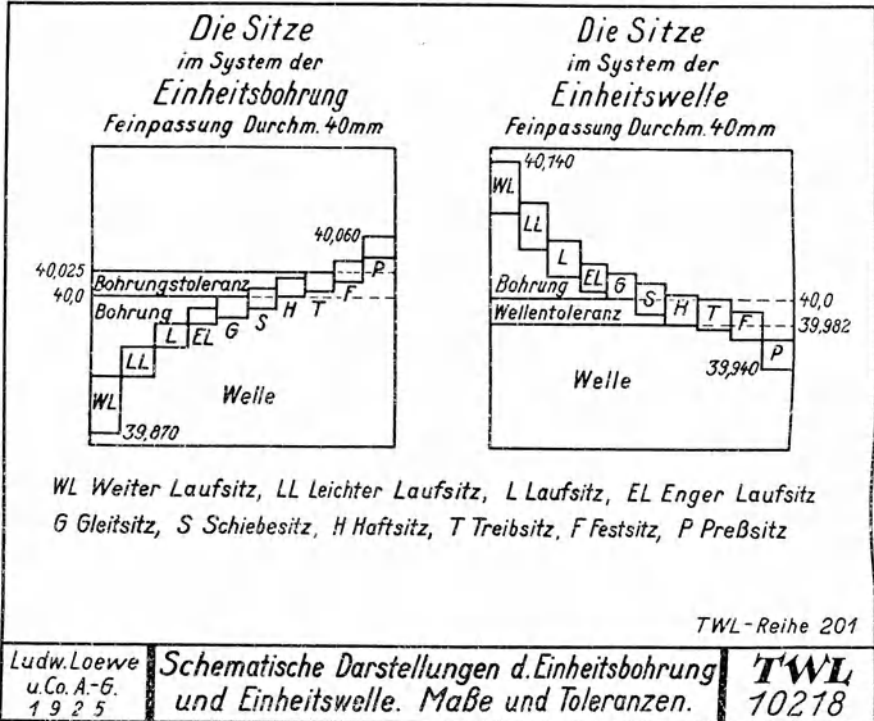


Abb. 71 u. 72.

der Hauptsache 2 Passungen: Bewegungssitze (weiter Laufsitz, leichter Laufsitz, Laufsitz, enger Laufsitz, Gleitsitz) und Ruhesitze (Schiebesitz, Haftsitz, Treibsitz, Festsitz, Preßsitz).

Bei allen drei Beispielen gingen wir von einer einheitlichen Bohrung aus, und die Rachenlehren hatten dann je nach den Passungen verschiedene Maße. In diesem Falle spricht man von einem System der Einheitsbohrung. Es ist natürlich auch möglich, die Abmessungen der Wellen einheitlich zu machen und Meßwerkzeuge für die Bohrungen mit verschiedenen Passungen zu versehen. Das wäre das System der Einheitswelle.

In Abb. 71 und 72 sind diese beiden Systeme schematisch für den Durchmesser 40 mm dargestellt. Wir sehen hieraus, daß die sogenannte Nulllinie beim System der Einheitsbohrung die untere Begrenzungslinie der Bohrungstoleranz bildet, während sie beim System der Einheitswelle die obere Begrenzung der Einheitswelle darstellt. Auch Abb. 73 veranschaulicht uns das Wesen der Passungen und gibt uns Auskunft über die bei diesen Meßwerkzeugen gebräuchlichen Grundbegriffe.

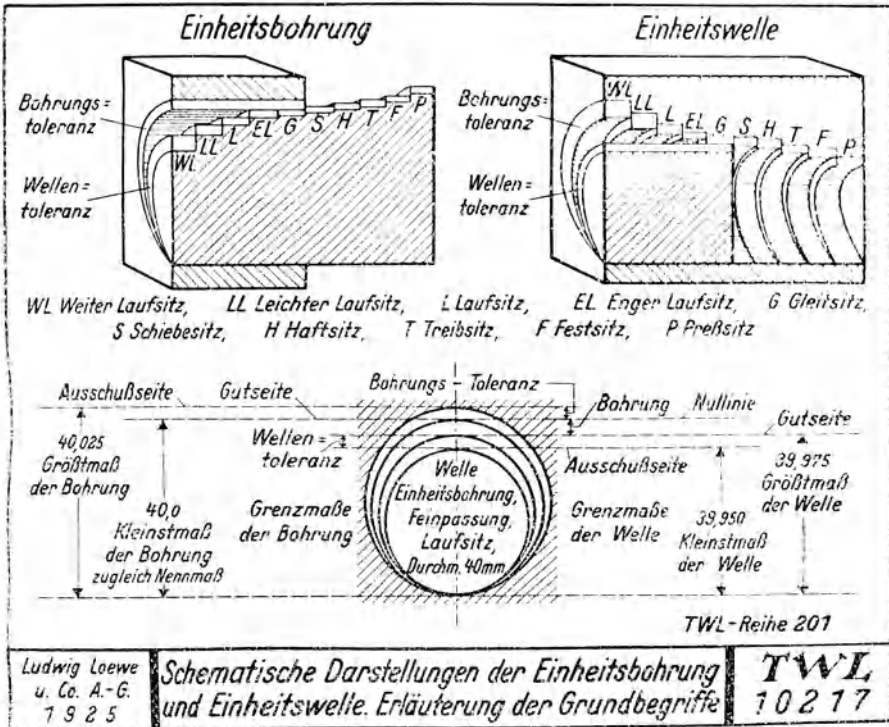
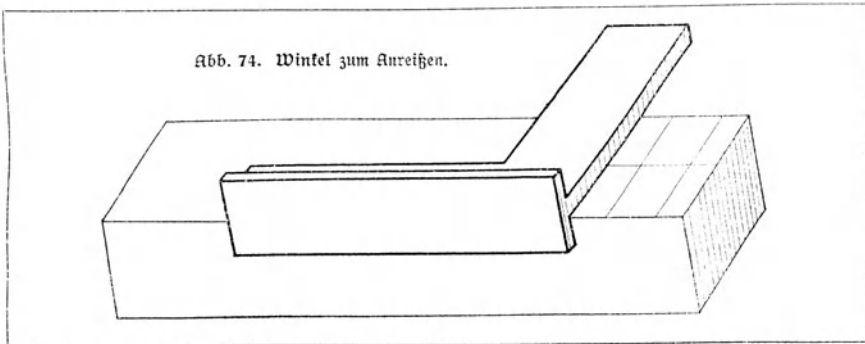


Abb. 75.

## 2. Das Anreißen.

### a) Anreißwerkzeuge, Hilfswerkzeug und Materialien zum Anreißen.

**Anreißwerkzeuge.** Als Unterlage für die anzureißenden Werkstücke und die Anreißwerkzeuge benutzen wir in der Regel eine genau gehobelte Anreißplatte aus Gußeisen. Um Werkstücke auszurichten oder zu einer bearbeiteten Kante Linien anzureißen, verwenden wir Winkel verschiedener Art — z. B. den in Abb. 74 dar-



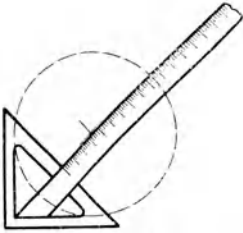


Abb. 75. Sentrierwinkel.

gestellten —. Stahlmaßstäbe ermöglichen uns genaues Messen. Die Maße, die die Zeichnung angibt, übertragen wir mit einem Spitzzirkel aus Stahl auf das Werkstück. Um die Linien, die wir mit der Reißnadel oder dem Zirkel auf dem Arbeitsstück ziehen, sichtbar zu machen, bestreichen wir dieses mit in Wasser gelöster Schläm Kreide, die natürlich erst getrocknet sein muß, bevor wir anreißen. Zuweilen genügt schon das Bestreichen mit einem Stückchen Kreide. Bearbeitete Stahlteile bestreichen wir zweckmäßig mit einer Kupfervitriollösung, die die gerissenen Striche deutlich erkennen läßt. Wenn wir Wellenenden u. dgl. nicht auf besonderen Sentriermaschinen anfernen können, so hilft uns der Sentrierwinkel (Abb. 75), den wir in der abgebildeten Weise an zwei verschiedenen Stellen des anzufernenden Stückes anlegen. Die kurzen Striche, die wir in der Gegend der Mitte mit der Reißnadel ziehen, geben den ge-



Abb. 76. Parallelreißer.

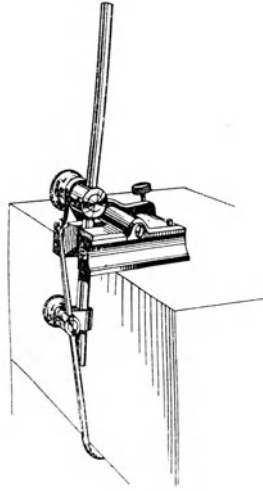


Abb. 77.

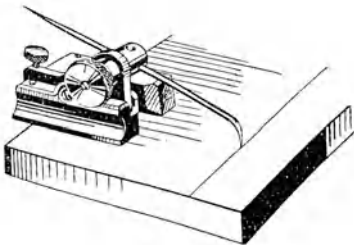


Abb. 78.

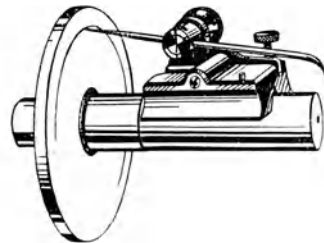


Abb. 79.

Abb. 77—79. Anwendung des Parallelreißers.



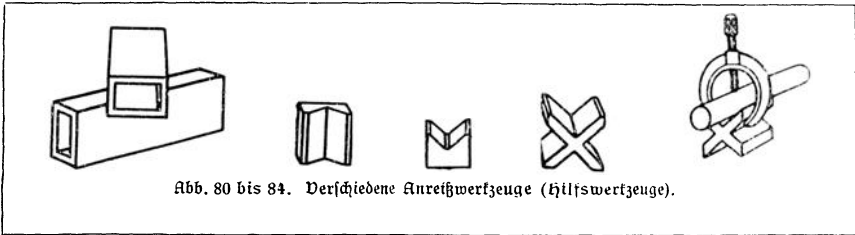


Abb. 80 bis 84. Verschiedene Anreißwerkzeuge (Hilfswerkzeuge).

nauen Mittelpunkt der Welle an. Den Parallelreißer (Abb. 76) stellen wir mit Hilfe eines senkrecht auf der Anreißplatte stehenden Maßständers auf genaues Maß ein — die Feinverstellung erfolgt durch vorsichtiges Klopfen an der Reißnadel des Werkzeuges — und übertragen auf diese Weise die Maße der Werkzeichnung auf das Werkstück. Die Abbildungen 77 bis 79 zeigen Anwendungsbeispiele. Sind irgendwelche Teile des Arbeitsstückes zu unterstützen, so nehmen wir dazu Holzkeile, Endmaße oder Parallelstücke (Abb. 80), die wegen der leichteren Handhabung hohl gegossen sind. Damit runde Teile nicht fortrollen, legen wir sie beim Anreißen auf Prismenstücke aus Gußeisen oder Stahl und klemmen sie, wenn nötig, mit einem Bügel fest (Abb. 81 bis 84).

### b) Anreißbeispiele.

Eine Stahlleiste nach Skizze (Abb. 85) ist zum Bohren anzureißen.

Wir reißen auf dem geweißten Stück mit der Reißnadel oder mit dem Parallelreißer die Mittellinie der Länge nach an, tragen dann mit dem Spitzzirkel oder dem Parallelreißer die Maße 9,5 u. 51 mm ab, halten die Mittelpunkte der beiden Löcher durch Kernerschläge fest und schlagen mit dem Spitzzirkel Kreise von dem gewünschten Lochdurchmesser. Zur Kontrolle der auf das Anreißen folgenden Bohrarbeit schlagen wir um jeden Lochkreis einen zweiten, ein wenig größeren Kreis mit gleichem Mittelpunkt. Wir können auch mehrere Kernerschläge auf dem Umfang des Lochkreises anbringen, von denen nach dem Bohren genau die Hälfte stehen bleiben muß (Abb. 86). Beim Anfertnen ist zu beachten: Beim Ansetzen der Kernerspitze soll man das Oberteil des Kerners nicht gegen sich neigen (Abb. 87), weil man sonst den angerissenen Punkt schlecht sieht, sondern man soll den Kerner von sich fortneigen, die Spitze in den angerissenen Punkt hineindrücken, den Kerner aufrichten und dann erst schlagen (Abb. 88). Auch darf man den Kerner beim Drauffschlagen nicht schief halten (Abb. 89), weil sonst die Spitze neben den vorgerissenen Mittelpunkt kommt und der Bohrer nachher verläuft, vielmehr soll man nach Abb. 90 anfertnen.



Abb. 85. Anreißbeispiel.

Ein Doppelkrümmer nach Skizze ist zum Bohren anzureißen (Abb. 91).

Wir weißten die Flanschen, schlagen in die Öffnungen Bleimittel hinein, damit wir eine Stelle haben,

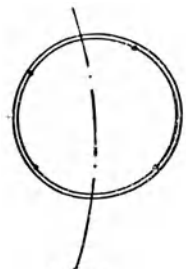
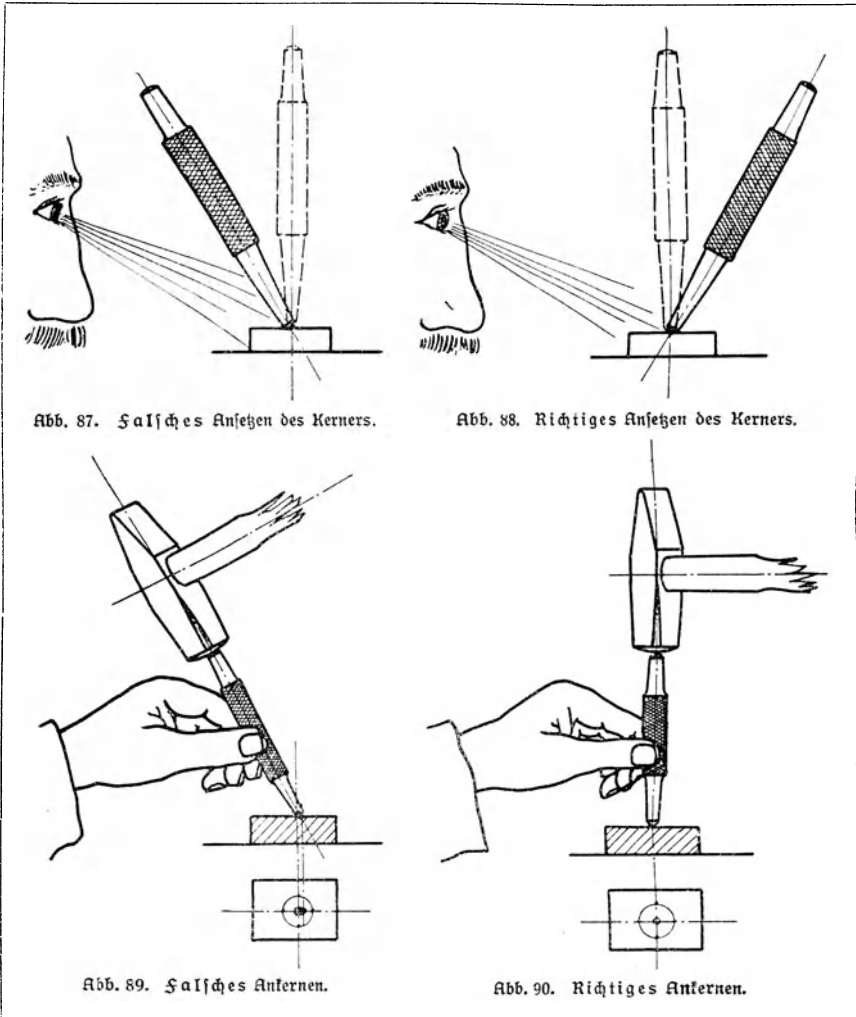


Abb. 86. Kontrollkreis und Kontrollkerner.



wo wir die Zirkelspitze einsetzen, legen das Werkstück mit den Flanschenaußenkanten auf die Anreißplatte und unterteilen es mit Holzkeilen so weit, bis die Flanschen genau senkrecht zur Anreißplatte stehen, was wir mit einem Winkel nachprüfen können. Dann suchen wir die Mittelpunkte der Flanschenlöcher durch Probieren mit dem Zirkel von der Außenseite her und kernern die Punkte leicht an. Nunmehr stellen wir den Parallelreißer auf das Maß 115 ein und reißen die wagerechte Mittellinie an. Hiernach nehmen wir das Maß 275, die Entfernung von Mitte Flansch zu Mitte Flansch in den Zirkel oder den Stangenzirkel, legen die vorläufigen Mittelpunkte durch Ausgleichen endgültig fest und kernern sie kräftig an. Mit dem Winkel ziehen wir dann die senkrechten Mittellinien. Aus den Flanschenmittelpunkten schlagen wir mit 180 mm Durchmesser oder 90 mm Halbmesser zunächst nur andeutungsweise

Kreise für die Schraubenlöcher und kontrollieren dann mit dem Maßstab, ob der Durchmesser von 180 mm tatsächlich stimmt. Dann erst ziehen wir die Kreise vollständig. Hierdurch sind die Lochmitten auf den Mittellinien festgelegt. Von hier aus finden wir die rechts und links auf dem Lochkreis zunächst gelegenen dadurch, daß wir mit dem Halbmesser (= 90) Kreise um die gefundenen Lochmitten schlagen und darauf jeden der erhaltenen Mittelpunkte mit einem Kernerschlag anmerken. Mit dem Spitzzirkel reißen wir dann die Löcher an, befehlen sie mit Kernerschlägen und umziehen sie mit etwas größeren Kontrollkreisen.

Eine Kurbel (Abb. 92) bereiten wir zum Anreißen in ähnlicher Weise vor.

Die Löcher werden später aus dem Vollen gebohrt. Nachdem wir die Kurbel auf Unterlegstücke gelegt und nach dem Winkel auf der Anreißplatte ausgerichtet haben,

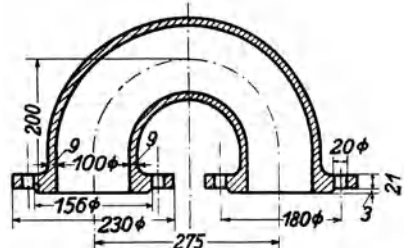
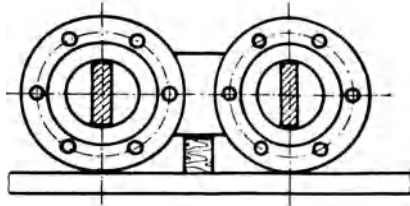
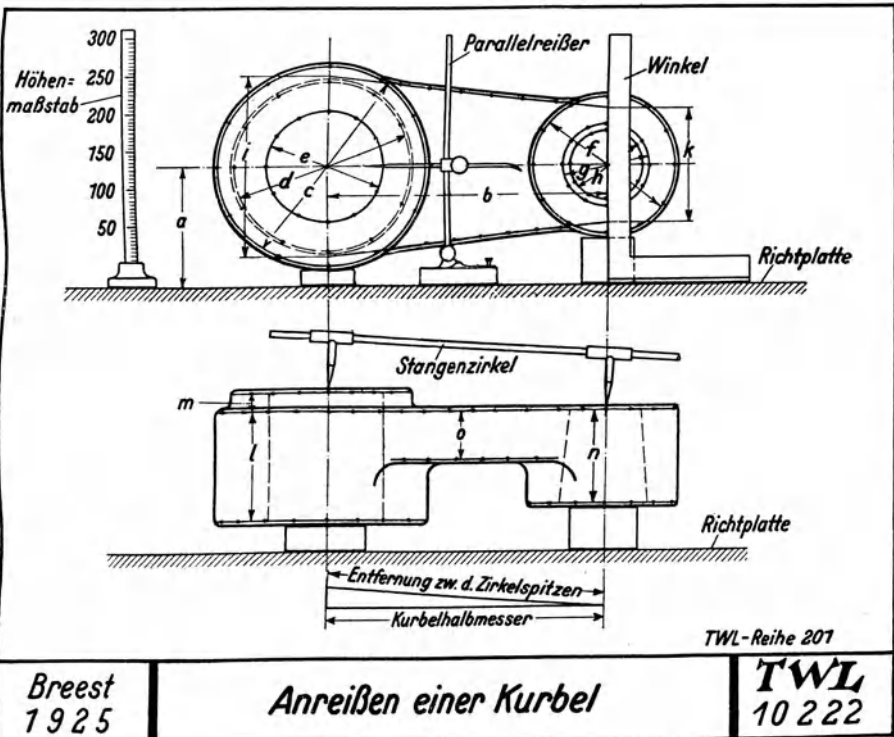


Abb. 91. Rohrkrümmer.



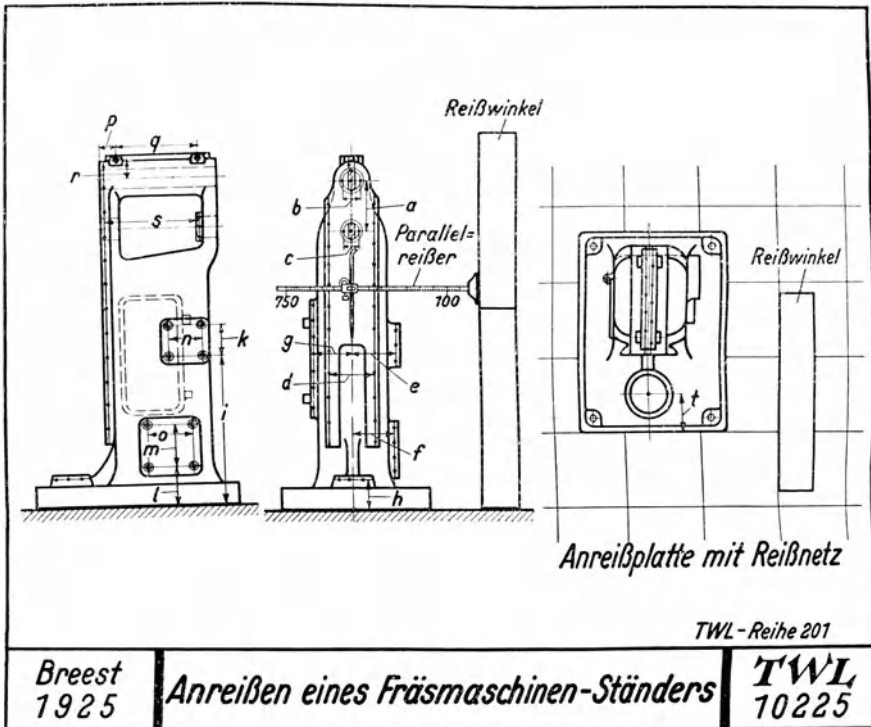
TWL-Reihe 201

Breest  
1925

Anreißer einer Kurbel

TWL  
10 222

Abb. 92.

Breest  
1925

Anreißen eines Fräsmaschinen-Ständers

TWL  
10225

Abb. 93.

reißen wir in der Reihenfolge *a* bis *n* an und bringen auf den gerissenen Linien zahlreiche Kernerschläge an. Bei dem Maß *a* ist die Höhe der Unterlegstücke zu berücksichtigen. Auch haben wir zu beachten, daß das Maß *b* (Entfernung der Zirkelspitzen) größer sein muß als der Kurbelhalbmesser. Warum?

Schließlich wollen wir den Ständer einer Fräsmaschine anreißen (Abb. 93). Nachdem wir das Gußstück geweißt und in die vorgegoffenen Löcher Mittel hineingeschlagen haben, stellen wir es auf die Anreißplatte, die hier ein vorgerissenes Liniennetz aufweist. Mit Hilfe von senkrecht auf der Anreißplatte stehenden Reißwinkeln reißen wir mit dem Parallelreißer zunächst die senkrechte Hauptmittellinie an, danach an Hand der Werkzeichnung die Maße *a* bis *t*.

### c) Ersatz des Anreißens durch Schablonen und Vorrichtungen.

**Schablonen.** Haben wir z. B. auf einem Wellenende einen Sechskant anzureißen, so können wir uns die Arbeit in der Weise vereinfachen, daß wir eine Blechschablone (Abb. 94), die ein ausgeschnittenes Sechseck enthält, auf die geweißte Stirnseite der Welle auflegen und das Sechseck mit der Reißnadel nachziehen. Derartige Schablonen besitzt der Anreißer für eine ganze Reihe verschiedener Teile.

**Vorrichtungen.** Auch Bohrlehren ermöglichen erhebliche Zeitersparnis, da sie das Anreißen überflüssig machen. Außerdem werden in Bohrlehren hergestellte

Werkstücke viel genauer als angeriffene und untereinander gleichmäßig, sie werden also austauschbar. Man findet solche Vorrichtungen, zu denen außer den Bohrlehren auch Fräs- und Hobellehren gehören, besonders in der Massenfertigung.

Beispiel. Die in Abb. 85 dargestellte Stahlleiste soll ohne Anreissen in einer Bohrlehre gebohrt werden. Eine hierfür geeignete Bohrlehre ist in Abb. 95 dargestellt. Sie besteht aus einem  $\square$ -förmigen Stück Gußeisen oder Maschinenstahl, das einen Paßstift und eine Druckschraube enthält, um die Werkstücke ein für allemal in der richtigen Lage festzuhalten. Damit das Werkstück gut anliegt, ist der Paßstift geflächt (Abb. 96). Die Stellen, an denen zu bohren ist, enthalten gehärtete und geschliffene Bohrbuchsen aus Gußstahl (Werkzeugstahl). Wir brauchen nun den Bohrer einfach in die Bohrbuchsen einzuführen und das Werkstück durchzubohren, nachdem wir es richtig in die Bohrlehre eingespannt haben.

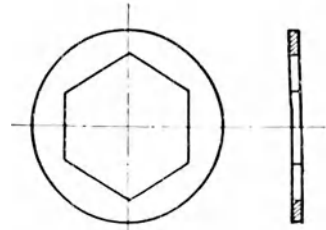


Abb. 94. Schablone zum Anreissen von Sechskanten.

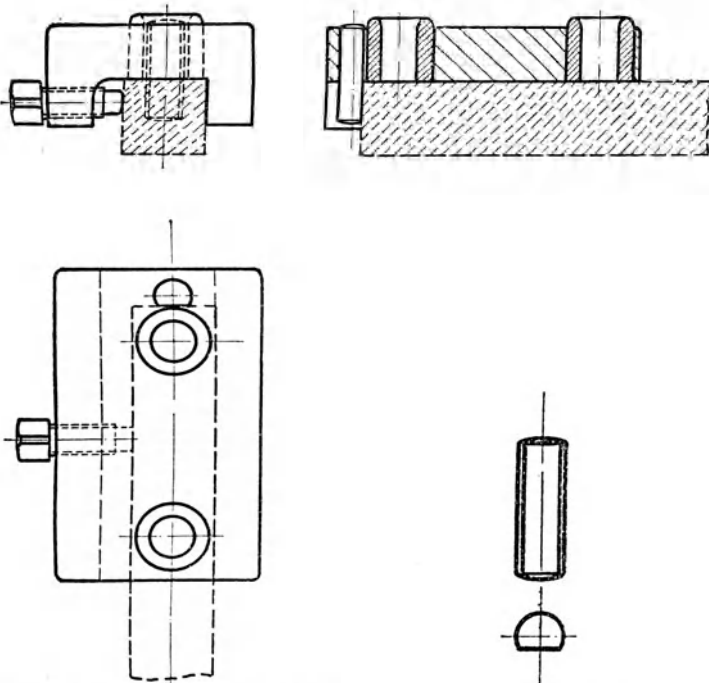


Abb. 95. Bohrvorrichtung für Stahlleisten.

Abb. 96. Geflächter Paßstift.

### 3. Biegen.

#### a) Arbeitsvorgang.

Wir denken uns ein Werkstück der ganzen Längsrichtung nach aus einzelnen Fasern bestehend. Biegen wir nun das Stück (Abb. 97), so werden die außen liegenden Fasern *AA* gezogen, die innen liegenden Fasern *BB* gedrückt oder gestaucht, die sog. neutrale Faser in der Mitte

*CC* wird weder gezogen noch gestaucht. Je weiter die Fasern *AA* und *BB* von der Mitte entfernt sind, um so stärker ist die Dehnung oder Stauchung. Daher kann es bei dicken Stücken sehr leicht vorkommen, daß sie außen einreißen und innen zerdrückt werden. Besonders bei kalt gebogenen Stücken kann man diese Erscheinung zuweilen beobachten. Man benutzt sie daher bisweilen absichtlich zum Zerteilen der Stücke. Will man sie vermeiden, so dürfen die Querschnitte nicht zu dick sein.

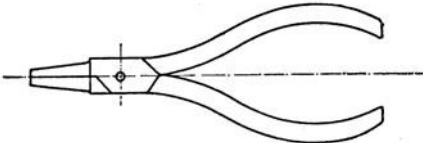
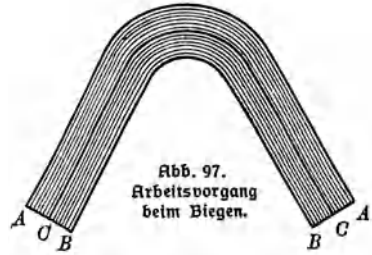


Abb. 98. Rundzange.

#### b) Anwendung.

Wir biegen kalt: Draht, um Federn zu wickeln, Stäbe, Bleche u. dgl. dünnere Teile.

Voraussetzung ist, daß der Werkstoff nicht spröde ist. So läßt sich z. B. Gußeisen nicht biegen. Wir biegen auch Rohre für Dampf, Flüssigkeiten oder Gase. Damit keine Eindrücke entstehen, füllen wir sie vorher mit Sand oder Harz. Große Werkstücke, z. B. Rohre über 1"  $\Phi$ , müssen wir vor dem Biegen erwärmen. Beim Biegen geschweißter Rohre haben wir darauf zu achten, daß die Schweißnaht in der neutralen Faser liegt, weil die Naht am wenigsten widerstandsfähig ist. Als Werkzeuge zum Biegen dienen Rundzange (Abb. 98) und Dedzange (Abb. 99). Die Wirkungsweise einer Walzenbiegemaschine geht aus Abb. 100 hervor. Drei in einem Ständer gelagerte Walzen bewirken die Biegung des Bleches. Die unteren beiden Walzen lassen sich in Richtung der Doppelpfeile verstellen, so daß wir verschieden starke Krümmungen des Bleches herstellen können. Damit wir auch geschlossene Rohre biegen können, ist die obere Walze herausnehmbar angeordnet.

Das Richten ist ebenfalls eine Biegearbeit. Kleine Bleche richten wir mit Hammer und Richtplatte, eine Arbeit, die als Spannen bezeichnet wird. Zum Richten größerer Bleche dienen Blechrichtmaschinen, die in ihrer Wir-

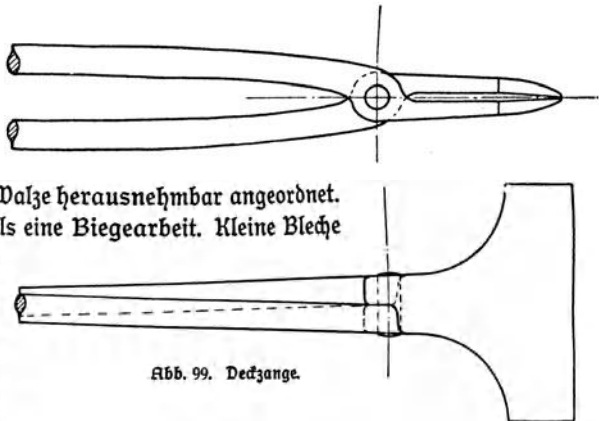
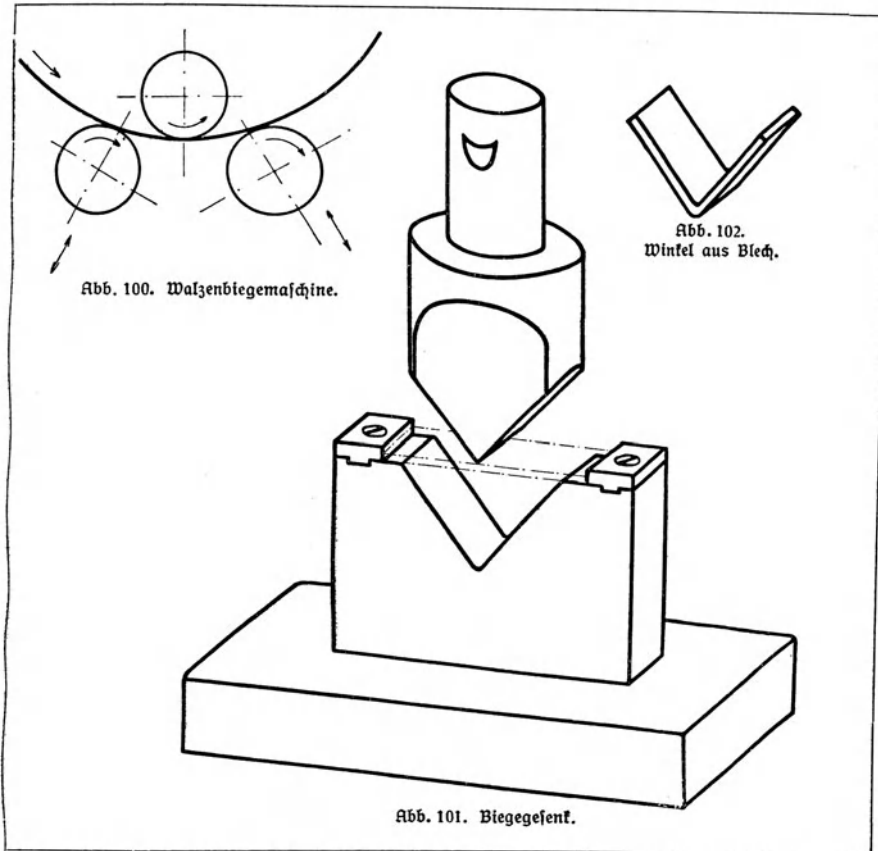


Abb. 99. Dedzange.



fungsweise einem Blechwalzwerk ähnelt. Zum Richten von Draht verwenden wir Drahtrichtmaschinen, deren senkrecht und wagerecht liegende, nachstellbare Rollen den zwischen ihnen hindurchgezogenen Draht gerade biegen. In der Massenherstellung sind Biegegefenke (Abb. 101) am Platze. Haben wir z. B. Winkel aus Blech (Abb. 102) herzustellen, so legen wir den zugeschnittenen Blechstreifen auf die Matrize zwischen die Anschläge (Abb. 101). Der Stempel, der der inneren Form des Werkstückes entspricht, biegt bei seinem Niedergang das Stück in die gewünschte Form. Zuweilen befinden sich im unteren Teil der Matrize Federn, die das Werkstück selbsttätig auswerfen.

## 4. Ziehen, Drücken.

### a) Ziehen.

Um dünne Drähte (unter 4—5 mm) herzustellen, die wegen der raschen Abkühlung nicht mehr gewalzt werden können, ferner zum Blankziehen von Stücken größeren Querschnitts, Wellen u. dgl., verwenden wir Ziehheisen (Abb. 103). Das aus Stahl gefertigte Ziehheisen enthält eine konische Ausbohrung. Diese ist beiderseits

ein wenig abgerundet, damit das gezogene Werkstück nicht gefächert wird und das Ziehisen selbst nicht ausplatzt. Durch das Ziehen wird der Draht dünner und länger, gleichzeitig aber auch fester und spröder, da die Massenteilchen enger aneinandergepreßt werden. Um die Sprödigkeit wieder aufzuheben, müssen wir gezogene Werkstücke glühen.

Dies ist aber nicht immer möglich, z. B. bei gezogenen Wellen. So kommt es denn vor, daß beim Einarbeiten einer Keilnute z. B. Spannungen frei werden und das Stück verziehen und unter Umständen unbrauchbar machen. Eine Maschine zum Ziehen zeigt Abb. 104. Die Schleppzangenziehbank trägt das Ziehisen.

Der angespitzte und durch das Ziehisen hindurchgesteckte Draht wird von einer Zange gefaßt und mit Hilfe eines Windwerkes gezogen. Sehr feine Drähte, z. B. für Glühlampen, zieht man durch Ziehlöcher, die in Rubinen, Saphiren oder Diamanten angebracht sind.

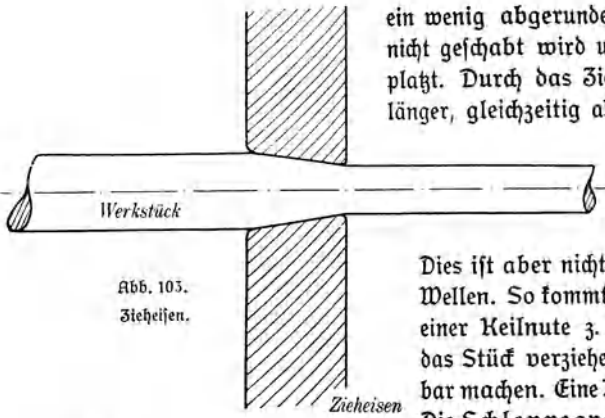


Abb. 103.  
Ziehisen.

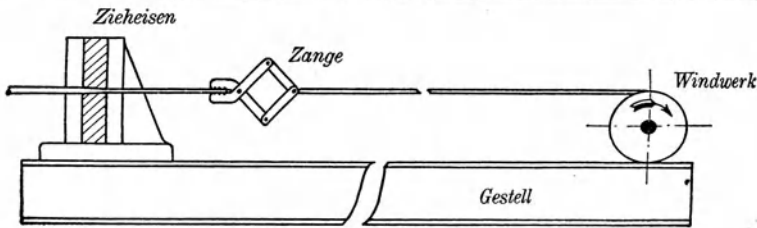


Abb. 104. Schleppzangenziehbank.

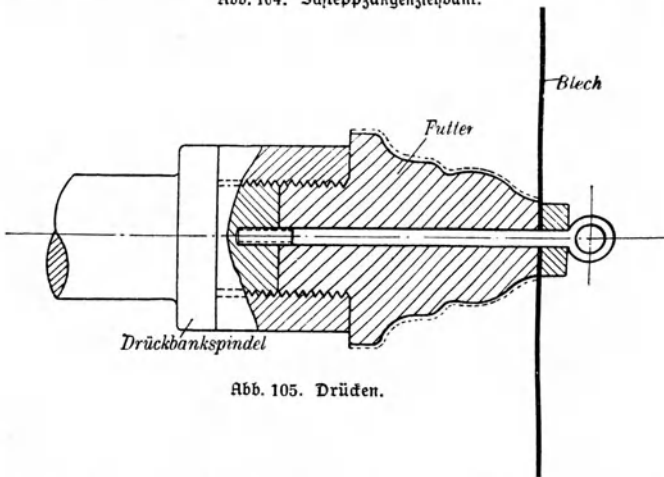


Abb. 105. Drücken.



### b) Drücken.

Dünne Blechscheiben können wir durch Drücken in Formen bringen, wie sie in der Lampenfabrikation, bei der Herstellung optischer Instrumente u. dgl. gebraucht werden. Der Metalldrücker spannt das zu drückende Blech über ein Futter aus Hartholz oder Metall (Abb. 105) und drückt es mit einem Drückstahl aus poliertem Stahl in das Futter hinein, während dieses sich mit dem Blech dreht. Auch durch das Drücken entstehen infolge der Zusammendrängung der Massenteilchen Spannungen, die man durch Glühen beseitigen kann.

## 5. Die Spanbildung und das Trennen durch Meißeln, Sägen, Scheren, Stanzen, Lochen.

### a) Die Spanbildung.

Beim Meißeln, Sägen, Feilen, Drehen und vielen anderen Arbeitsvorgängen heben wir Späne von dem Werkstück ab, um ihm die gewünschte Form zu geben. Die Schneidwerkzeuge, die wir zu diesem Zwecke verwenden, haben als Grundform den Keil. Ein schlanker Keil dringt leichter in den Werkstoff ein als ein dicker, er bricht aber auch leichter ab. Beim Schneiden dringt der Keil zunächst in der Nähe der Oberfläche in den Werkstoff, und der losgetrennte Teil, der Span, weicht nach der Seite des geringsten Widerstandes hin, also nach der Oberfläche und über diese hinweg, aus. Dabei gibt man dem Keil eine gewisse Neigung gegen die Oberfläche des zu bearbeitenden Werkstückes, damit die Reibung zwischen Werkzeug und Werkstoff geringer wird (Abb. 106). Den auf diese Weise entstandenen Winkel  $\alpha$  nennt man Anstellungswinkel oder Anfaßwinkel. Der Winkel  $\beta$  ist der Keil- oder Meißel- oder Zuschärfungswinkel, und der aus  $\alpha$  und  $\beta$  zusammengesetzte Winkel  $\gamma$  heißt Schneidwinkel. Verändern wir durch andere Anstellung des Meißels den Winkel  $\alpha$ , so verändert sich damit auch der Winkel  $\gamma$ . Wird  $\alpha$  z. B. größer, dann wird die Reibung zwischen Werkstück und Stahl kleiner, gleichzeitig wird aber der Schneidwinkel  $\gamma$  größer, und das Material läßt sich wegen des größeren Widerstandes schwerer abtrennen, d. h. es können nur kleine Späne genommen werden. Die Schneidkante ist niemals haarscharf, sondern immer etwas abgerundet, weil man genau scharfe Kanten nicht herstellen kann. Beim Eindringen eines Schneidstahles in den Werkstoff geschieht nun folgendes (Abb. 107). Der Stahl drückt einen Teil des Werkstoffes ein wenig zusammen. Dieser kommt hinter der Schneide federnd wieder hoch. Daher ist eine mit Schneidwerk-

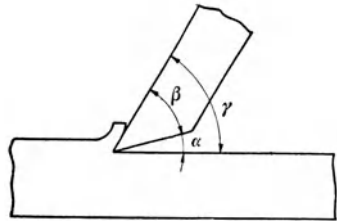


Abb. 106. Winkel am Stahl.

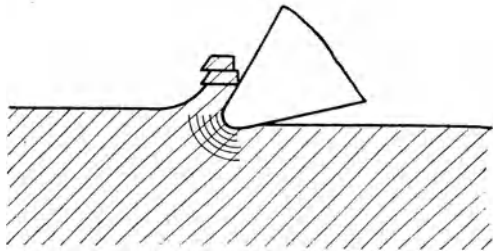


Abb. 107. Schneidvorgang.

Abb. 108.  
Flachmeißel.

zeugen bearbeitete Oberfläche selten glatt. Außerdem bekommt ein durch solche Werkzeuge bearbeitetes Stück Spannungen, die auf die Zusammendrängung der Massenteilchen zurückzuführen sind. Den Span können wir uns folgendermaßen entstanden denken. Die Stahlbrust staucht den Werkstoff — aus diesem Grunde ist der Span stets kürzer als die Strecke, von der er abgetrennt ist —, schiebt ihn vor sich her und schert ihn dann in Richtung senkrecht zur Stahlbrust ab. Dieser Vorgang wiederholt sich während der ganzen Dauer der Spanabnahme. Ist der Werkstoff spröde, so spritzen die losgetrennten Teilchen fort, wie z. B. bei Gußeisen, ist er zähe, so hängen die einzelnen Molekülgruppen, die sich brockenweise an der Werkzeugbrust hochschieben, noch lose zusammen

Abb. 109.  
Kreuzmeißel.

(Stahlspäne). Daß der Zusammenhang nur noch lose ist, können wir daraus schließen, daß wir die Späne leicht zerbrechen können. Infolge der Reibung bei der Spanabhebung entsteht Wärme. Daher sind abgetrennte Späne heiß. Stahlspäne laufen infolge der starken Erwärmung sogar an. Auch das Werkzeug erwärmt sich, glüht aus und verliert, wenn es aus gewöhnlichem Werkzeugstahl besteht, seine Schneidhaltigkeit. Um dies zu vermeiden, kühlt man häufig die Werkzeugschneide mit Seifenwasser, Öl u. dgl.

### b) Das Meißeln.

Mit Hilfe der Meißel entfernen wir die Gußnaht, trennen wir Eisen- und Metallteile, schlagen wir Nuten, entfernen wir Nietköpfe und führen wir sonstige Trenn- und Spanabhebearbeiten aus, wenn für diesen Zweck nicht Werkzeugmaschinen vorhanden sind. Meißeln ist zeitraubend, daher kostspielig.

Abb. 108 zeigt den Flachmeißel. Die Schneide hat dieselbe Breite wie der Schaft. Der Meißel muß aus zähem Werkzeugstahl bestehen, damit er nicht ausbricht. Aus demselben Grunde bleibt der Meißelkopf ungehärtet. Bart, der sich beim Schlagen bildet, muß entfernt werden. Der Kreuzmeißel (Abb. 109) hat eine schmale Schneide. Er ist mit Rücksicht auf die Festigkeit in der Mitte breit gehalten. Wir verwenden den Kreuzmeißel, um Nuten einzuhauen oder um runde Löcher zu viereckigen auszuhauen.

Beim Meißeln treten häufig Unfälle ein. Außer der Hand sind die Augen gefährdet. Längere Meißel sind ein besserer Schutz für die Hand als kurze, weil bei Benutzung jener die Hand nicht so nahe am Arbeitsstück liegt und daher beim Abrutschen des Meißels nicht so rasch aufschlägt. Um die Augen zu schützen, tragen wir Schutzbrillen. Damit die Mitarbeiter nicht von abgetrennten Teilchen getroffen werden, stellen wir Wände aus engem Drahtgeflecht oder Segeltuch vor das Werkstück.

### c) Sägen.

Die Sägezähne haben Ähnlichkeit mit dünnen Meißeln. Sie können nur geringe Schichten vom Werkstoff abnehmen, da sie so klein sind. Damit die Arbeit rascher

vonstatten geht, sind zahlreiche Meißelchen oder Zähne hintereinander angeordnet (Abb. 110). Die Zahnlücken zwischen den Zähnen haben die Aufgabe, die abgetrennten Späne aufzunehmen. Sind die Späne klein, wie bei der Metallbearbeitung, so können die Zähne dichter stehen; sind sie groß, wie bei der Holzbearbeitung, dann müssen auch die Zahnlücken größer sein. Damit die Sägen sich nicht klemmen, sondern frei schneiden, sind die Zähne entweder verstärkt (Abb. 111), z. B. durch Stauchen, oder geschränkt, d. h. abwechselnd nach links und nach rechts gebogen (Abb. 112) oder, wie es bei Kreis Sägen geschieht, hohlgeschliffen (Abb. 113). Die Sägeblätter werden aus gutem Stahlblech hergestellt. Die Zähne werden mitunter eingefeilt, gestanzt oder meistens eingefräst. Die Blätter werden entweder ganz glashart gehärtet, oder der Rücken bleibt weich — er ist dann zäher — und nur die Zähne werden gehärtet.

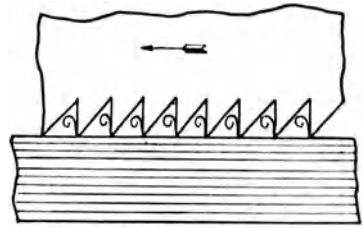


Abb. 110. Wirkungsweise der Säge.

Das Sägeblatt muß straff gespannt sein, damit es nicht bricht. Die Zähne müssen in der Angriffsrichtung schneiden. Zum Spannen dient der Sägebogen. Vorteilhafter als die Handsägen sind die verschiedenen Maschinensägen.

#### d) Scheren.

**Winkelschere.** Diese Schere ähnelt der Schere, die wir im Haushalt benutzen. Versuchen wir etwa ein Stück Holz (runden Bleistift oder dgl.) mit einer solchen Schere dicht am Drehpunkt der beiden Scherblätter zu schneiden, so merken wir, daß dieses Holz sich erst ein ganzes Stück vorschiebt, bevor es sich festklemmt und geschnitten wird. Woher kommt dies? Die beiden Scherenblätter drücken auf das Werkstück. Die Kräfte, die hierbei auftreten, sind in Abb. 114 zeichnerisch durch  $K_1$  und  $K_2$  wiedergegeben. Nun wissen wir, daß ein Körper, an dem zwei Kräfte in verschiedener Richtung angreifen, sich weder ganz nach der einen, noch ganz nach der anderen Richtung hin bewegt, sondern einen Mittelweg einschlagen wird. Diesen Weg kann man feststellen, wenn man die beiden Kraftstrecken  $K_1$  und  $K_2$  zu einem Paral-

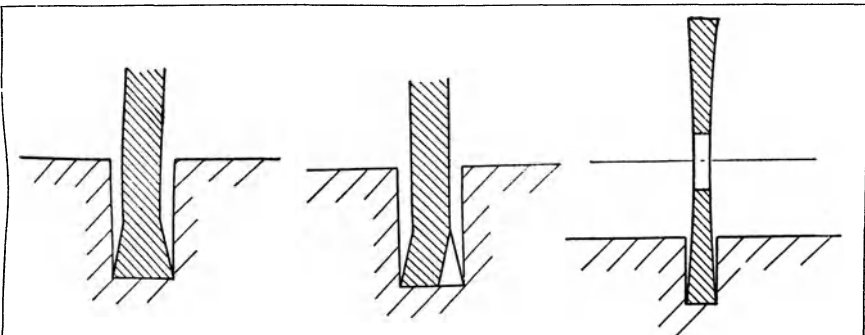


Abb. 111. Verstärkter Sägezahn. Abb. 112. Geschränkter Sägezahn. Abb. 113. Hohlgeschliffene Kreis säge.

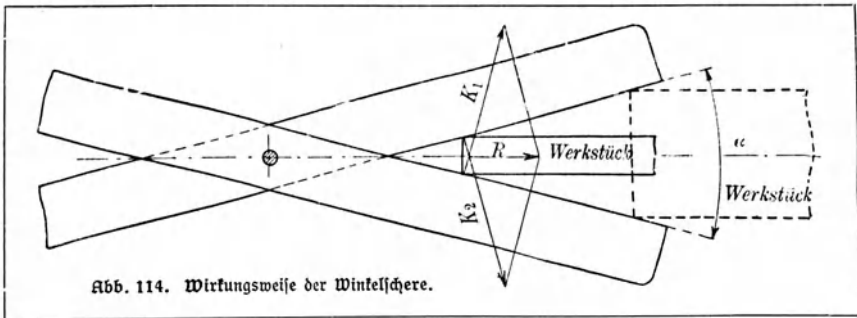


Abb. 114. Wirkungsweise der Winkelschere.

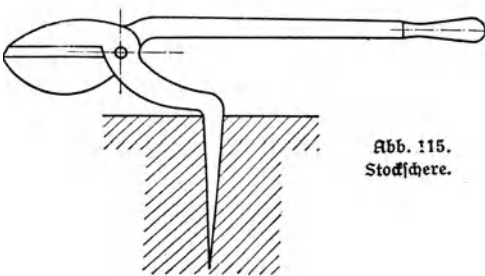


Abb. 115. Stockschere.

lelogramm ergänzt. In diesem Parallelogramm gibt die Diagonale  $R$  die Richtung an, in der sich der Körper bewegen muß. Gleichzeitig zeigt die zeichnerische Darstellung aber auch, daß die Kraft  $R$  kleiner ist als die Kräfte  $K_1$  und  $K_2$  zusammengenommen. Ein zwischen den Schenkeln dieser Schere liegendes Werkstück wird also durch die Kraft  $R$  so lange nach außen geschoben, bis die Reibung zwischen dem Stück und den Schneiden größer wird als die herauschiebende Kraft  $R$ . Man hat festgestellt, daß dieser Zustand eintritt, wenn der Schneidwinkel der Schere

$\alpha$  kleiner ist als  $15^\circ$ . Man macht ihn in der Praxis  $9^\circ$  bis  $14^\circ$ . Diese Schere wirkt wie viele unserer Werkzeuge als zweiarmiger Hebel, dessen Unterstützungspunkt im Drehpunkt liegt. Hat man stärkere Stücke zu trennen, so muß man den Hebelarm, an dem die Kraft angreift, verlängern, wie z. B. bei der Stockschere (Abb. 115.)

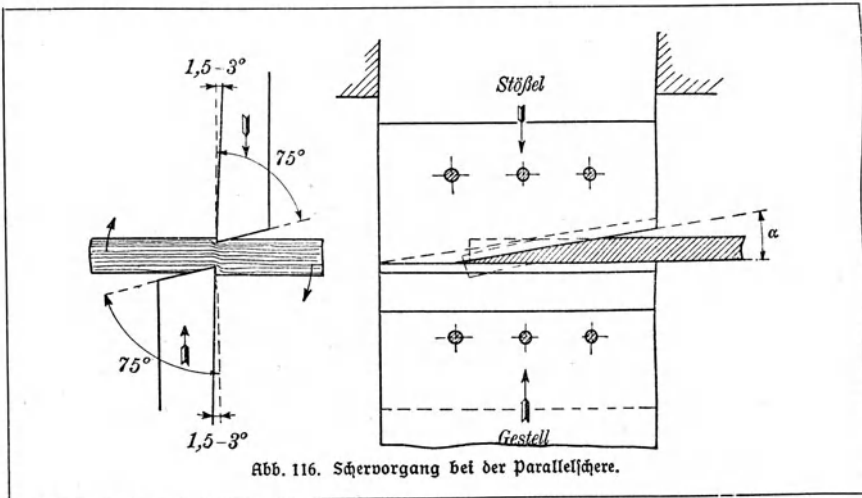


Abb. 116. Schervorgang bei der Parallelschere.

Die Parallelschere (Abb. 116) ist besonders zum Trennen stärkerer Werkstücke oder Werkstoffe geeignet. Das untere Scherblatt ist in der Regel am Maschinenkörper befestigt und steht wagerecht. Das obere steht zum unteren geneigt und lässt sich senkrecht auf- und abwärts bewegen. Es ist aus dem Grunde geneigt, damit es nach und nach in den Werkstoff eindringt, nicht auf einmal in ganzer Breite. Diese allmahlliche Kraftäußerung ist für die Maschine und für die Arbeit günstiger als plötzliche, stoßartig auftretende Beanspruchung. Ferner bleibt der Winkel  $\alpha$ , den die beiden Schneiden miteinander bilden, stets gleich groß, ganz gleich, wie stark das zu trennende Material ist. Sieht man sich nun einmal die Schere beim Schneiden von der Seite an (Abb. 117), so erkennt man, wie die obere Schneide das Werkstück rechts nach unten drückt, die untere aber links nach oben. Die Pfeile  $K_1$  und  $K_2$  zeigen die Lage dieser beiden Druckkräfte. Sie sind um die Strecke  $a$  voneinander entfernt. Das Drehbestreben ist um so großer, je großer die Kräfte  $K$  und je großer die Strecke  $a$  ist. Damit das Werkstück nicht umschlägt, müssen wir es festhalten. Hierzu reicht bei leichteren Stücken die Hand aus, bei schwereren ist eine besondere Vorrichtung, der Niederhalter, erforderlich.

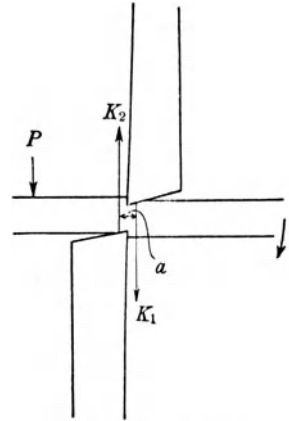


Abb. 117. Schervorgang bei der Parallelschere, von der Seite gesehen.

e) Lochen und Stanzen.

Zum Kaltlochen von Hand verwenden wir den Durchschlag von

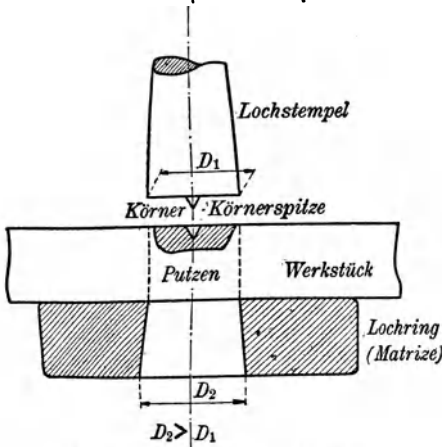


Abb. 119. Lochstempel und Lochring.

zylindrischer oder ediger Form (Abb. 118). Zur Maschinenarbeit benutzen wir Stempel von verschiedenem Querschnitt. Ein Lochstempel ist in Abb. 119 dargestellt. Durchschlag und Stempel wirken ähnlich wie die Schere. Auch hier dringt eine Schneide in das Material, staucht die einzelnen Fasern, biegt sie dann und dehnt sie soweit, bis sie abreissen. Im Gegensatz zur Schere bildet die Schneide dieser Werkzeuge eine geschlossene Linie (Kreis, Rechteck,

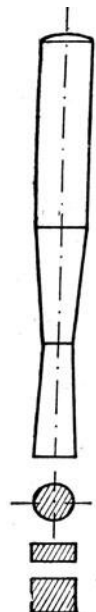
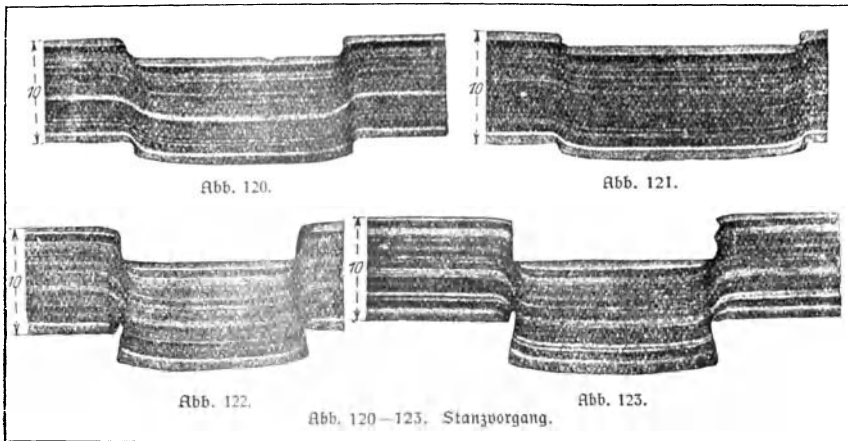


Abb. 118. Durchschläge.

Quadrat usw.). Die zweite Schneide wird durch die Umrisse des Loches in der Unterlage gebildet (Abb. 119). Dieser Lochring heißt auch Matrize oder Gegen-



sich nicht klemmt und der Pußen oder Lochkern besser austreten kann. An Stelle einer Matrize verwenden wir bei einfacheren Locharbeiten auch ein Stück Hirnholz, Bleiplatten oder Zinnplatten als Unterlagen, um Beschädigungen des Werkzeuges zu vermeiden.

Den Stanzvorgang erkennen wir aus den Abb. 120—123. Die Abbildungen zeigen Bleche von 10 mm Stärke beim Stanzen kreisförmiger Löcher. In Abb. 120 sehen wir den Beginn des Stanzvorgangs. Die Fasern des Werkstoffes, der im Querschnitt dargestellt ist, sind in der Nähe des Lochrandes gebogen. In Abb. 121 ist die Verzerrung der Fasern weiter fortgeschritten, in Abb. 122 erkennen wir bereits das Einreißen der unteren Fasern, bis schließlich in Abb. 123 die Trennung der gesamten Werkstofffasern erfolgt ist und sich ein Pußen gebildet hat, der bei weiterem Vordringen des Stempels ausgestoßen wird. Gestanzte Löcher sind niemals so sauber wie gebohrte Löcher, weil sich beim Abreißen der Werkstofffaser ein Grat bildet. Auch sind die Werkstoffteilchen in der Nähe des Loches stark auseinandergezerrt, und damit ist der Werkstoff an diesen Stellen weniger fest geworden. Aus diesem Grunde stellt man auch Löcher für Dampfkesselbleche u. dgl. nicht durch Lochen, sondern durch Bohren her.

Zum maschinellen Lochen befestigt man den Lochstempel, auch Matrize genannt, in dem auf- und abgehenden Stößel der Lochmaschine oder Stanze (Abb. 124), die Matrize in einer Froschplatte, die durch Schrauben zentriert wird. Ein Abstreifer hält das Werkstück nieder, wenn es infolge der Reibung mit dem Stempel hochgeht.

Schnitte und Stanzen. In der Massenherstellung verwenden wir Schnitte zum Ausstanzen von Scharnieren, Beschlägen, Messerflingen, Fahrradteilen, Uhrenteilen und vielen anderen Stücken. Beispiele für solche Schnitte sind in Abb. 125 und 126 dargestellt. Das Werkzeug in Abb. 125 dient zum Ausstanzen von Plättchen. Der Schnittstempel hat daher an seinem unteren Ende die Form dieser Plättchen. Der Stempel paßt in den entsprechenden Ausschnitt der Führungsplatte, die auf die Schnittplatte aufgeschraubt ist. In der Führungsplatte bewegt sich der

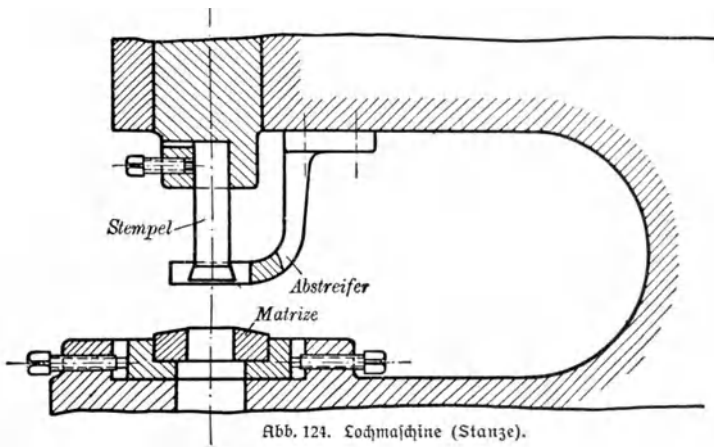


Abb. 124. Σοδημηνηνη (Stanze).

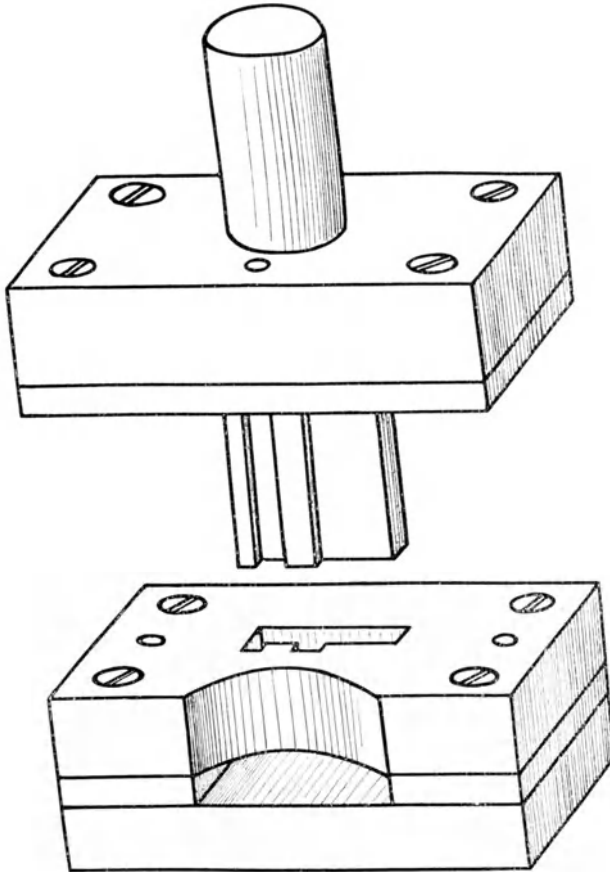


Abb. 125. Σηνηνη.

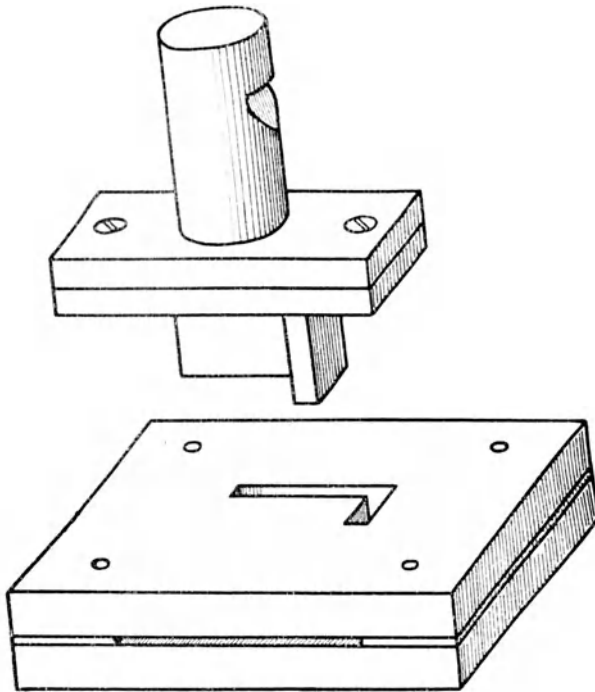


Abb. 126. Schnitt für Winkel.

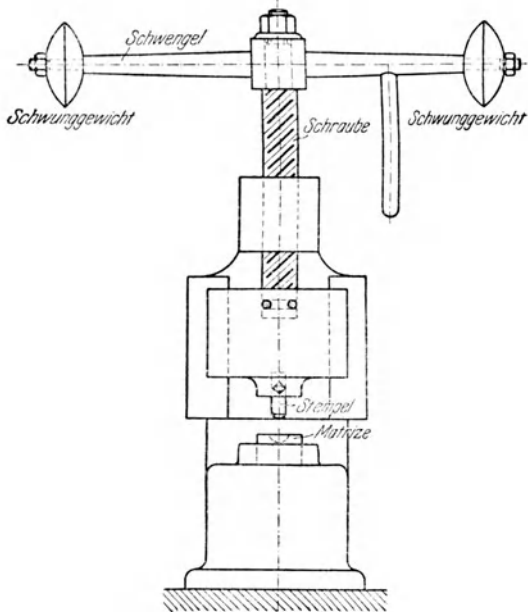


Abb. 127. Spindelpresse.



Schnittstempel auf und nieder. Der Blechstreifen, aus dem die Werkstücke ausgestanzt werden, läßt sich in einer Rinne der mittleren Platte verschieben. Die konischen Stifte dienen dazu, die Lage der Platten gegeneinander zu sichern. Außerdem ist ein zylindrischer Aufhängestift vorhanden, der in einer Ausparung sitzt. Über diesen hängt der Arbeiter nach jedem Schnitt das ausgeschnittene Blech, drückt es gegen den Stift und regelt so den Abstand zwischen den einzelnen Ausschnitten.

Von den verschiedenen Arten von Maschinen, wie z. B. Handhebelpressen, Fußtrittpressen, Spindelpressen mit Schwunggewichten, Frikctions-Spindelpressen ist eine in Abb. 127 dargestellt. Es ist eine Spindelpresse mit Schwunggewichten. Soll die Maschine arbeiten, so werfen wir den Schwengel mit den beiden Schwunggewichten herum. Dann bewegt sich die mit mehrgängigem, steilem Gewinde versehene Spindel rasch nach unten und drückt das Werkzeug in das Werkstück. Die Schwunggewichte verstärken die Wucht.

## 6. Seilen, Schaben, Räumen und Nutenzielen.

### a) Seilen.

Wirkungsweise. Auch die Seile können wir als eine Vereinigung vieler, kleiner Meißelchen zu einem Werkzeug ansehen. Diese Meißelchen sind folgendermaßen entstanden. Die ursprünglich glatte Oberfläche der Seile ist mit Hieben versehen (Abb. 128). Die unter dem Winkel  $\alpha$  eingehauenen Schneiden bilden den Unterhieb, die unter dem Winkel  $\beta$  gehauenen den Oberhieb oder Aufhieb. Beide Winkel sind meist verschieden groß. Außerdem stehen die Zähne nicht parallel zur Achse  $A-B$ , sondern geneigt zu dieser. Aus diesem Grunde werden die Späne leicht seitlich abgeführt. — Aus einem ähnlichen Grunde ist auch die Bürstenwalze der Straßenkehrmaschine oder der Schneepflug vor der Lokomotive schräggestellt. — Ferner liegen die einzelnen Meißelchen der Seile so hintereinander, daß das hintere das Material erfaßt, das das vordere stehen gelassen hat. Ständen sie „in Reih und Glied“ hintereinander, so würden Furchen in dem bearbeiteten Werkzeug entstehen. Zuweilen bringen wir etwas Öl oder Kreide auf die Seile, um eine glatte Oberfläche auf dem Werkstück zu erzeugen. Diese Stoffe verhindern nämlich ein zu tiefes Eindringen der Zähne. Die Zwischenräume zwischen den Zähnen der Seile haben die Aufgabe, die Späne aufzunehmen. Für weiches Metall, wie Zinn und Blei, verwenden

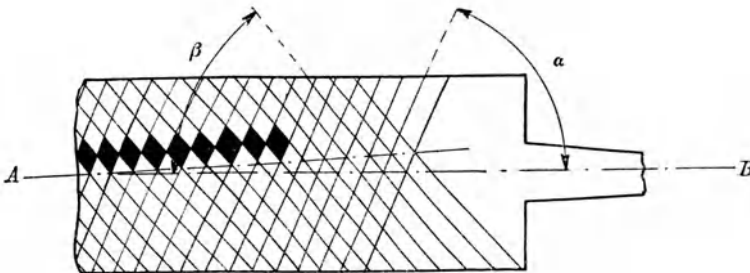
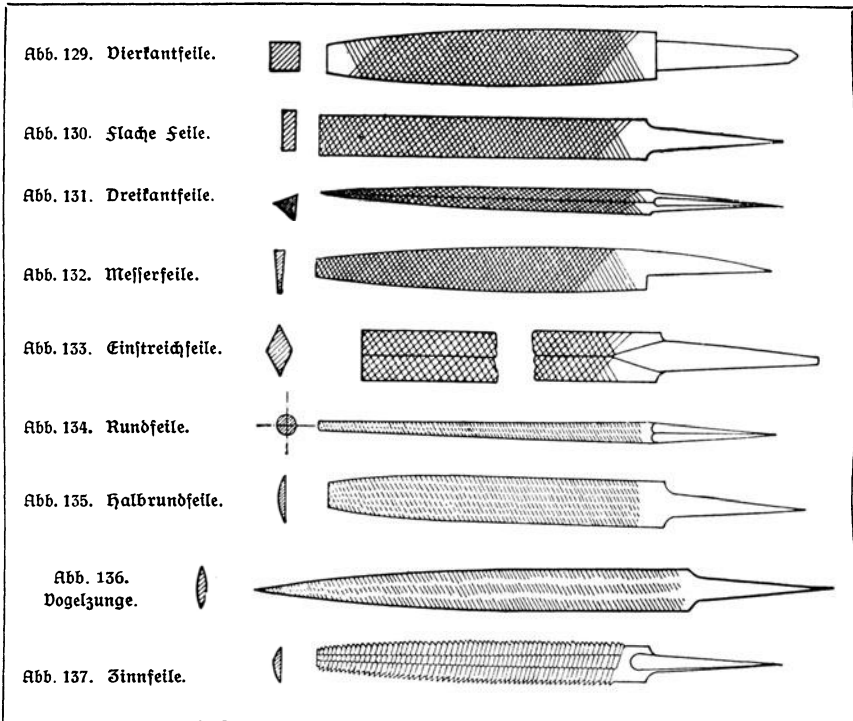


Abb. 128. Seile.



wir daher Feilen mit großen Zwischenräumen, die in der Regel nur einhäutig gehauen sind. Auch bei der Raspel, die wir zur Bearbeitung von Horn und Holz verwenden, können wir die großen Zwischenräume zwischen den Zähnen feststellen.

Feilenarten. Wir unterscheiden:

1. Grobfeilen (auch Arm- oder Strohfeilen)<sup>1)</sup> mit grobem Hieb.
2. Bastardfeilen oder Vorfeilen mit mittlerem Hieb.
3. Schlichtfeilen mit feinem Hieb.

Außerdem benutzen wir noch Zwischenstufen, wie z. B. Halbschlichtfeilen, deren Zähnung zwischen der der Bastard- und Schlichtfeile liegt, und Feinschlicht- oder Doppelschlichtfeilen, die feiner gezähnt sind als Schlichtfeilen.

Feilenformen. Den verschiedenen Arbeiten entsprechend haben auch die Feilen verschiedene Formen. Die gebräuchlichsten Arten sind in Abb. 129—137 dargestellt.

Zum Einspannen der Werkstücke verwenden wir Feilkloben (Abb. 138), Reiskloben (Abb. 139), die das Werkstück in der für das Abreißen oder Kantenbrechen bequemsten Lage halten, Spannkluppen (Abb. 140) und Schraubstöcke. Der Flaschenschraubstock (Abb. 141) hat den Nachteil, daß die Backen nur in einer bestimmten Lage parallel liegen. Diesen Nachteil vermeidet der Parallelschraubstock (Abb. 142). Der hintere Backen läßt sich mit Hilfe einer Spindel und einer in diesem Backen befestigten Mutter verschieben. Zu beachten ist, daß das Werkstück nicht zu lang ein-

1) Weil sie früher in Stroh verpackt verkauft wurden.

gespannt wird (Abb. 143), da es sonst federt und die Seile schlecht angreift. Das Einspannen soll nach Abb. 144 erfolgen.

Behandlung der Seilen. Je besser wir unsere Werkzeuge behandeln, desto besser können wir mit ihnen arbeiten. Die Seile arbeiten nur beim Vorwärtsstoß, daher müssen wir sie ohne Druck zurückziehen, um die Zähne zu schonen. Zum Reinigen benutzen wir ein Blech aus Messing oder weichem Eisen, etwa 1 mm stark, das wir mit messerscharfer Schneide versehen, außerdem Drahtbürsten, zuweilen auch Säuren oder das Sandstrahlgebläse, um verschmierte Seilen zu säubern. Verolte Seilen können wir mit Petroleum reinigen. Stumpfgewordene Seilen lassen

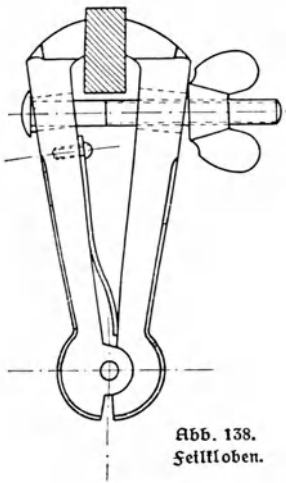


Abb. 138.  
Sattelloben.

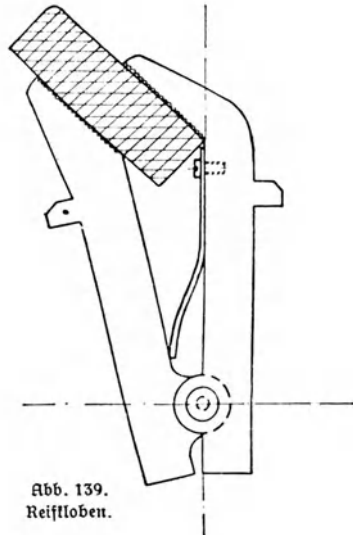


Abb. 139.  
Reißloben.

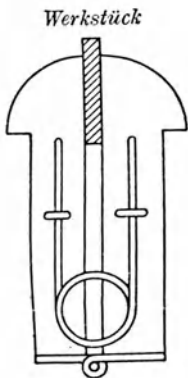


Abb. 140. Spannkluppe.

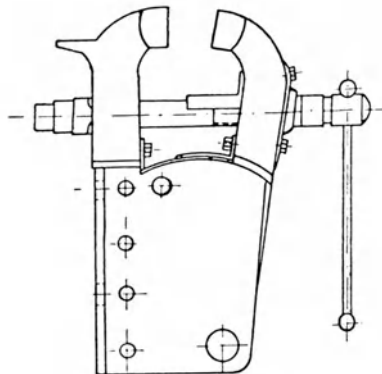


Abb. 141. Staschen[schraub]stod.

wir wiederaufhauen. Dies geschieht in der Weise, daß die Seilen mehrere Tage lang ausgeglüht, abgeschliffen, von neuem gehauen und gehärtet werden. Das Wiederaufhauen ist bis fünfmal möglich.

Unfälle bei Benutzung der Seile können wir dadurch vermeiden, daß wir prüfen, ob das Seilenheft fest sitzt, daß wir schadhaft gewordene Hefte sofort auswechseln und die Seilenangel vorschriftsmäßig in das Heft einbrennen, nicht hineinschlagen oder oberflächlich hineinstoßen. Abb. 145 zeigt eine fehlerhafte, Abb. 146 die richtige Befestigung des Seilenheftes.

### b) Schaben.

**Wirkungsweise.**  
Wird der Schneidwinkel eines Werkzeuges größer als  $90^\circ$ , so findet kein

Schneiden, sondern nur noch ein Schaben, ein Abheben sehr feiner Spänchen statt. Wir schaben Flächen, die schon die richtige Form haben, um sie sehr genau zu machen, z. B. bei Linealen, Winkeln, Führungen, Gleit- und Tragflächen von Maschinen, an dampfdichten Stellen, wie beim Schieber. Wir gehen beim Schaben in der Weise vor, daß wir einen Hauch Tusch auf eine Tuschierplatte aufreiben, mit der Tuschierplatte über das Werkstück fahren und nachsehen, welche Stellen tragen. Diese erhöhten Teile schaben wir solange fort, bis eine genügend große Zahl gleichmäßig verteilter Stellen trägt. Daß die ganze Fläche gleichmäßig trägt, können wir nicht erreichen.

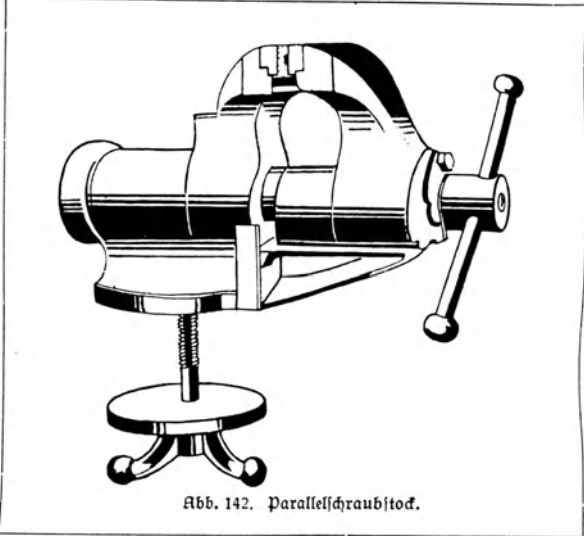


Abb. 142. Parallelschraubstod.

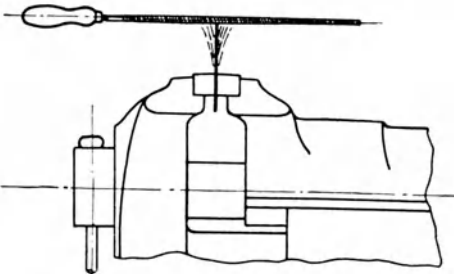


Abb. 143. Werkstück zu lang eingespannt.

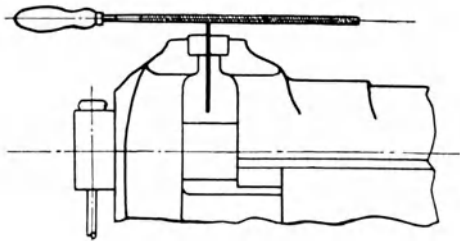


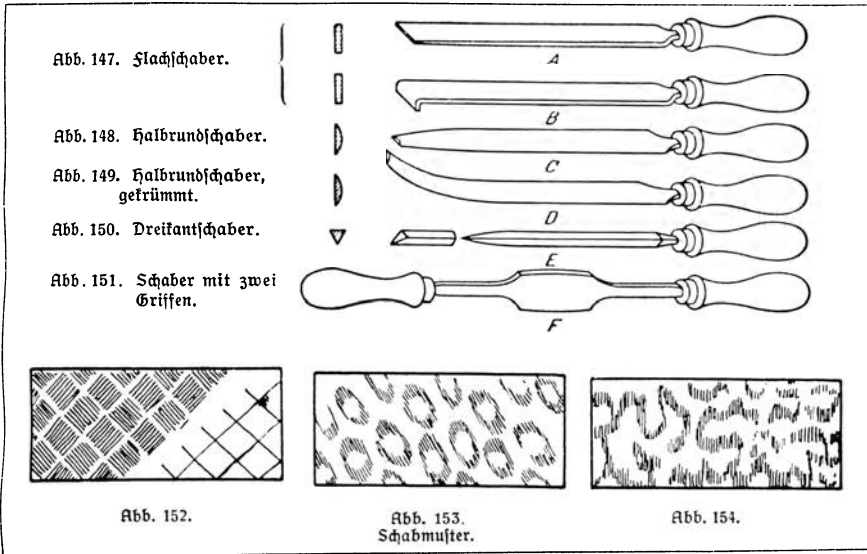
Abb. 144. Werkstück richtig eingespannt.



Abb 145. Seilenheft falsch befestigt.



Abb. 146. Seilenheft richtig befestigt.

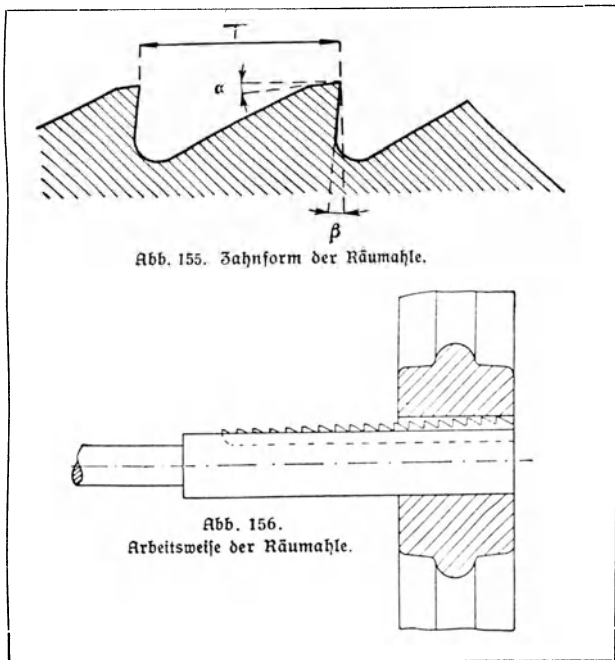


Schaber. Die gebräuchlichsten Schaber sind in den Abbildungen 147—151 wiedergegeben.

Schabmuster zeigen die Abb. 152—154.

### c) Räumen und Nutzenziehen.

**Wirkungsweise.**  
Die Räumahle oder Räumnadel ist eine mit Zähnen besetzte Stange von viereckigem oder rundem Querschnitt, die durch das Werkstück hindurchgezogen oder hindurchgedrückt wird. Abb. 155 zeigt vergrößert die Zahnform eines solchen Werkzeuges.  $\alpha$  ist der Anstellungswinkel, der  $2-3^\circ$  beträgt. Der Winkel an der Zahnbrust  $\beta$  ist 5 bis  $8^\circ$ . Er ermöglicht ein leichteres Schneiden.  $T$  ist die



Zahnteilung. Die einzelnen Zähne nehmen von der Angriffsstelle aus gerechnet zu. Auf diese Weise entlastet der vorhergehende Zahn immer den folgenden. Die Abrundung im Zahngrunde bewirkt, daß sich die Späne leicht aufrollen. Abb. 156 zeigt, wie durch eine Räumnadel eine Nut in die Bohrung eines Rades hineingearbeitet wird.

## 7. Drehen.

### a) Drehstäble.

Wirkungsweise. Der Drehstahl ist, wie der Meißel, ein Werkzeug mit keilförmiger Schneide. Er wirkt also auch so wie der Meißel: er überwindet die Zusammenhangskraft des Werkstoffes, wenn er in ihn hineingeschoben wird, und trennt Späne ab. Abb. 157 läßt uns die Winkel erkennen, die wir bereits an der Schneide des Meißels gesehen haben.  $\alpha$  ist der Anstellungswinkel,  $\beta$  der Keil- oder Meißelwinkel, auch Zuschärfungswinkel genannt,  $\gamma$  ist der Schneidwinkel. Diese Winkel sind verschieden groß, je nachdem ob wir weiches oder hartes Material zu bearbeiten haben, ob wir schlichten, d. h. feine Späne abheben, oder schrappen, d. h. starke Späne nehmen. Der Anstellungswinkel  $\alpha$  beträgt 3—12°.

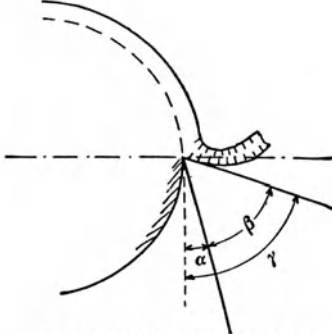


Abb. 157. Winkel am Drehstahl.

Die kleinen Werte sind üblich bei hartem Material und bei Schlichtarbeiten, die größeren bei weicherem Material und Schrupperarbeiten. Der Keilwinkel  $\beta$  schwankt zwischen 54—100°. Die kleineren Werte treten auf bei weichem Material und Schlichtarbeiten, die größeren bei hartem Material und Schrupperarbeiten. Das ist auch ganz natürlich, weil wir für stärkere Beanspruchungen des Werkzeuges widerstandsfähigere Meißel, d. h. Meißel mit größerem Zuschärfungswinkel brauchen. Ähnlich ist es auch bei der Verwendung des Kaltschrotes und des Warmschrotes in der Schmiede. Kaltes Material setzt dem Eindringen des Meißels größeren Widerstand entgegen, daher muß die Schneide „dicker“ sein, d. h. einen größeren Keilwinkel besitzen. Wird der Anstellungswinkel  $\alpha$  und der Keilwinkel  $\beta$  größer, so wird natürlich auch der Schneidwinkel  $\gamma$  größer, weil er sich aus  $\alpha$  und  $\beta$  zusammensetzt.

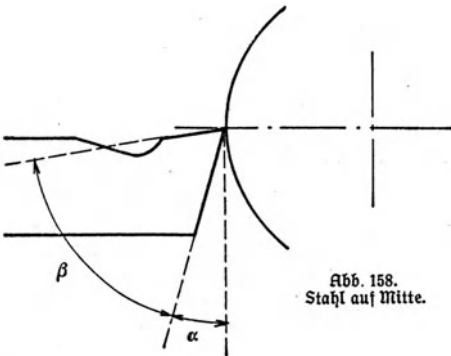


Abb. 158.  
Stahl auf Mitte.

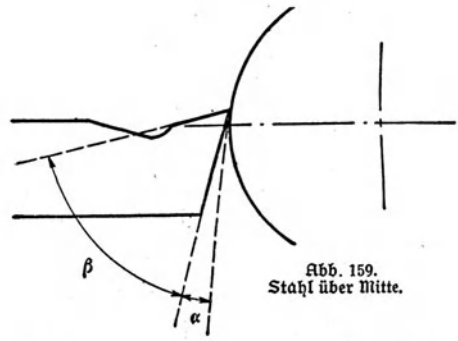
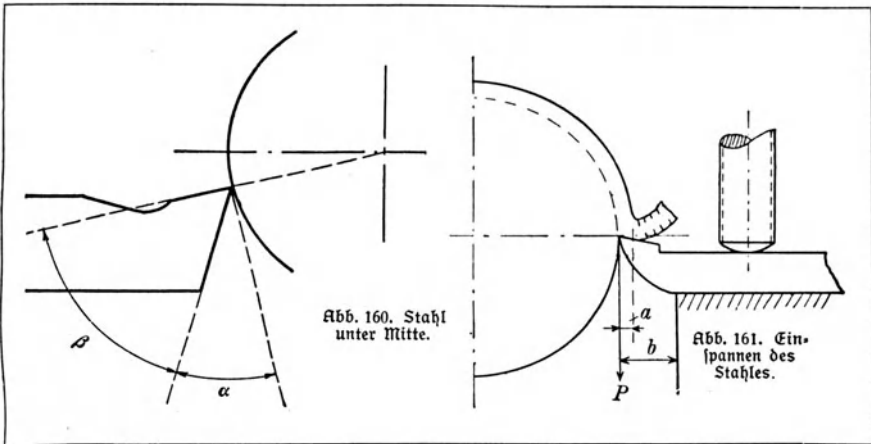


Abb. 159.  
Stahl über Mitte.



Mitunter verändert der Dreher absichtlich diesen Schneidwinkel durch einfaches Höher- oder Tiefersetzen des Drehstahls. In Abb. 158 steht der Stahl auf Mitte, in Abb. 159 etwas über Mitte. Dadurch wird der Anstellungswinkel  $\alpha$  kleiner. Die Folge davon ist, daß der Span nicht so scharf abgebogen wird und daß der Dreher stärkere Späne nehmen kann. Zwar besteht die Gefahr, daß der Stahl in das Werkstück hineingezogen wird, wenn er auf eine harte Stelle kommt, doch ist das nicht so schlimm, weil das Stück doch noch geschlichtet oder geschliffen wird. Beim Schlichten dagegen stellt der Dreher den Span zuweilen unter Mitte (Abb. 160). Dadurch vergrößert sich der Anstellungswinkel  $\alpha$ , die Späne werden scharfer abgebogen, der Stahl federt vom Werkstück ab, wenn er auf harte Stellen kommt.

Von Wichtigkeit ist auch die Art der Einspannung des Drehstahls. Wir sollen ihn kurz einspannen. Spannen wir ihn lang ein, so wird das Biegemoment  $P \cdot b$  (Abb. 161) zu groß. Der Stahl zittert oder bricht sogar ab. Dasselbe kann auch nur mit der Schneide des Stahles geschehen, auf die das Biegemoment  $P \cdot a$  wirkt.  $P$  ist hierbei eine Kraft, die infolge des Zerspannungswiderstandes auftritt.

Die Stahlschneide an den Drehstählen ist häufig schräggestellt. Auf diese Weise erhalten wir bei gleichem Vorschub des Werkzeuges breitere und dünnere Späne als bei gerader Schneide. Ein breiter, dünner Span läßt sich leichter abtrennen und aufbiegen als ein schmaler, dicker.

Arten der Drehstähle. Die gebräuchlichsten Drehstähle sind in den Abb. 162 bis 179 zusammengestellt. Schrappstähle dienen zum Abnehmen starker Späne. Diese Stähle haben eine gerade Schneidkante und lassen sich daher bequem nachschleifen. Schlichtstähle nehmen dünne Späne und erzeugen eine glatte Oberfläche. Stechstähle sollen das Werkstück einstecken oder abstecken. Damit sie frei schneiden, verjüngt sich die Schneide von vorn nach hinten (vom Drehstück aus gerechnet) und von oben nach unten. Seitenstähle finden zum Drehen der Stirnflächen Anwendung. Die Schippe oder der Spitzenstahl, ein Schlichtstahl mit breiter Schneide, eignet sich besonders zum Drehen von Gußeisen. Der Bohrstahl



Abb. 162. Rechter Schruppstahl.



Abb. 163. Linker Schruppstahl.



Abb. 164. Gerader Schliffstahl.



Abb. 165. Schuppenstahl.



Abb. 166. Gerader rechter Stechstahl.

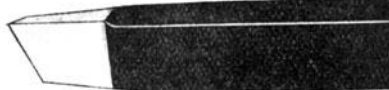


Abb. 167. Gerader rechter Seitenstahl.



Abb. 168. Radius-Stechstahl.



Abb. 169. Spitzgewindestreher.



Abb. 170. Spitzgewindestahl.



Abb. 171. Trapezgewindestahl.



Abb. 172. Spitzgewinde-Innenstahl.



Abb. 173. Bohrstahl.



Abb. 174. Hakenstahl.



Abb. 175. Gerader Formstahl.



Abb. 176. Bohrstahl f. Sadlöcher.



Abb. 177. Innenhakenstahl.

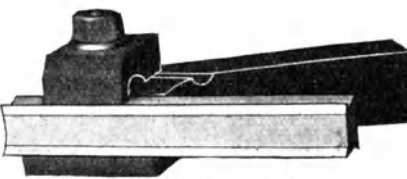


Abb. 178. Jägerstahl.



Abb. 179. Runder Formstahl.



findet Anwendung beim Ausdrehen vorgegossener Löcher; der Hartstahl dient zum Hinterstechen von ausgedrehten Bohrungen. Abb. 180 zeigt mehrere dieser Stähle in Arbeitsstellung. — Welche? — Abb. 181 deutet die Arbeitsweise zweier Ausdrehstähle an.

Um teures Material zu sparen, verwenden wir häufig besondere Stahlhalter aus Stahlguß oder dgl., in die wir kleine Stücke Schnellschnittstahl in der Form der betreffenden Stähle einsetzen. Gleichfalls der Materialersparnis wegen schweißen wir Plättchen aus Schnellschnittstahl auf billigeren Maschinenstahl auf. Der schneidende Teil des Stückes besteht dann aus Schnellschnittstahl.

Außer den genannten verwenden wir noch zahlreiche Sonderstähle für Sonderarbeiten. Hierzu gehören die Formstähle. Abb. 182 zeigt einen Formstahl für einen Knopf, Abb. 183 zwei Radiusstähle für Abrundungen. Auch der Gewindestahl ist ein Formstahl (Abb. 184), da er die Form des zu schneidenden Gewindes haben muß. Der Stahl ist wieder so hergestellt, daß er frei schneidet. Die Schneidkanten der Stähle für Whitworth-Gewinde bilden einen Winkel von  $55^{\circ}$ . Für metrisches Gewinde (S-Gewinde) beträgt

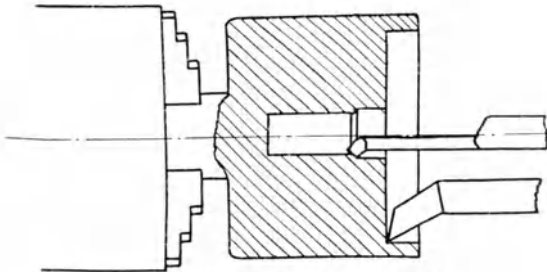


Abb. 181. Arbeitsweise der Ausdrehstähle.

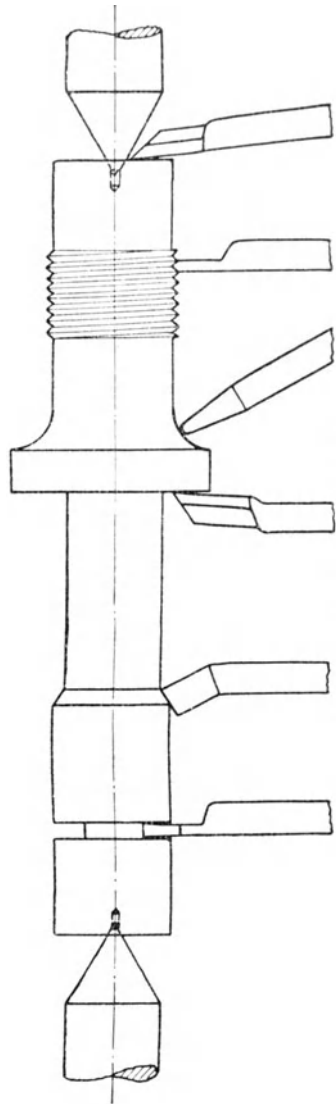
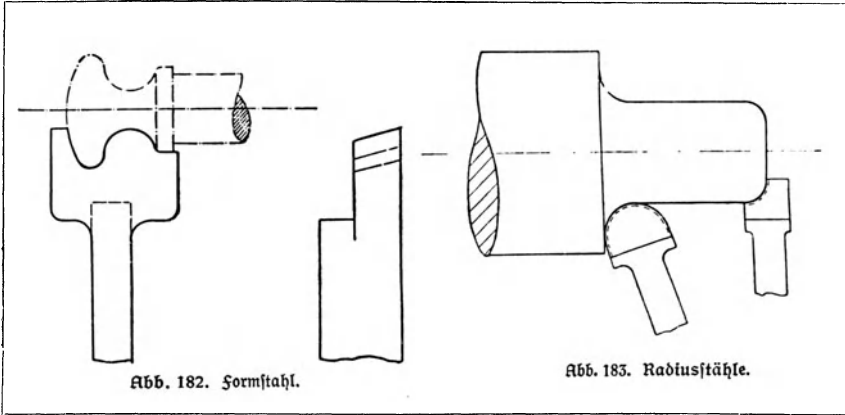


Abb. 180. Drehstähle in Arbeitsstellung.

dieser Winkel  $60^{\circ}$ . Stähle für Löwenherz-Gewinde, das in der Feinmechanik noch häufig Verwendung findet, haben an der Spitze einen Winkel von  $53^{\circ}8'$ . Für Trapezgewinde haben die Stähle trapezförmige Schneide. Auch bei Gewindestählen verwenden wir Halter mit besonderen Einsatzstählen, um diese bequemer nachschleifen zu können und an teurem Material zu sparen (Abb. 185). Wenn wir sauberes Gewinde zu schneiden haben, so können wir den Stahl nur allmählich zustellen, und zwar entweder nach Abb. 186 oder Abb. 187. Eine wesentliche



Erleichterung beim Gewindeschneiden haben wir durch Verwendung des Gewindestrehlers (Abb. 188), den wir ebenfalls in einen besonderen Halter einspannen. Die Zähne dieses Strehlers sind so beschaffen, daß sie von links nach rechts immer größer werden. Erst der letzte Zahn hat das richtige Profil. Die ersten Zähne schrumpfen daher nur vor, der letzte schneidet fertig. Leider sind solche Strehler häufig etwas ungenau, weil sie sich in der Härte verziehen und dann schlecht nachgearbeitet werden können. Wir müssen daher Gewinde, die ganz genau sein sollen, noch mit einem gewöhnlichen Gewindestahl nachschneiden.

Auch mit Schneideisen (Abb. 189) können wir auf der Drehbank Gewinde herstellen, indem wir das Schneideisen mit Hilfe eines Schneideisenhalters von Hand auf das Werkstück aufschrauben oder den Schneideisenhalter auf den Support auflegen und die Maschine laufen lassen, nachdem wir einige Gewindegänge von Hand geschnitten haben. Für Innengewinde verwenden wir entweder Innengewindestähle (Abb. 190, 191) oder Gewindestrehler (Abb. 192), auch die bekannten Gewindebohrer, auf die wir ein Windeisen stecken. Dieses Windeisen lassen wir, ähnlich wie das Schneideisen, auf dem Support aufliegen. Wir können die Gewindebohrer auch von Hand hineindrehen, während die Drehbank stillsteht.

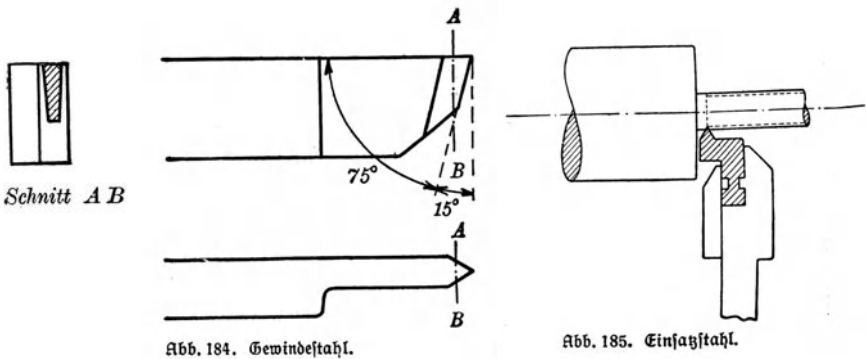




Abb. 186. Zustellung des Gewindestahles senkrecht zur Drehachse.

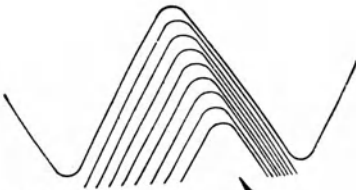


Abb. 187. Zustellung des Gewindestahles schräg zur Drehachse.

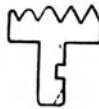
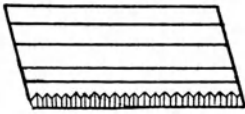


Abb. 188. Gewindestrehler.

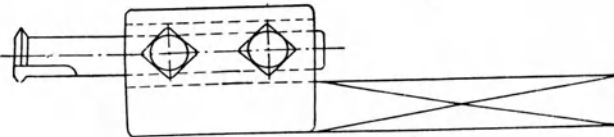


Abb. 190. Innengewindestahl mit Halter.

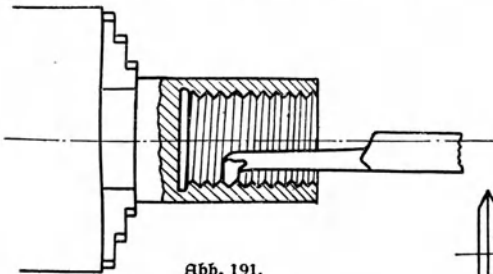


Abb. 191. Innengewindestchneiden.

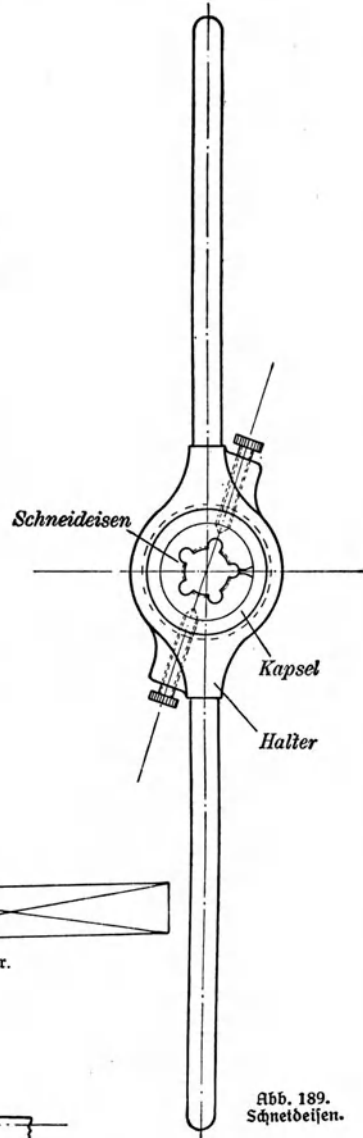


Abb. 189. Schneideisen.

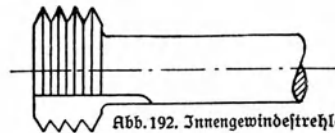
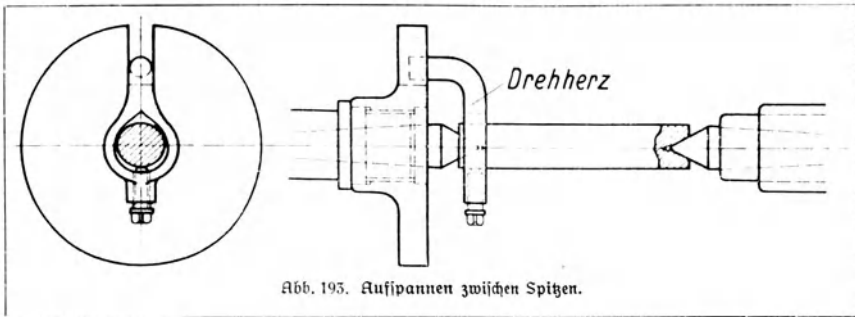


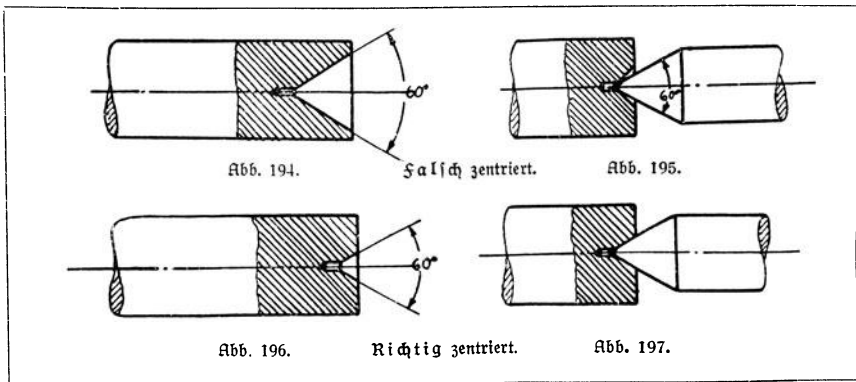
Abb. 192. Innengewindestrehler.

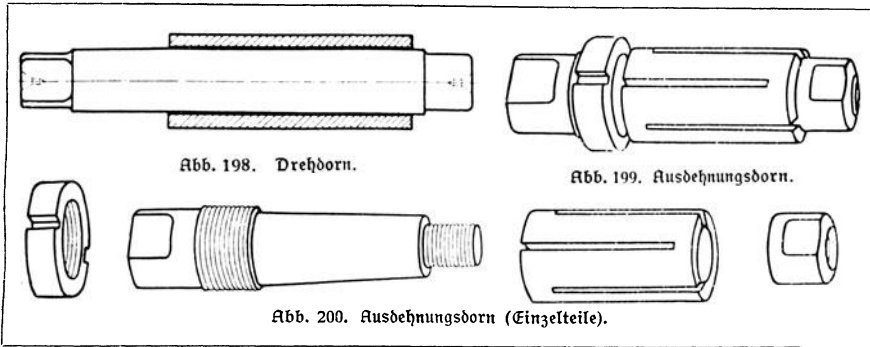


### b) Aufspannen zum Drehen.

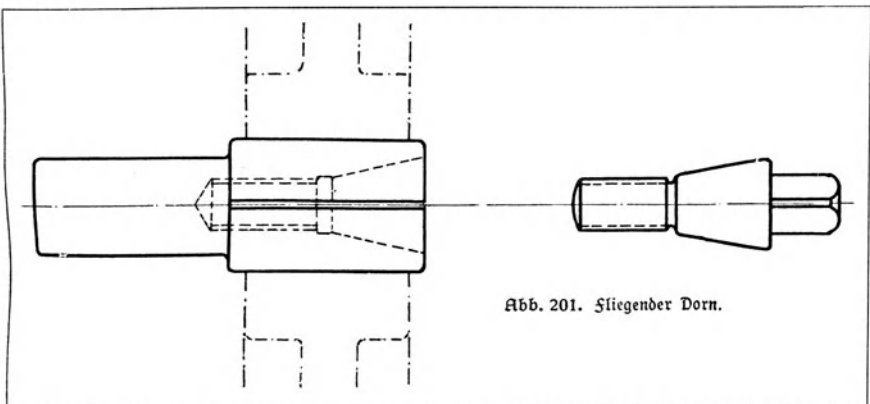
Lange Werkstücke nehmen wir zwischen die Spitzgen (Abb. 193), nachdem wir die Stücke an den Stirnseiten mit besonderem Zentrierbohrer so angebohrt haben, daß die Spitzgen genau hineinpaffen. Das Zentrum darf nicht zu groß sein (Abb. 194), sonst kommt der Drehstahl beim Abdrehen an die Reitstodspitze. Das Zentrum darf auch keinen anderen Winkel als die Drehbankspitze haben (Abb. 195). Die Größe des Zentrums muß dem Wellendurchmesser angepaßt sein (Abb. 196), und das Zentrum muß den gleichen Winkel haben wie die Drehbankspitze (Abb. 197). Ein Mitnehmer oder Drehherz, das wir auf das Werkstück aufsetzen und mit einer Druckschraube festklemmen, sorgt dafür, daß das Arbeitsstück an der drehenden Bewegung der Arbeitspindel teilnimmt. Abbildung 193 zeigt einen gekröpften Mitnehmer, der in den Schlitze der Mitnehmerscheibe hineingreift. Besitzt die Mitnehmerscheibe statt des Schlitzes einen vorstehenden Stift, so verwenden wir einen Mitnehmer mit gerader Zunge. Bei allen vorstehenden Teilen, die sich drehen, ist Vorsicht vor Unfällen geboten!

Drehdorne verwenden wir zum Aufspannen vorgebohrter oder ausgedrehter Werkstücke. Ein solcher Drehdorn (Abb. 198) ist schwach konisch. Wir pressen das Werkstück auf ihn von der schwächeren Dornseite aus, bis es fest sitzt. Am linken Ende ist eine Mitnahmesfläche an den Dorn gearbeitet, damit die Mitnehmerschraube einen besseren





Halt findet. Einen Ausdehnungsdorn (Abb. 199 u. 200), der auch expandierender<sup>1)</sup> Dorn oder verstellbarer Drehdorn genannt wird, verwenden wir folgendermaßen: Wir bringen das aufzuspannende Werkstück auf die mehrfach geschlitzte, geschliffene Dornbuchse. Die Dreherei besitzt mehrere solcher Buchsen von verschiedenen Außendurchmessern, damit wir Werkstücke von verschiedenen Innendurchmessern spannen können. Innen sind diese Buchsen konisch. Sie passen auf einen konischen Dorn, der am rechten und am linken Ende Gewinde trägt. Ziehen wir die rechte Mutter an, so schieben wir die geschlitzte Buchse auf den konischen Dorn hinauf, drücken sie auseinander und spannen so das Werkstück. Wollen wir das Werkstück wieder abnehmen, so lösen wir die rechte Mutter, ziehen die linke an, schieben die geschlitzte Buchse von dem konischen Dorn herunter, wobei sie sich wieder zusammenzieht. Diese Dorne nehmen wir beim Drehen zwischen die Spitzen der Drehbank. Einen anderen Dorn (Abb. 201) dagegen, den Fliegenden Dorn, spannen wir mit seinem linken Ende in ein Futter oder stecken ihn, wenn der Schaft konisch ist, in einen besonderen Futterkörper hinein. Futter oder Futterkörper schrauben wir auf den Gewindepfosten der Drehbankspindel. Auf den geschlitzten Teil des Dornes stecken



1) Expandieren heißt sich ausdehnen.

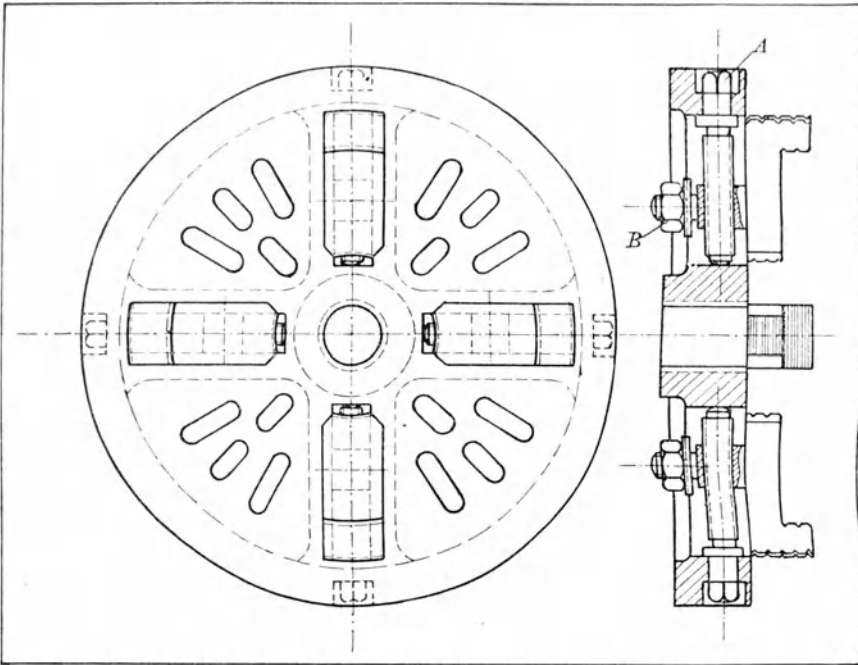
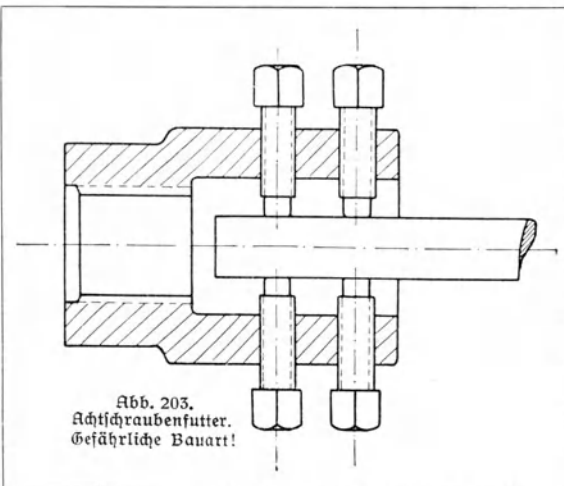


Abb. 202. Planscheibe.

wir das Werkstück, schrauben die Schraube mit dem Konus hinein und treiben so den Dorn auseinander, der auf diese Weise das Werkstück von innen spannt.

Eine Planscheibe (Abb. 202) benutzen wir, wenn wir kurze Stücke mit verhältnismäßig großem Durchmesser zu drehen haben. Mit der Planscheibe können wir auch unregelmäßig geformte Werkstücke spannen, weil die Planscheibenbaden

sich unabhängig voneinander bewegen lassen. Wir spannen, nachdem wir die Planscheibe auf die Drehbankspindel aufgeschraubt haben, folgendermaßen. Um die Baden zu verstellen, bewegen wir die Schrauben A; um sie festzustellen, ziehen wir die Schrauben B an.

Abb. 203.  
Achtischraubenfutter.  
Gefährliche Bauart!

Futter dienen zum Einspannen kleinerer Werkstücke, besonders solcher, die auszubohren oder auszu-drehen sind. Eins der

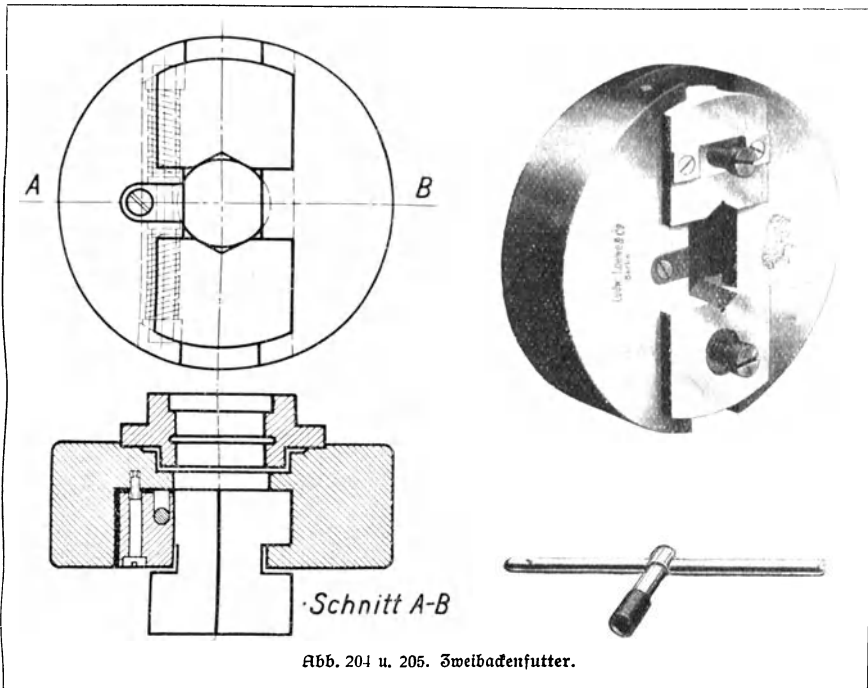


Abb. 204 u. 205. Zweibaßenfutter.

ältesten ist das A**ch**t**s**c**r**a**u**b**e**n**f**u**t**t**e**r (Abb. 203). Wir spannen durch Anziehen oder Nachlassen der acht Schrauben, die das Werkstück festhalten. Bei vorstehenden Schrauben Vorsicht vor Unfällen! Das Spannen mit diesem Futter ist umständlich. Einfacher ist es mit dem **Z**weibaßenfutter (Abb. 204 u. 205). Wir brauchen nur mit Hilfe eines Steckschlüssels die mit Rechts- und Linksgewinde versehene, im Futter befindliche Schraube zu drehen, dann bewegen sich die beiden Baßen, die Muttergewinde enthalten, nach außen oder nach innen. Die Baßen sind der Form

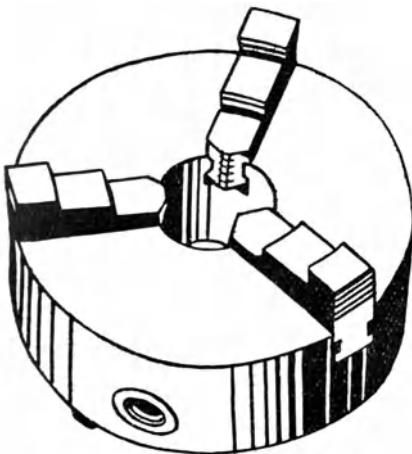
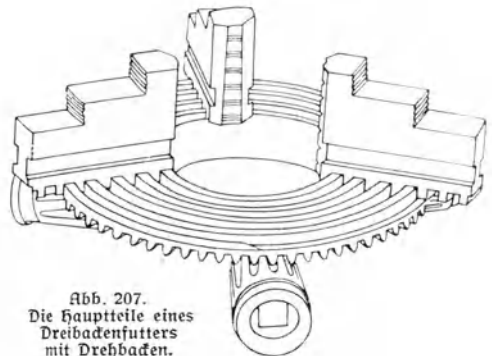
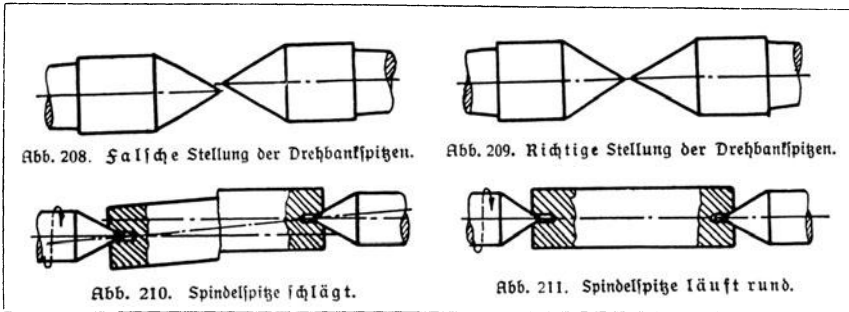


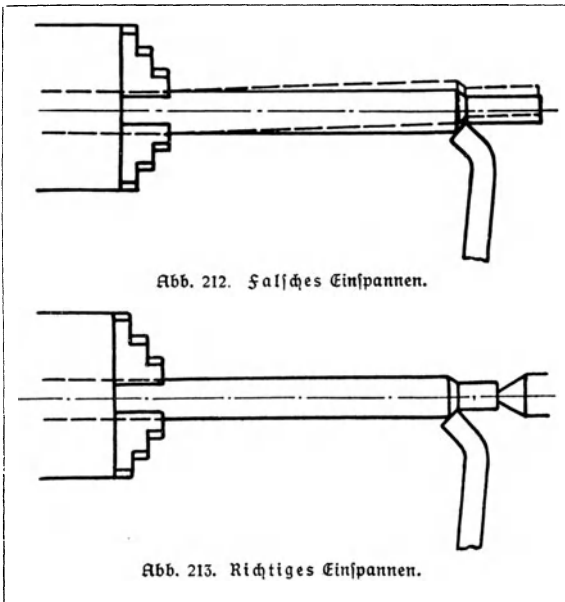
Abb. 206. Dreibaßenfutter mit Bohrbaßen.

Abb. 207.  
Die Hauptteile eines  
Dreibaßenfutters  
mit Drehbaßen.



des Werkstückes entsprechend ausgearbeitet. Häufig verwenden wir auch das zentrifugalspannende Dreibaßenfutter (Abb. 206). Es wirkt folgendermaßen (Abb. 207): Drehen wir mit einem Steckschlüssel eines der mit Vierkantkopf versehenen Triebe — das sind Kegelräder, die in einen Zahnkranz eingreifen — so dreht sich die mit dem Zahnkranz versehene Scheibe — auf der entgegengesetzten Seite der Scheibe ist ein Plangewinde in Form einer Spirale angebracht. In dieses Gewinde greifen die auf der Unterseite gezähnten Futterbaßen ein, deren Zahnung zu dem Plangewinde der Scheibe paßt. Dreht sich die Scheibe, so wandern diese Baßen in ihren Führungen gleichmäßig nach innen oder nach außen, je nach der Drehrichtung der Scheibe.

Beim Einspannen der Werkstücke haben wir folgendes zu beachten: Die Reitstockspitze darf zur Spindelspitze nicht versetzt stehen, sonst wird das Arbeitsstück konisch anstatt zylindrisch (Abb. 208). Die Drehbankspitzen müssen vielmehr miteinander fluchten (Abb. 209). Die Spindelspitze darf nicht schlagen (Abb. 210),



sonst entsteht, nachdem die rechte Seite überdreht ist, beim Überdrehen der anderen Seite ein einseitiger Ansaß. Läuft die Spindelspitze genau rund (Abb. 211), dann wird das Werkstück genau zylindrisch.

Beim Einspannen mit Hilfe des Spannfutters beachten wir: Ein langes und dünnes Arbeitsstück darf nicht ohne Unterstützung in das Spannfutter eingespannt werden (Abb. 212), da es sonst schlägt, der Stahl einhakt und das Arbeitsstück aus dem Futter reißt. Die richtige Einspannung mit Hilfe der



Reitstodspitze zeigt Abb. 213. Das Werkstück darf auch nicht zu kurz im Spannfutter sitzen (Abb. 214), weil es sich sonst bei der Bearbeitung lockert und schlägt. Abb. 215 zeigt das richtige Einspannen.

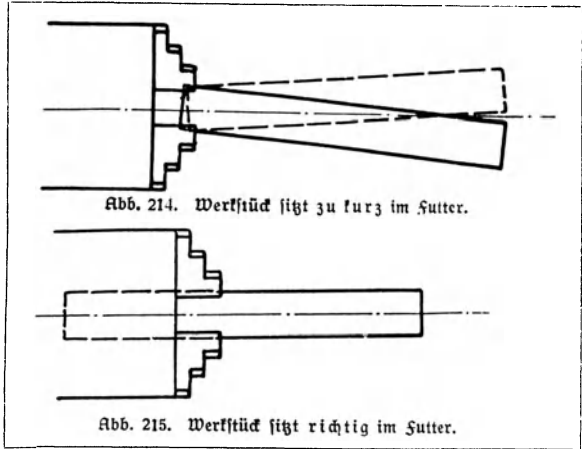


Abb. 214. Werkstück sitzt zu kurz im Futter.

Abb. 215. Werkstück sitzt richtig im Futter.

Beim Einspannen der Drehstäbe werden auch häufig Fehler gemacht. Der Drehstahl darf nicht so eingespannt werden, daß er bei einer möglichen Verschiebung infolge zu leichter Einspannung oder zu großer Spanabnahme in die Oberfläche des gedrehten Werkstückes eindringt und dieses verdirbt (Abb. 216). Bei richtiger Einspannung (Abb. 217) wird der Stahl in diesen Fällen von der Oberfläche des Werkstückes fortgedrückt.

Auch beim Einspannen des Gewindestahles kommen Fehler vor. Abb. 218 zeigt einen solchen Fehler: die Einstellehre ist schräg zum Gewindebolzen gehalten. Der Gewindestahl steht infolgedessen schräg, und das Gewinde erhält falsche Form. Beim Einstellen des Gewindestahles nach Abb. 219 ist dieser Fehler vermieden worden.

Schließlich ist zu vermeiden, daß die Spannklaue des sogenannten deutschen Stahlhalters schräg zur Stahlauslage des Supports steht (Abb. 220 und 221). In diesen Fällen wird der Drehstahl ungenügend festgespannt und kann sich verschieben. Auch die Spannschraube und die Stellschraube können sich verziehen. In Abb. 222 sind die Fehler vermieden.

### c) Dreharbeiten.

Um wirtschaftlich arbeiten zu können, muß man die richtigen Schnittgeschwindigkeiten anwenden. Wir gehen von der Bewegung eines Läufers aus, um uns zunächst den Begriff Geschwindigkeit klar zu machen. Wir wollen annehmen, jemand läuft in 15 Sekunden (Zeit) 90 m (Weg), dann legt er in 1 Sekunde (Zeiteinheit)  $\frac{90}{15} = 6$  m zurück. Seine Geschwindigkeit beträgt dann 6 m/sek. Allgemein können wir sagen: Geschwindigkeit =  $\frac{\text{Weg}}{\text{Zeit}}$ .<sup>1)</sup> Häufig erfahren wir die Geschwindigkeit in m/min statt in m/sek, mitunter auch in mm/sek. In dem gewählten Beispiel wäre 6 m/sek = 360 m/min. Erfolgt bei einer solchen Bewegung Spanabnahme, das Schneiden, so sprechen wir von Schnittgeschwindigkeit. Die Schnitt-

1) Als Formel  $c = \frac{s}{t}$ .

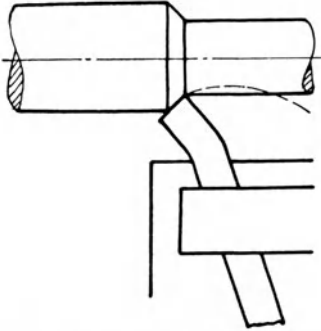


Abb. 216. Stahl falsch eingespannt.

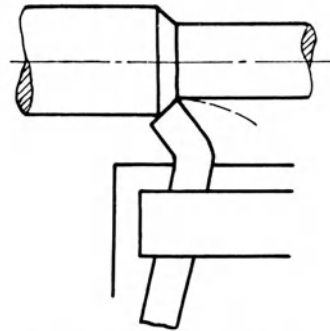


Abb. 217. Stahl richtig eingespannt.

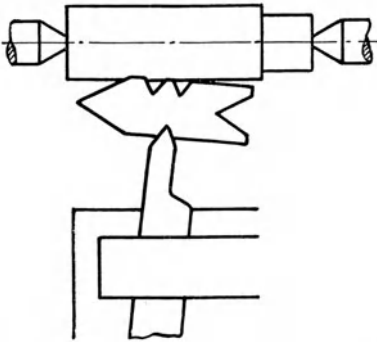


Abb. 218. Falsches Einspannen des Gewindestahls.

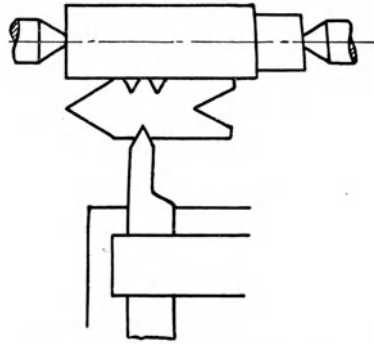
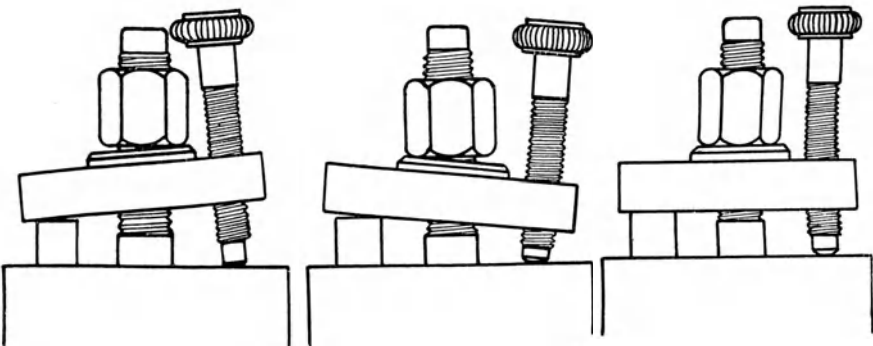


Abb. 219. Richtiges Einspannen des Gewindestahls.



geschwindigkeit einer neueren Hobelmaschine beträgt bis 30 m/min oder 0,5 m/sek. Wir finden sie, indem wir den Weg, den der Hobeltisch zurücklegt, durch die Zeit, die er dazu gebraucht, teilen. Beispiel: Der Tisch der Hobelmaschine macht einen Hub von 2 m, die dafür gebrauchte Zeit ist 12 sek =  $\frac{1}{5}$  min, dann ist die Schnittgeschwindigkeit in diesem Falle  $\frac{2}{12} = \frac{1}{6}$  m/sek oder  $\frac{2}{\frac{1}{5}} = 10$  m/min. Ähnlich liegen

die Verhältnisse beim Drehen. Das runde Werkstück dreht sich, und jeder Punkt auf seiner Oberfläche legt hierbei einen bestimmten Weg zurück. Dieser Weg ist gleich dem Umfang des Werkstückes. Der Umfang ist aber  $D \cdot \pi$ . Beträgt der Durchmesser des Werkstückes z. B. 80 mm = 0,08 m, so ist der Umfang  $0,08 \cdot 3,14 = 0,2512$  m. Dreht sich dieses Werkstück in 1 min z. B. 120 mal, so ist der gesamte in 1 min zurückgelegte Weg eines Punktes auf dem Umfang =  $0,2512 \cdot 120 = 30,144$  m. In der Sekunde wäre dann die Umfangsgeschwindigkeit =  $\frac{30,144}{60}$  m/sek oder wieder  $\frac{\text{Weg}}{\text{Zeit}}$ .<sup>1)</sup> Da uns die Umfangsgeschwindigkeit oder Schnittgeschwindigkeit beim Drehen in der Regel auch in m/min gegeben wird, so brauchen wir nicht durch 60 zu teilen und merken uns:

Umfangsgeschwindigkeit (Schnittgeschwindigkeit) = Umfang  $\times$  Umdrehungszahl.

Nachfolgende Zusammenstellung gibt eine Reihe praktischer Schnittgeschwindigkeiten für das Drehen in m/min an.

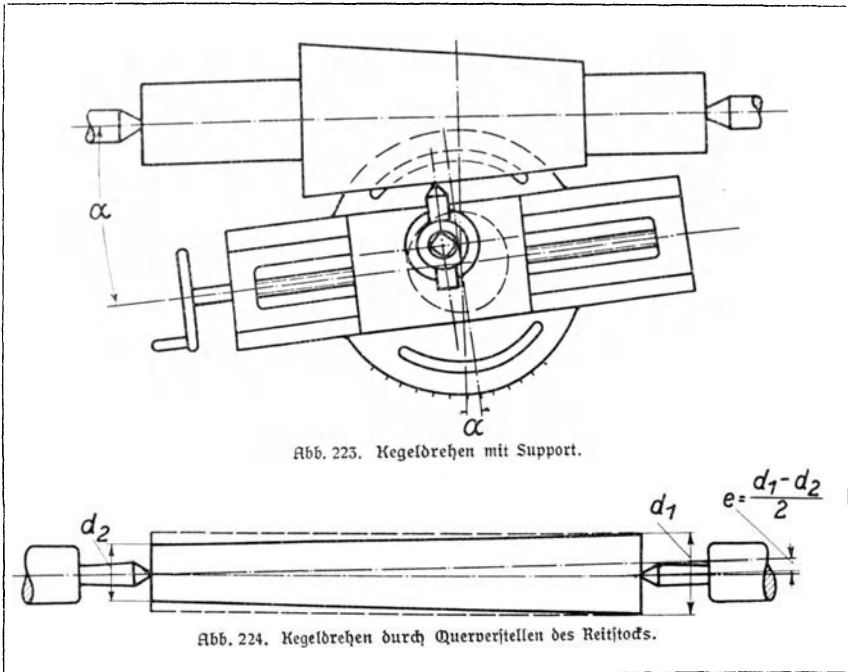
Werkstoff	Drehstahl aus	
	Werkzeugstahl	Schnellschnittstahl
Gußstahl	6 ÷ 10	14 ÷ 20
Maschinenstahl	7 ÷ 9	16 ÷ 24
Schmiedeeisen	10 ÷ 13	22 ÷ 32
Messing	32 ÷ 40	45 ÷ 52

Die hauptsächlichsten Dreharbeiten sind Langdrehen und Plandrehen. Beim Langdrehen erfolgt der Vorschub des Werkzeuges in der Längsrichtung der Drehbank, beim Plandrehen quer zu dieser Richtung. Zu den Sonderdreharbeiten rechnen wir Kegeldrehen, Formdrehen, Ovaldrehen, Hinterdrehen.

Kurze Kegel können wir durch Schrägstellen des Supports nach einer Gradeinteilung (Abb. 223) von Hand drehen. Auch können wir den Reitstoß quer verstellen, wie Abb. 224 zeigt. Das Maß der Verschiebung beträgt  $e = \frac{d_1 - d_2}{2}$ . Häufig zwingen wir auch den Werkzeugchlitten, sich an einem schräggestellten, an der Drehbank befestigten Lineal (Zeitlineal oder Konuschiene) entlang zu bewegen, und stellen auf diese Weise gleichfalls Kegel her.

Formdreharbeiten können wir ähnlich ausführen. Wir zwingen den Support entweder durch Gewichtszug oder durch Kurbeln von Hand sich an einer Scha-

1) Als Formel  $U = \frac{D \cdot \pi \cdot n}{60}$  m/sek, wobei  $n =$  Zahl der Umdrehungen/min.



blone entlang zu bewegen, die die äußere Form des Werkstückes hat. Ovale Teile drehen wir nach ovaler Schablone.

Auch das Gewindeschneiden ist eine Art des Formdrehens. Hierbei hat der Gewindestahl die Form des gewünschten Gewindes. Sehr häufig schneiden wir das Gewinde mit Hilfe der Leitspindel, die sich an der Drehbank befindet. Diese Leitspindel ist eine Schraubenspindel. Sie greift in eine aus zwei Teilen bestehende Mutter ein, die sich an der mit dem Werkzeugschlitten verbundenen Schloßplatte befindet. Dreht sich die Leitspindel, so bewegt sich die Mutter mitsamt dem Werkzeugschlitten in der Längsrichtung der Drehbank. Die Leitspindel wird über mehrere Zahnräder von der Arbeitspindel der Drehbank aus angetrieben. Je nach der Steigung des zu schneidenden Gewindes muß sich die Leitspindel im Verhältnis zur Arbeitspindel langsamer oder schneller drehen. Dreht sich die Leitspindel schneller, so wird die Gewindesteigung des anzufertigenden Gewindes größer, als wenn sie sich langsamer dreht. Vorausgesetzt ist, daß sich in beiden Fällen die Arbeitspindel gleich schnell dreht. Es kommt also in jedem Falle darauf an, das richtige Übersetzungsverhältnis zwischen Arbeitspindel und Leitspindel herzustellen, was wir durch Einsetzen verschiedener Zahnräder erreichen können. Diese Zahnräder sind auswechselbar, sie heißen daher Wechselräder.

#### Wechselrad berechnung.

1. Die einfache Übersetzung. Hat das Zahnrad I (Abb. 225) 35 Zähne, das Rad II 70 Zähne, so dreht sich Rad I zweimal, wenn sich Rad II einmal dreht oder

allgemein: die Umdrehungszahlen der Zahnräder verhalten sich umgekehrt wie die Zähnezahlen. Rad I ist das treibende, Rad II das getriebene Rad. Bei dem in Abb. 225 skizzierten Getriebe ist das Verhältnis der Zähnezahlen  $35 : 70 = 1 : 2$ , das Verhältnis der Umdrehungszahlen  $2 : 1$ . Wird ein drittes Rad, z. B. mit 40 Zähnen zwischengeschaltet (Abb. 226), so ändert sich nur die Drehrichtung, das Verhältnis der Zähnezahlen bleibt daselbe wie vorher, denn  $\frac{35}{40} \cdot \frac{40}{70} = 1 : 2$ . Mithin wird das Verhältnis der Umdrehungszahlen wieder  $2 : 1$ .

2. Die doppelte Überzeugung. Hat Rad I 35, Rad II 70, Rad III 50, Rad IV 100 Zähne (Abb. 227) und sitzt Rad II und Rad III auf demselben Bolzen, so ergibt sich die Überzeugung:  $\frac{35}{70} \cdot \frac{50}{100} = 1 : 4$ .

Entsprechend gestaltet sich eine dreifache Überzeugung (Abb. 228).

3. Anwendung auf die Leitspindel-Drehbank.

a) Soll-Leitspindel und Soll-Gewinde. Die Leitspindel ist meist nach englischem Sollmaß ( $1'' = 25,4 \text{ mm}$ ) geschnitten und hat in der Regel 2 oder 4 Gänge auf  $1''$ , mithin eine Steigung von  $\frac{1}{2}''$  oder  $\frac{1}{4}''$ .

Es soll nun z. B. ein Gewinde von 13 Gängen auf  $1''$  mit einer Leitspindel von  $\frac{1}{4}''$  Steigung geschnitten werden. Dann muß sich der Drehstahl um  $\frac{1}{13}''$  bei jeder Umdrehung der Arbeitspindel verschieben. Die Leitspindel hat aber eine Steigung von  $\frac{1}{4}''$ .

Also  $\frac{1}{4}''$  Verschiebung bei 1 Leitspindelumdrehung,  
 $1''$  " " " 4 Leitspindelumdrehungen,  
 $\frac{1}{13}''$  " " "  $\frac{4}{13}$  " "

Es müssen sich also verhalten:

1. Umdrehungszahlen: Arbeitspindel: Leitspindel =  $1 : \frac{4}{13}$

2. Antriebsräder: " : " =  $\frac{4}{13} : 1$ .

Überzeugungsverhältnis also  $4 : 13$ .

Das treibende Rad auf der Arbeitspindel müßte 4, das getriebene 13 Zähne haben. Da es derartige Räder nicht gibt, so erweitert man die Zahlen 4 und 13 so, daß man passende Zähnezahlen, d. h. Zahlen von Rädern, die bei der Drehbank wirklich vorhanden sind, erhält, z. B. mit 5, und erhält Räder von 20 und 65 Zähnen. Wahrscheinlich werden diese beiden Räder bei der großen Entfernung zwischen Arbeitspindel und Leitspindel nicht miteinander im Eingriff stehen. Aus diesem Grunde benutzt man Zwischenräder, die jedoch so zu wählen sind, daß sich das Überzeugungsverhältnis nicht ändert, z. B.

$I = 60; \quad II = 75; \quad III = 25; \quad IV = 65$  Zähne.

Dies ergibt als Überzeugung:  $\frac{60}{75} \cdot \frac{25}{65} = \frac{4}{13}$ .

Auf diese Ziffern kommt man z. B. durch Zerlegung des Verhältnisses  $\frac{20}{65}$  in  $\frac{4}{5}$  und  $\frac{5}{13}$  und passende Erweiterung. Die Anordnung der Räder erfolgt nach Abb. 227.

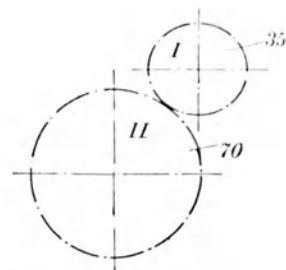


Abb. 225. Einfache Überzeugung.

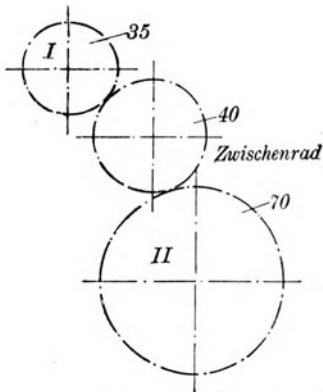


Abb. 226. Übertragung mit Zwischenrad.

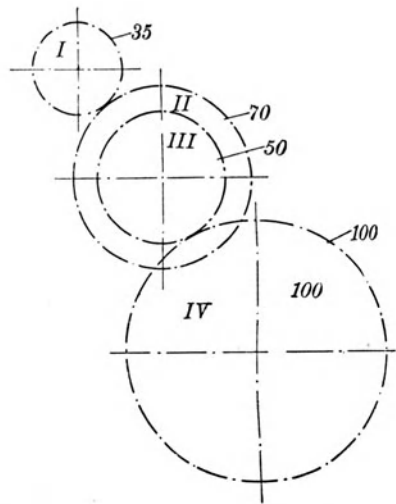


Abb. 227. Doppelte Übertragung.

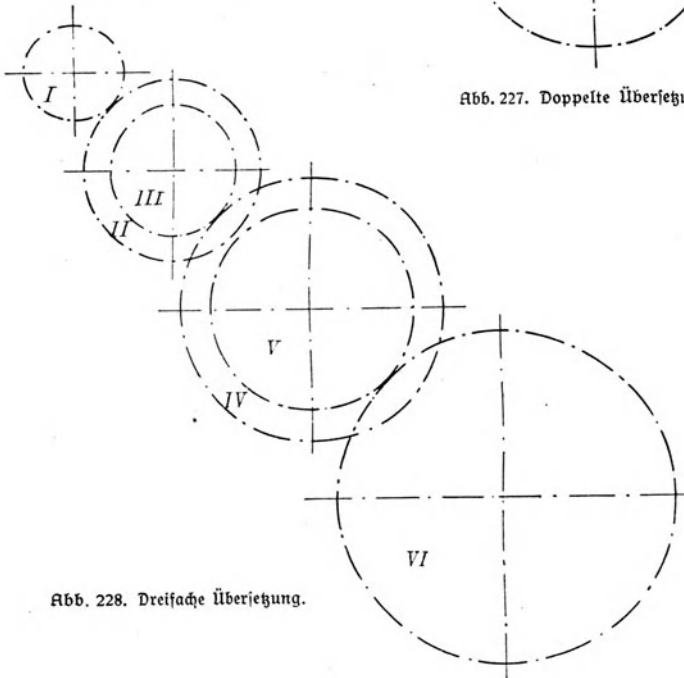


Abb. 228. Dreifache Übertragung.

### b) Zoll-Leitspindel und metrisches Gewinde.

In ähnlicher Weise ist zu rechnen, wenn mit Hilfe einer mit Zollmaß versehenen Leitspindel Gewinde mit Millimetermaß zu schneiden ist. Z. B. die Leitspindel habe eine Steigung von  $\frac{1}{4}$ ". Es soll ein Gewinde von 11 mm Steigung geschnitten werden.

$$1'' = 25,4 \text{ mm} = \frac{254}{10}, \frac{1''}{4} = \frac{254}{40}, \text{ gefürzt} = \frac{127}{20}$$

$$11 \text{ mm} = \frac{220}{20} \text{ mm.}$$

Das Übersetzungsverhältnis zwischen Arbeitsspindel und Leitspindel ist:

$$\frac{220}{20} : \frac{127}{20} = \frac{220}{127}.$$

Ein Rad mit 220 Zähnen ist nicht vorhanden. Durch Zerlegung und passende Erweiterung erhält man z. B.

$$I = 80; \quad II = 20; \quad III = 55; \quad IV = 127 \text{ Zähne.}$$

Dies ergibt als Übersetzung:  $\frac{80}{20} \cdot \frac{55}{127} = \frac{220}{127}$ .

c) Metrische Leitspindel und metrisches Gewinde.

Hat die Leitspindel mm-Steigung, z. B. Steigung = 10 mm, und soll mm-Gewinde von 2,5 mm Steigung geschnitten werden, so ist der Gang der Rechnung ähnlich wie unter a).

Das Übersetzungsverhältnis zwischen Arbeitsspindel und Leitspindel ist:

$$\frac{2,5}{10} = \frac{25}{100}.$$

Das treibende Rad auf der Arbeitsspindel hätte bei einfacher Übersetzung 25, das getriebene Rad der Leitspindel 100 Zähne. Ist die doppelte Übersetzung anzuwenden, so erhält man durch Zerlegung und Erweiterung obiger Ziffern, die z. B. folgendermaßen vorzunehmen ist:

$$\frac{25}{100} = \frac{1}{2} \cdot \frac{25}{50} = \frac{40}{80} \cdot \frac{25}{50}$$

$$\text{Rad I} = 40; \quad \text{II} = 80; \quad \text{III} = 25; \quad \text{IV} = 50 \text{ Zähne.}$$

Dies ergibt als Übersetzung:  $\frac{40}{80} \cdot \frac{25}{50} = \frac{2,5}{10}$ .

d) Metrische Leitspindel und Zoll-Gewinde.

Schließlich sei noch der Fall angenommen, die Leitspindel habe metrisches Gewinde, z. B. 15 mm. Zu schneiden sei ein Zollgewinde von 8 Gängen auf 3 Zoll (=  $\frac{3}{8}''$  Steigung).

Das Übersetzungsverhältnis zwischen Arbeitsspindel und Leitspindel ist:

$$\frac{3}{8}'' : 15 \text{ mm.}$$

und da  $1'' : 1 \text{ mm} = 330 : 13$ , so ergibt sich die Übersetzung:

$$\frac{3 \cdot 330}{8} : 13 \cdot 15 = \frac{165}{52} \cdot \frac{3}{15} = \frac{5 \cdot 3 \cdot 11}{2 \cdot 2 \cdot 13} \cdot \frac{3}{3 \cdot 5} = \frac{5 \cdot 11}{5 \cdot 13} \cdot \frac{3 \cdot 20}{4 \cdot 20} = \frac{55}{65} \cdot \frac{60}{80}$$

$$\text{Rad I} = 55; \quad \text{II} = 65; \quad \text{III} = 60; \quad \text{IV} = 80 \text{ Zähne.}$$

Die Anordnung der Räder erfolgt nach Abb. 227

Die Zähnezahlen der zu einer Drehbank gehörigen Wechselräder steigen in der Regel um je 5 von 20 bis 130. Außerdem pflegt ein Rad mit 127 Zähnen bei Zoll-Leitspindeln für das Schneiden von metrischen Gewinden vorhanden zu sein. Doch ist es auch möglich, die Räder derartig umzurechnen, daß man ohne das 127er Rad auskommt, wenn man von folgender Zusammenstellung ausgeht.

## Vergleich zwischen metrischem und Zollmaß.

1'' engl.	: 1'' rheinl.	= 33 : 34
1'' rheinl.	: 1'' engl.	= 34 : 33
1 mm	: 1'' engl.	= 13 : 330
1'' engl.	: 1 mm	= 330 : 13
1 mm	: 1'' rheinl.	= 13 : 340
1'' rheinl.	: 1 mm	= 340 : 13.

Für die Wechselradberechnung merkt man sich zweckmäßig folgende Formel:

$$s : S = \frac{z_1 \cdot z_3}{z_2 \cdot z_4} \text{ usw.}$$

je nachdem, ob es sich um einfache, doppelte oder dreifache Übersetzung handelt. Hierbei bedeutet

$s$  = Steigung des zu schneidenden Gewindes,  
 $S$  = Steigung der Leitspindel,

gleiche Maßbezeichnung voraussetzt. Weiter bedeutet:

$$\left. \begin{array}{l} z_1 \\ z_2 \\ z_3 \\ z_4 \\ \text{usw.} \end{array} \right\} = \text{Zählzahlen der Wechselräder.}$$

In Worten:

$$\frac{\text{Steigung des zu schneidenden Gewindes}}{\text{Steigung des Gewindes der Leitspindel}} = \frac{\text{Produkt der Zählzahlen d. treibenden Räder}}{\text{Produkt d. Zählzahlen d. getriebenen Räder}}$$

Beim Gewindeschneiden hat der Dreher auf folgendes zu achten: Bei jedem Schnitt ist der Gewindestahl wieder an derselben Stelle anzusetzen. Man zeichnet daher die Anfangsstellung mit einem Kreidestrich am Bett an. Ist die Gesamtzahl der Leitspindel gerade, die des zu schneidenden Gewindes ungerade, so kennzeichnet man auch die Anfangsstellungen beider Spindeln durch einen Kreidestrich über Zahn und Lücke der Wechselräder. Ist mehrgängiges Gewinde herzustellen, so ist dafür zu sorgen, daß die Zähnezahl des Rades auf der Arbeitsspindel durch die Gangzahl teilbar ist.

Für das Gewindeschneiden bei der Massenherstellung sind vielfach Sondermaschinen im Gebrauch, wie Schraubenschneidmaschinen, Gewindedrehbänke. Auch erfolgt die Herstellung von Gewinden auf Revolverdrehbänken, Automaten und Fräsmaschinen (s. dort).

Hinterdrehen. Das Hinterdrehen können wir uns folgendermaßen klar machen: Wir stecken eine Pappscheibe auf eine Stricknadel und drehen die Scheibe auf ihr. Die Scheibe soll das Werkstück vorstellen. Während der Drehung bewegen wir einen Bleistift allmählich auf der Scheibe von außen nach innen. Dies entspricht der Bewegung des Drehstahles. Die Figur, die der Bleistift beschreibt, ist eine Spirale, die sog. Hinterdrehkurve. Abb. 229 zeigt, wie eine Spirale entsteht, wenn das Werkstück sich in Pfeilrichtung dreht, während der Drehstahl vorgeschoben wird. Das Hinterdrehen unterscheidet sich aber von dem vorhin gewählten Beispiel dadurch, daß der Drehstahl sich nicht ununterbrochen nach der Mitte des Werkstückes



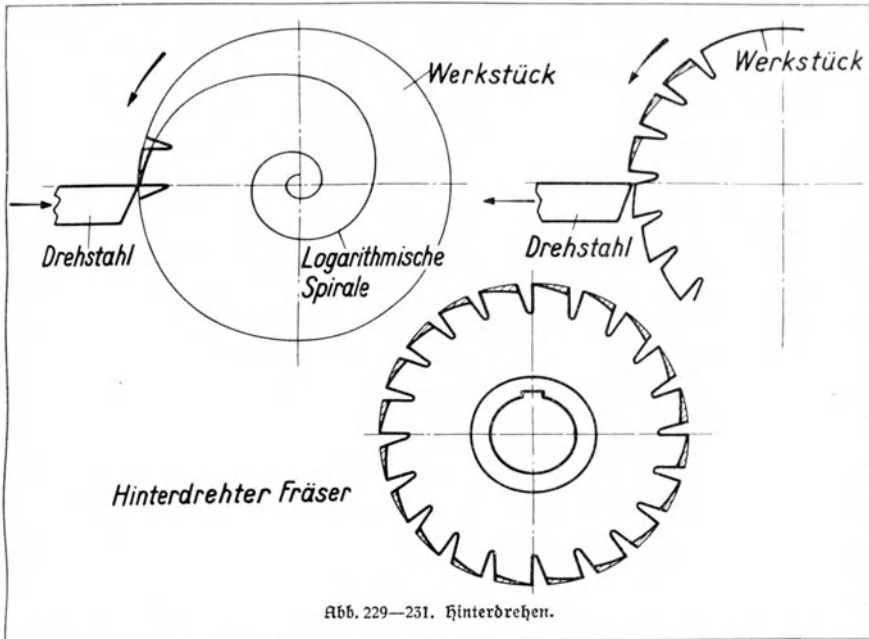


Abb. 229—251. Hinterdrehen.

zu bewegt, sondern rechtzeitig, d. h. vor dem Anfang des neuen Zahnes zurückspringt und bei jedem neuen Zahne seine Arbeit gewissermaßen von vorne beginnt (Abb. 230). Der fertige hinterdrehte Fräser erhält dann die in Abb. 231 wiedergegebene Form.

Beim Drehen ist auf folgendes zu achten: 1. Auf der Drehbank nicht hämmern und klopfen, weil die Bank dadurch beschädigt wird. 2. Schlüssel und dgl. nicht auf die Maschine, sondern auf die dazu bestimmten Bretter legen. Sie sind dann schneller zur Hand und geraten nicht in die Drehbank hinein. 3. Die Bank nach Vorschrift säubern und ölen. Wir können dann genauer und schneller mit ihr arbeiten. 4. Zwecks Unfallverhütung: Vorsicht beim Drehen von Werkstücken mit vorstehenden Teilen, Vorsicht bei abspringenden Spänen (Schutz durch Brille oder vorgehaltenen Handfeger), nur bei Stillstand der Bank messen!

#### d) Drehbänke und ihre Wirkungsweise.

Abb. 232 zeigt uns eine einfache Drehbank — ohne Leitspindel u. dgl. Wir geben der Gleichmäßigkeit wegen alle Bezeichnungen vom Dreher aus gerechnet. Die dreistufige Stufenscheibe im Spindelstock auf der Drehbank erhält die Drehbewegung ähnlich wie der Schleifstein des Scherenschleifers oder die Nähmaschine durch Fußantrieb. Andere Drehbänke werden wie die meisten Werkzeugmaschinen vom Deckenvorgelege aus angetrieben. Das Deckenvorgelege (Abb. 233) wird seinerseits durch Riemen von der Transmission in Bewegung gesetzt. Die Transmission erhält den Antrieb von dem Elektromotor, der in unserer Werkstatt steht,

über den offenen Antriebsriemen. Ein zweiter, gekreuzter Riemen tritt in Tätigkeit, wenn die Werkzeugmaschine rückwärts laufen soll. Der Elektromotor erhält den zu seinem Betriebe notwendigen elektrischen Strom durch das Leitungsnetz von der Dynamomaschine des Kraft- oder Elektrizitätswerkes. Die

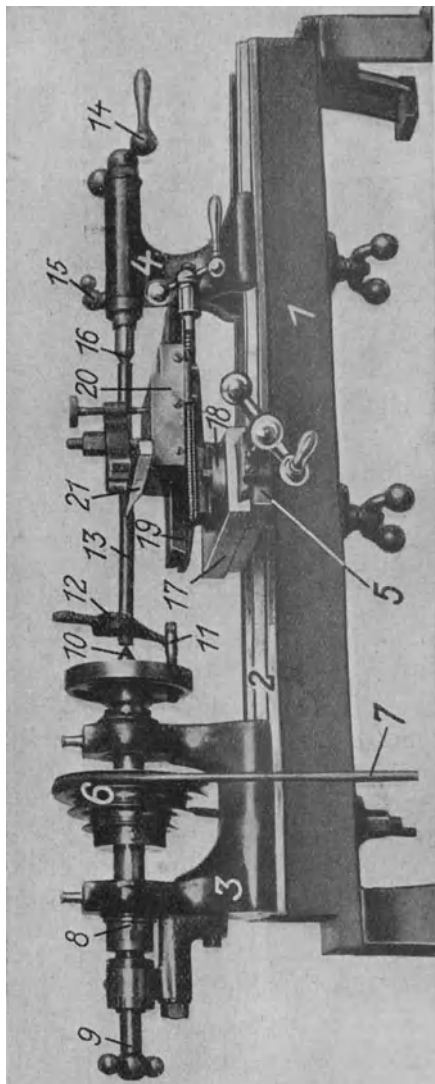


Abb. 232. Drehbank. 1 Bett 2 Wange 3 Spindelstock 4 Reitstock 5 Support 6 Stufen Scheibe 7 Antriebsriemen 8 Spindel 9 Spannrollen 10 Spindelstütze 11 Mittelnemer 12 Drehkegel 13 Arbeitsstück 14 Handkurbel zur Pinole 15 Kegelgriff zur Pinole 16 Reitstockpinole 17 Querrsupport 18 Drehkegel 19 Längssupport 20 Stahlfahler 21 Drehflahl.

stromerzeugende Dynamomaschine wird von einer Dampfmaschine oder Dampfturbine getrieben. Diese Maschinen erhalten den notwendigen Dampf aus den Kesseln, die durch Kohle geheizt werden. So ist es letzten Endes die Kohle, die uns die Möglichkeit gibt, unsere Werkzeugmaschinen zu treiben. Bevor wir die Drehbank weiter betrachten, wollen wir uns noch ein wenig mit dem Deckenvorgelege (Abb. 233) beschäftigen. Die Vorgelegewelle läuft in Lagern, die in Hängeböcken liegen. Diese Hängeböcke sind an der Decke unserer Werkstatt befestigt. Damit die Vorgelegewelle sich nicht längs verschieben kann, sind Stellringe auf ihr befestigt, von denen in Abb. 233 nur der linke sichtbar ist. Auf der Vorgelegewelle sitzt genau über der gestrichelt angedeuteten, in Wirklichkeit auch tiefer sitzenden Stufen Scheibe der Drehbank eine gleichfalls drei stufige Scheibe, von der ein gleichfalls gestrichelt angedeuteter Riemen zur Drehbank hinunterläuft. Schließlich befinden sich noch auf der Vorgelegewelle zwei Scheiben, eine Scheibe mit offenem Riemen für den Arbeitsgang und eine Scheibe mit gekreuztem Riemen

für den Rücklauf. Bei ausgerückter Maschine laufen diese beiden Scheiben leer. Greifen wir aber den an der Decke drehbar befestigten Ausrückhebel und schieben ihn nach rechts, so verschiebt sich auch die mit ihm durch den Stangenhalter verbundene Ausrückstange nach rechts. An der Ausrückstange sitzt ein Hebel, der nunmehr eine längs verschiebbare Kupplung mit der rechten Scheibe durch Reibung kuppelt. Wir er-

halten somit den Arbeitsgang der Maschine. Bewegen wir den Ausrückhebel nach links, so kuppeln wir die Kupplung mit der linken Scheibe und erhalten wegen des gekreuzten Riemens Rücklauf der Maschine. Die Kupplung ist mit der Vorgelegewelle verbunden, aber in der Längsrichtung verschiebbar. Ist die Kupplung nach rechts oder links erfolgt, dann dreht

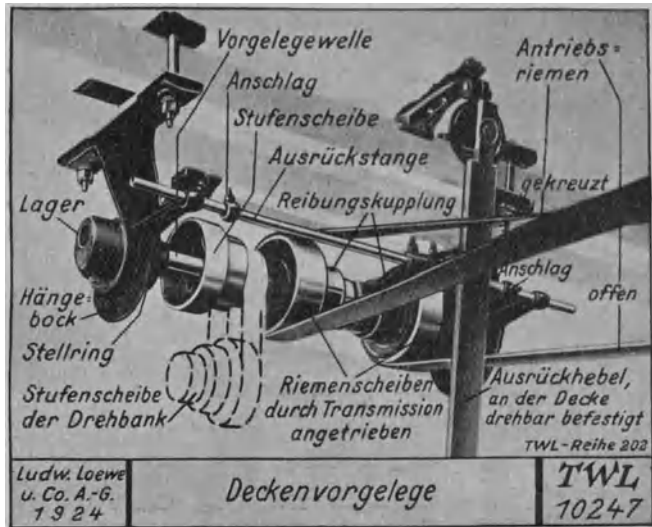


Abb. 233. Deckenvorgelege.

sich die Vorgelegewelle, mit ihr die obere Stufenscheibe und damit auch die unten auf der Drehbankspindel sitzende Stufenscheibe. So kommt die drehende Bewegung der Arbeitsspindel zustande. Die Arbeitsspindel ist im Spindelstock an zwei Stellen gelagert. Sie ist höhl. Diese Höhlung ist am vorderen Ende konisch zur Aufnahme einer außen konischen Körnerspitze oder einer sog. Zange (Abb. 234), die mit mehreren Schlitzen versehen ist. Ziehen wir mit dem links im Bilde (Abb. 232, 9) sichtbaren Schlüssel die Zange in die hohle Spindel hinein, so wird das vordere Ende der Zange zusammengeedrückt und klemmt das in der Zange sitzende Werkstück fest. An ihrem vorderen

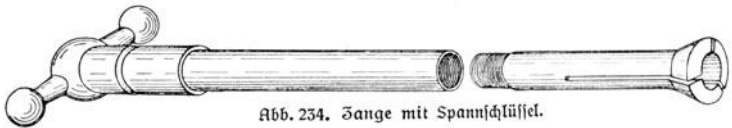


Abb. 234. Zange mit Spannschlüssel.

Ende trägt die Arbeitsspindel Außengewinde zur Aufnahme der mit Innengewinde versehenen Mitnehmerscheibe, eines Sutters oder dgl. Der ganze Spindelstock ist auf dem Drehbankbett befestigt. Dem Spindelstock gegenüber sitzt der in der Längsrichtung auf dem Bett verschiebbare Reitstock. Er läßt sich in der gewünschten Lage auf dem Bett feststellen. Drehen wir die Handkurbel rechts, so schraubt sich die Pinole mit der Reitstockspitze heraus. Diese Spitze ist im Gegensatz zu der Spitze im Spindelstock eine tote, d. h. sich nicht mitdrehende Spitze. Damit die Pinole nicht wackelt, klemmen wir sie durch Zusammenziehen des geschlitzten Reitstockoberteils mit Hilfe eines Kugelgriffes fest. Zwischen Spindelstock und Reitstock befindet sich der Support. Wir können den Unterteil durch Kurbeln quer verschieben, können den Mittelteil mit feiner Drehscheibe drehen und nach einer Gradeinteilung einstellen (z. B. zum Kegeldrehen) und können den Oberteil mit Hilfe einer anderen Kurbel längs verschieben. Eine festklemmbare Spannklau hält den Drehstahl fest.

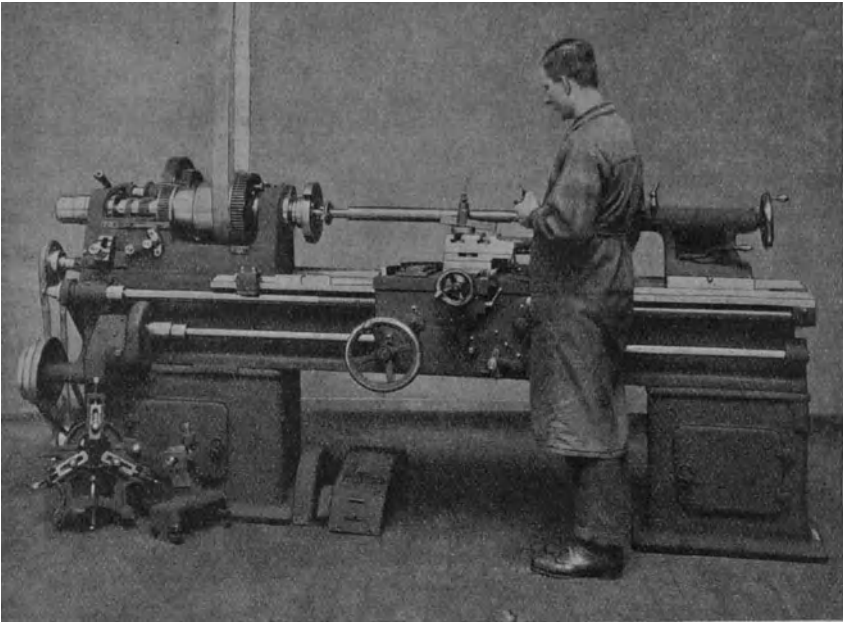


Abb. 235. Leit- und Zugspindel-drehbank von Ludw. Loewe.

Eine größere Drehbank zeigt Abb. 235. An ihr erkennen wir die Hauptteile wieder, die wir bereits bei der Drehbank in Abb. 234 gesehen haben. Neu ist das Vorgelege, das hinter der Arbeitsspindel liegt. Wir schwenken es ein, wenn wir langsameren Gang der Maschine brauchen. Dieses Vorgelege — es ist ein doppeltes — ist in Abb. 236 als Gerippfzige dargestellt. Auf der Arbeitsspindel sitzt lose die Stufenscheibe  $S$ , fest aufgeteilt dagegen das Zahnrad  $D$ . Arbeiten wir ohne Vorgelege, so läuft der Riemen vom Deckenvorgelege über eine der drei Stufen  $S_1$ ,  $S_2$  oder  $S_3$ . Verbinden wir Zahnrad  $D$  und die Stufenscheibe  $S$  durch den gestrichelt ange deuteten Mitnehmerstift miteinander, so dreht sich das Zahnrad  $D$  mit und damit auch die Arbeitsspindel. Haben wir mit Vorgelege zu arbeiten, so ziehen wir den Mitnehmerstift heraus und schwenken das Vorgelege, das

auf einer exzentrischen Welle sitzt, ein. Der Kraftweg ist dann folgender. Der Riemen treibt von dem Deckenvorgelege über eine der drei Stufen die Stufenscheibe  $S$  und das mit ihr verbundene Zahnrad  $V_4$ , das ebenfalls lose auf der Arbeitsspindel läuft.  $V_4$  treibt das Zahnrad  $V_2$ . Dieses sitzt fest auf einer Hülse der Vorgelegewelle. Diese Hülse dreht sich also mit, ebenso das auf der Hülse sitzende Zahn-

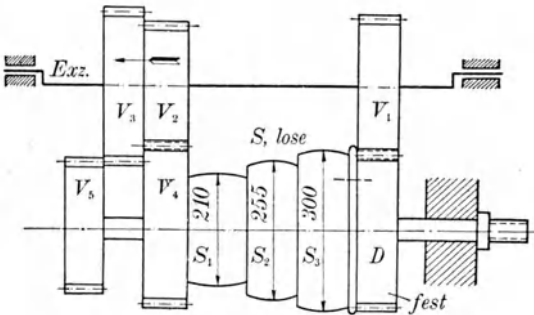


Abb. 236. Vorgelege.

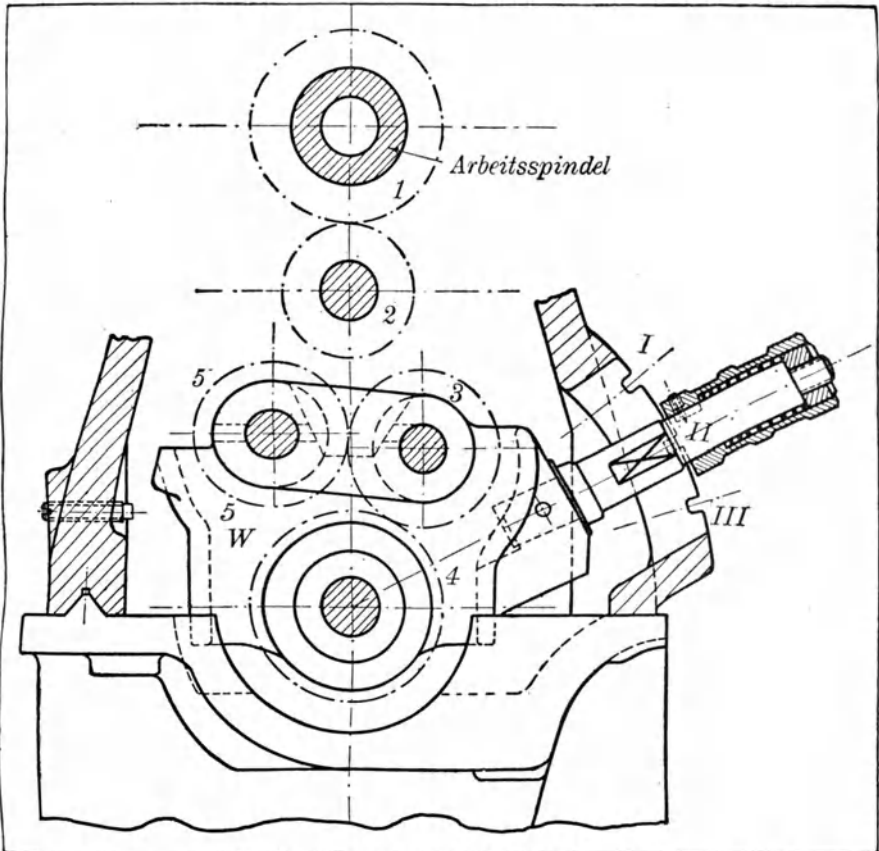


Abb. 237. Antrieb des Vorschubes.

rad  $V_1$ . Dieses greift in das Zahnrad  $D$  ein. Da  $D$  fest auf der Arbeitspindel sitzt, so dreht sich die Arbeitspindel mit. Die treibende Kraft hat also gewissermaßen einen Umweg gemacht. So wie beschrieben sind die meisten Dorgelege beschaffen, mit denen wir zu tun haben. Die abgebildete Maschine hat aber noch ein zweites Dorgelege, das durch die Räder  $V_5$  und  $V_3$  gebildet wird. Verschieben wir das Räderpaar  $V_3V_2$  in Pfeilrichtung, was von hand erfolgt, so kommen die Räder  $V_2V_4$  außer Eingriff, die Räder  $V_5V_3$  dagegen miteinander in Eingriff. Der Weg der Kraft geht dann von der Stufenscheibe  $S$  zu dem mit ihr verbundenen Rade  $V_5$ . Dieses treibt  $V_3$ . Da es fest auf der Dorgelegehülse sitzt, dreht sich diese mit, mit ihr das Rad  $V_1$ . Dieses treibt das Rad  $D$  und damit die Arbeitspindel. Wir erhalten auf diese Weise 9 verschiedene Geschwindigkeiten der Arbeitspindel, nämlich 3 ohne Dorgelege, 3 mit den Rädern  $V_4, V_2$  und 3 mit den Rädern  $V_5, V_3$ .

Wenn wir einen Blick von links in den Spindelstoß der Maschine hineintun könnten, so würden wir dort zahlreiche Räder sehen, die dazu dienen, den selbsttätigen Vorschub zu bewerkstelligen. Wir benutzen Abb. 237, um uns die Wir-

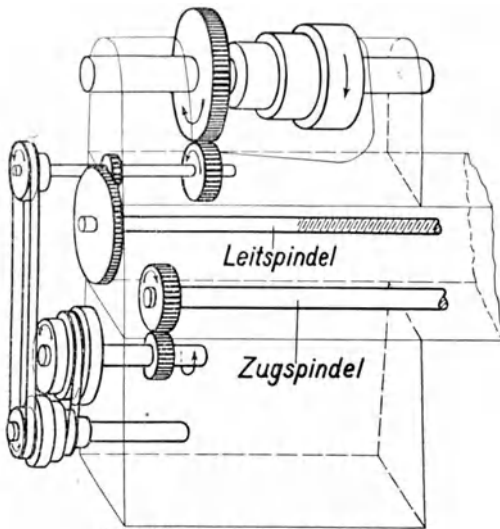


Abb. 238. Antrieb der Zugspindel.

Artungsweise klarzumachen. Alle Zahnräder sind strichpunktirt gezeichnet und in der Zeichnung mit Nummern versehen. Mit der hohlen Arbeitsspindel dreht sich Rad 1. Dieses treibt Rad 2. In der gezeichneten Stellung ist eine weitere Fortsetzung der Drehbewegung nicht möglich. Das bedeutet: der selbsttätige Vorschubmechanismus ist ausgeschaltet. Klinken wir aber den Feststellstift bei II aus, schwenken das gußeiserne Wendehertz *W* nach oben und lassen den Feststellstift in I einschnappen, dann steht Rad 3 mit Rad 2 in Eingriff. Dreht sich Rad 1 rechts herum, dann dreht sich 2 links herum, 3 rechts herum, 4 links herum. Schwenken wir das Wendehertz dagegen nach unten und stellen es bei III fest, dann tritt auch Rad 5 in Tätigkeit. Es dreht sich dann Rad 1 rechts herum, 2 links herum, 5 rechts herum, 3 links herum, 4 rechts herum. Wir haben also die Bewegung des Rades 4 auf diese Weise umgekehrt.

Artungsweise klarzumachen. Alle Zahnräder sind strichpunktirt gezeichnet und in der Zeichnung mit Nummern versehen. Mit der hohlen Arbeitsspindel dreht sich Rad 1. Dieses treibt Rad 2. In der gezeichneten Stellung ist eine weitere Fortsetzung der Drehbewegung nicht möglich. Das bedeutet: der selbsttätige Vorschubmechanismus ist ausgeschaltet. Klinken wir aber den Feststellstift bei II aus, schwenken das gußeiserne Wendehertz *W* nach oben und lassen den Feststellstift in I einschnappen, dann steht Rad 3 mit Rad 2 in Eingriff. Dreht sich Rad 1 rechts herum, dann dreht sich 2 links herum, 3 rechts herum, 4 links herum, 5 rechts herum, 3 links herum, 4 rechts herum. Wir haben also die Bewegung des Rades 4 auf diese Weise umgekehrt.

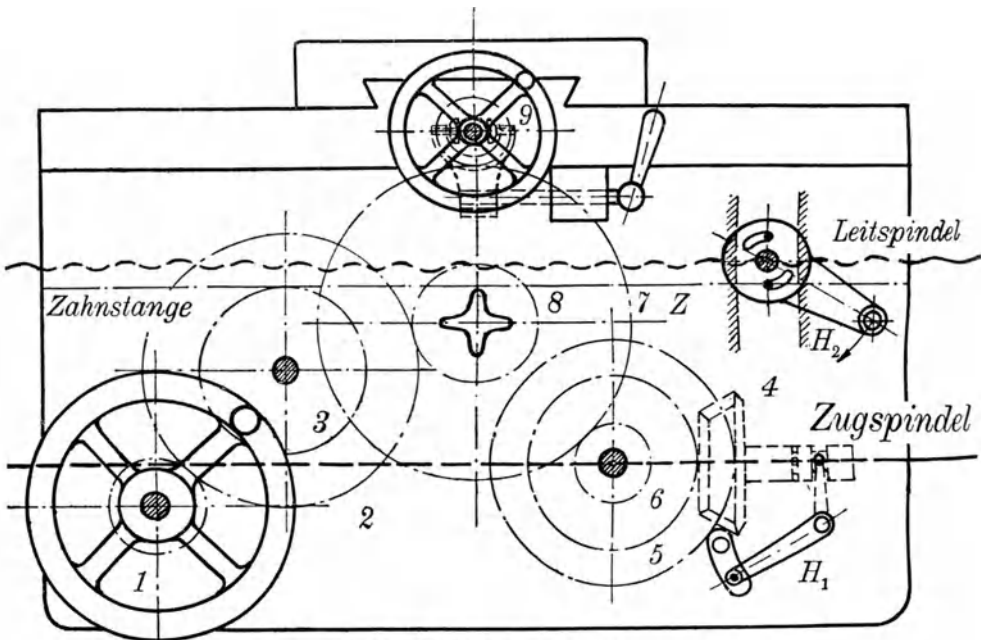


Abb. 239. Schloßplatte der Drehbanf.

Die Welle, auf der Rad 4 sitzt, tritt links aus dem Spindelstod der Maschine heraus. Auf dieser Welle sitzt drauhen wieder ein Zahnrad, um das wir uns zunächst nicht kümmern. Auf dem linken Ende der Welle sitzt jedoch eine Stufenscheibe, von der ein Riemen nach unten läuft. Aus Abb. 238 sehen wir den weiteren Verlauf dieses Vorschubantriebes und bemerken, daß schließlich über ein Zahnräderpaar, das an der Maschine selbst nicht zu sehen ist, weil es in einer Schutztape steckt, die Zugspindel angetrieben wird. Die Zugspindel ist eine glatte Spindel, von der aus, wie wir gleich sehen werden, die selbsttätige Vorschubbewegung weitergeleitet wird.

Wir kehren noch einmal zu Abb. 235 zurück und betrachten die Stelle, an der die Welle zu Rad 4 (Abb. 237) aus der Maschine heraustritt. Auf dieser Welle sitzt außen das vorhin übergangene Zahnrad. Dieses steht — nicht unmittelbar, sondern über auswechselbare Räder (Wechselräder) — mit einem Zahnrad auf der Leitspindel in Eingriff und kann somit die Leitspindel drehen. Die Leitspindel ist im Gegensatz zu der glatten Zugspindel mit Gewinde versehen. Sie wird, da ihr Antrieb ausschließlich über Räder erfolgt und somit zwangsläufig ist, für genauere Arbeiten benutzt, in erster Linie zum Gewindeschneiden.

Wir wollen schließlich noch an einer weiteren Gerippstizze (Abb. 239) die Bewegungen verfolgen, die für die verschiedenen Vorschubarten notwendig sind:

Handzug: Wir drehen das Handrad links unten auf der Schloßplatte. Mit ihm dreht sich Stirnrad 1. Dieses treibt Stirnrad 2. Mit ihm dreht sich Stirnrad 3. Stirnrad 3 wälzt sich auf einer am Drehbankbett befestigten Zahnstange ab. Auf diese Weise verschiebt sich die Schloßplatte und der mit ihr verbundene Werkzeugschlitten.

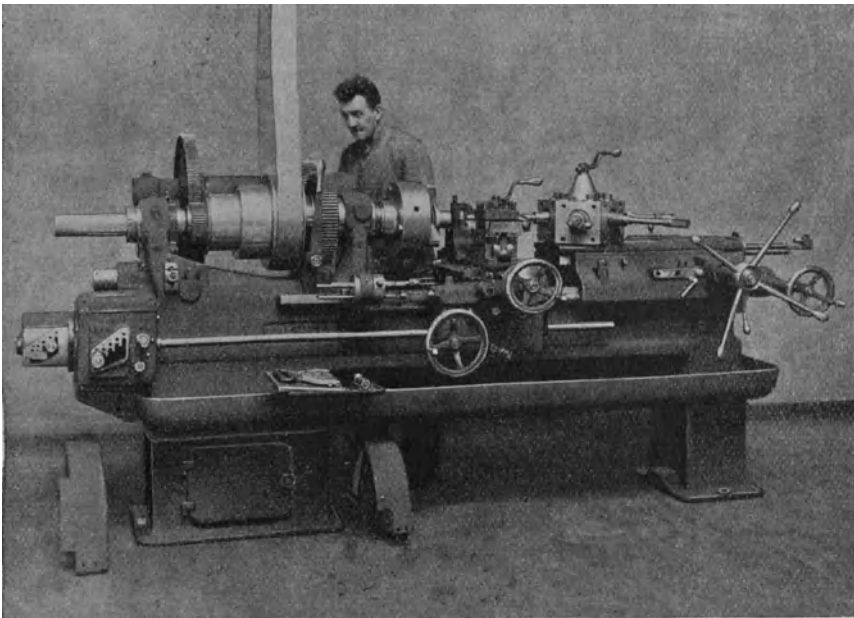
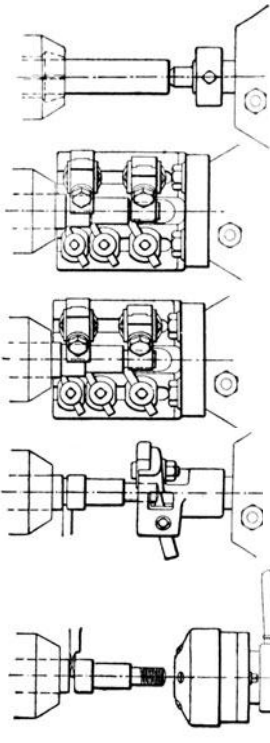


Abb. 240. Revolverdrehbank von Ludw. Loewe.

**Langzug** (mit Hilfe der Zugspindel): Wir verschieben den Hebel  $H_1$  von oben nach unten, verschieben damit mit dem anderen Ende des Doppelhebels  $H_1$  das Kegelrad 4 so, daß es mit dem Kegelrad 5 in Eingriff steht. Dreht sich nun die Zugspindel, so dreht sich mit ihr Kegelrad 4. Dieses treibt Kegelrad 5. Auf derselben Achse sitzt Stirnrad 6, dieses treibt Stirnrad 7. Mit ihm dreht sich Rad 8, das wir mit Rad 7 kuppeln können. Rad 8 treibt Rad 2. Damit dreht sich Rad 3, das auf derselben Achse sitzt. Dieses rollt sich auf der Zahnstange  $Z$  wie vorhin ab, wobei das Handrad bei 1 lose mitläuft.



**Planzug:** Der Planzug erfolgt von der Zugspindel aus über die Räder 4, 5, 6, 7, 9 und von da aus nach der Planspindel des Werkzeugschlittens. Rad 7 und 8 müssen aber entkuppelt werden, während 9 mit 7 durch Bewegung eines Handhebels miteinander in Eingriff zu bringen sind.

**Gewindezug:** Hierzu verwenden wir die Leitspindel. Wir ziehen zwei Mutterhälften, die hinter der Schloßplatte geführt sind, durch einen Handgriff zusammen. Dann steht die Schloßmutter mit der Leitspindel in Eingriff. Dreht sich die Leitspindel, so verschiebt sich die Schloßplatte, an der die geteilte Mutter sitzt.

Eine Revolverdrehbank ist in Abb. 240 dargestellt. Ihr besonderes Kennzeichen ist der Revolverkopf auf dem Revolverschlitten. Dieser befindet sich an der Stelle, wo bei der gewöhnlichen Drehbank der Reitstock sitzt. Der Revolverkopf hat mehrere Bohrungen zur Aufnahme von Werkzeugen. Außerdem sitzen auf dem Bett der Bank zwei Quersupporte, der eine vor, der andere hinter dem Werkstück. Wie der Revolverdreher arbeitet, wollen wir an der Herstellung eines Schraubenbolzens beobachten (Abb. 241). 1. Er schiebt das Rundmaterial durch die hohle Arbeit-

Abb. 241. Herstellung eines Schraubenbolzens auf der Revolverdrehbank.

spindel, bis es gegen einen im Revolverkopf stehenden Anschlag stößt, und klemmt das Rundmaterial in einem Spannfutter fest. 2. Er löst die Feststellung des Revolverkopfes und bewegt den Revolverschlitten mit Hilfe eines Handkreuzes nach rechts. Der Revolverkopf dreht sich von selbst, ein Kastenwerkzeug mit drei Stahlhäkern und zwei Materialführungen kommt in die Längsrichtung. Der Revolverdreher zieht den Revolverkopf mit dem Spannschlüssel fest und schiebt den Revolverschlitten gegen das sich drehende Werkstück. Hierbei wird das Stangenmaterial auf drei verschiedene Ansätze vorgeschruppt. 3. In derselben Weise schlichtet er mit einem zweiten Werkzeug. 4. Das in der nächsten Bohrung des Revolverkopfes sitzende Werkzeug verwendet er zum Abrunden. Mit einem in dem vorderen Quersupport stehenden Stahl sticht er ein und rundet gleichzeitig den Schraubenkopf. 5. Mit einem Gewindefschneidkopf schneidet er vom Revolverkopf aus auf den Bolzen Ge-



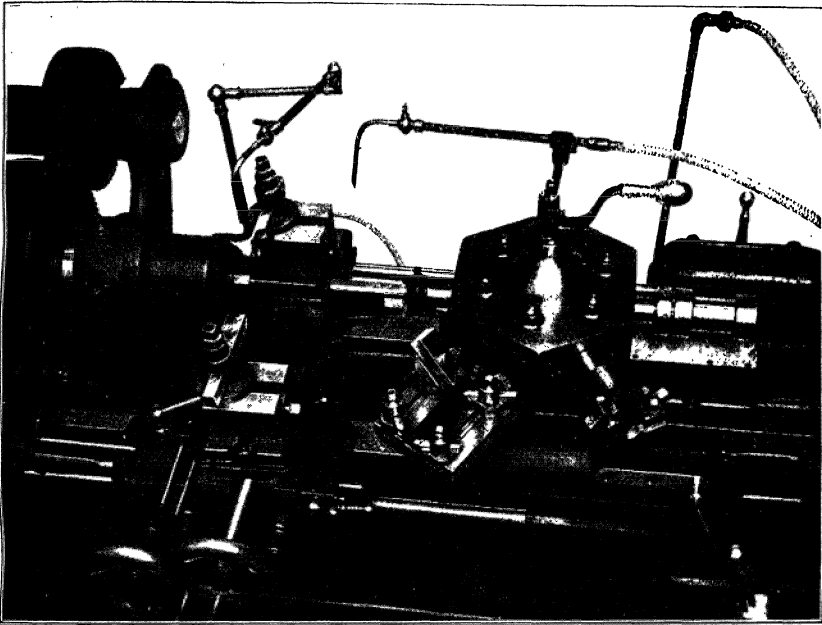


Abb. 242. Arbeitsweise der Revolverdrehbank.

winde und sticht die Schraube vom hinteren Quersupport aus ab. Abb. 242 zeigt eine ganz ähnliche Arbeit. Wir blicken hierbei von oben auf die Maschine und sehen unter anderem das Werkstück, die beiden Quersupporte und die im Revolverkopf befestigten Werkzeuge.

Bei Automaten erfolgen sämtliche Bewegungen selbsttätig, nachdem die Maschinen einmal eingestellt sind.

## 8. Schleifen.

### a) Der Schleifvorgang.

Der Sandstein nimmt mit seinen zahlreichen feinen Spitzchen Späne von dem Werkstück und ist daher mit einer ganz feinen Raspel zu vergleichen. Ist der Schleifstein trocken, so greifen die einzelnen Körnchen besser an, aber die Werkzeuge oder Werkstücke, die geschliffen werden, erwärmen sich leichter und glühen aus. Daher schleifen wir mit Vorliebe naß, und zwar entweder mit Wasser oder auch mit Öl, wie bei den Ölsteinen. Die Flüssigkeit bildet mit den losgetrennten Teilchen einen feinen Schlamm. Dieser bewirkt ein sanfteres Angreifen. In derselben Weise wirken auch die Weßsteine und die Schmirgelscheiben. Schmirgel ist ein Naturerzeugnis, das besonders auf der Insel Naxos in Kleinasien gefunden wird. Schmirgelleinen oder Schmirgelpapier enthält Schmirgel in Pulverform.

Auch die künstliche Schleifscheibe wirkt ähnlich. Die Schleifmittel, die mit Bindemitteln zu Schleifscheiben gepreßt werden, sind Aluminiumoxyd und Siliziumcarbid. Sie haben die verschiedensten Namen, die zu der ersten Gruppe gehörigen Alundum, Elektrit, Elektrorubin, Corundum und andere, die zur zweiten Gruppe gehörigen heißen z. B. Carborundum, Carbofilit, Carbolon, Crystolon. Siliziumcarbid hat man bei den Versuchen zur Herstellung künstlicher Diamanten gefunden. Es ist aus Sand und Koks bei hoher Temperatur im elektrischen Ofen entstanden. Die Kristalle, die fast so hart wie Diamanten sind und ihnen ähneln, werden zu Pulver zermahlen und mit einem Bindemittel zu Schleifsteinen verschiedener Form gepreßt. Solche Schleifscheiben enthalten dann unzählige kleine Schleifkristalle, die wie die Schneiden eines Schneidwerkzeuges wirken. Man hat ausgerechnet, daß bei einer Schleifscheibe von 500 mm  $\Phi$  und 50 mm Breite 10 000 000 solcher feinen Schneiden auftreten. Beim Schneiden nutzen sich natürlich diese winzig kleinen Körnchen ab. Die Schneiden werden stumpf und hören auf zu schneiden oder können nur unter Druck zum Schneiden gebracht werden. Überschreitet der Druck die Festigkeit des Bindemittels, so bricht das Korn aus der Schleifscheibe aus, und das dahinter liegende wird frei und schneidet. Ist das Bindemittel richtig gewählt, so hält sich auf diese Weise eine Schleifscheibe von selbst scharf. Für weiches Material verwenden wir harte Scheiben für hartes Material weiche Scheiben. Beim Rundschleifen verwenden wir Kühlwasser, weil sonst die abgetrennten Spänchen zu Kügelchen zusammenschmelzen.

Beim Trockenschliff ist Staubabsaugung aus gesundheitlichen Gründen notwendig.

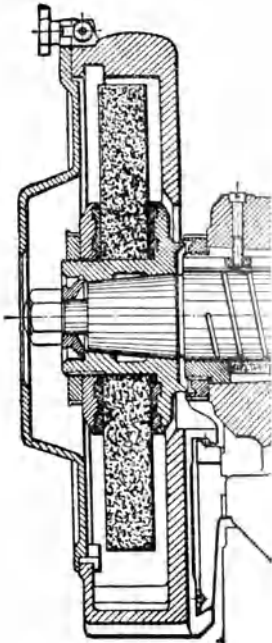


Abb. 243. Aufspannen der Schleifscheibe.

### b) Aufspannen zum Schleifen.

Zum Rundschleifen nehmen wir das Werkstück zwischen die Spitzen oder auf einen Dorn, ähnlich wie beim Drehen. Wie ein Schleifrad zweckmäßig aufzuspannen ist, zeigt Abb. 243. Die Schleifscheibe ist zwischen Flanschen eingeklemmt, die mit Weißmetall ausgegossen sind oder Gummizwischenlagen erhalten. Zum Planschleifen spannen wir das Werkstück ähnlich wie zum Hobeln auf (s. Abschnitt Hobeln). Abb. 244 zeigt uns, wie wir einen Fräser zum Scharfschleifen aufzu-

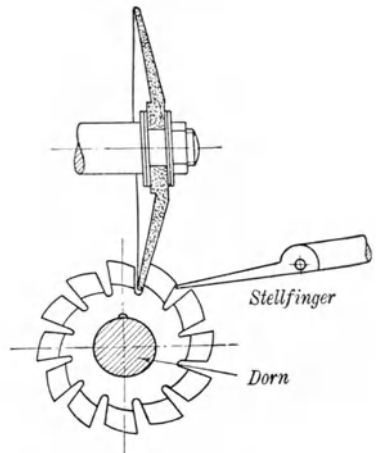


Abb. 244. Aufspannen eines Fräasers zum Scharfschleifen.

spannen haben. Er sitzt auf einem Dorn und ist durch einen Stellfinger abgestützt, damit er beim Schleifen nicht ausweicht. Spiralbohrer über 10 mm  $\Phi$  sollen wir auf einer besonderen Spiralbohrerschleifmaschine (Abb. 245) schleifen, damit die Werkzeuge ihre Schneidenform nicht unzulässig verändern. Wir legen den Spiralbohrer zum Schleifen einfach in die V-förmige Unterlage und schwenken diese hin und her, während die Schleifscheibe sich dreht. Kleinere Spiralbohrer, Meißel, Drehstähle u. dgl. schleifen wir meistens von Hand.

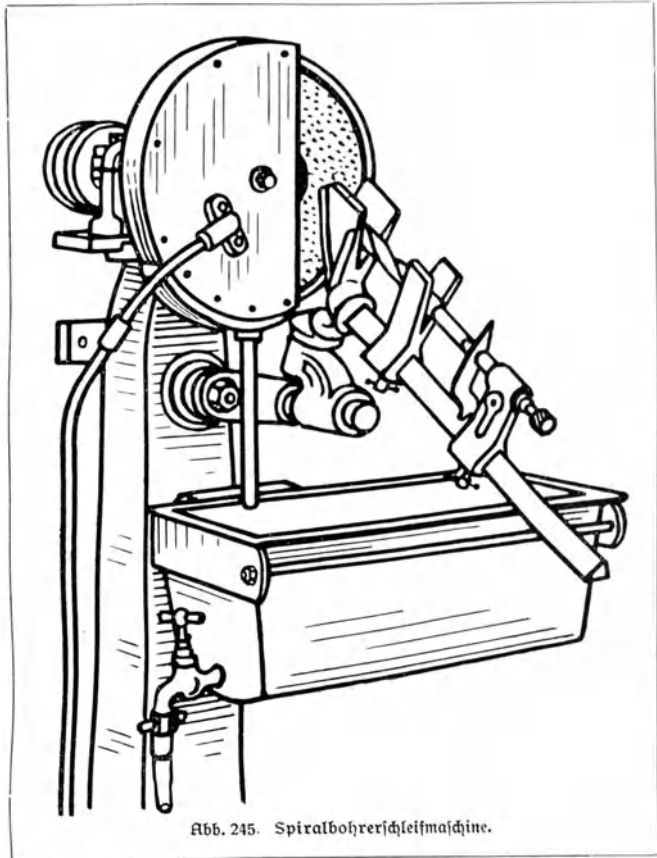


Abb. 245. Spiralbohrerschleifmaschine.

### c) Schleifarbeiten.

Beim Rundschleifen (Abb. 246) dreht sich die Schleifscheibe mit einer Umfangsgeschwindigkeit von etwa 30 m/sek. Das Werkstück, das 0,3 bis 0,8 mm Übermaß zu haben pflegt, macht eine gegenläufige Bewegung mit etwa 12 m/min Umfangsgeschwindigkeit. Gleichzeitig bewegt es sich mit dem Aufspanntisch der Maschine in der Längsrichtung. Das Maß der Längsbewegung pflegt  $\frac{2}{3}$  bis  $\frac{3}{4}$  der Scheibenbreite, bei Gußeisen  $\frac{3}{4}$  bis  $\frac{5}{6}$  der Scheibenbreite bei einer Umdrehung des Werkstückes zu betragen.

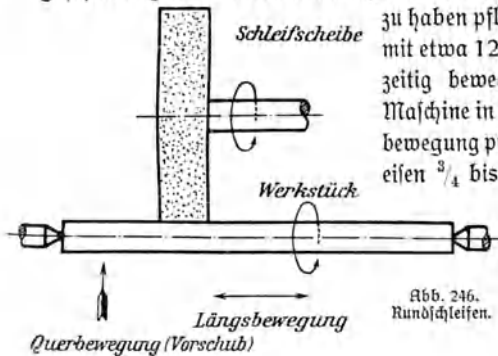


Abb. 246. Rundschleifen.

Die Querbewegung oder der Vorschub des Werkstückes auf die Schleifscheibe zu ist nur gering. Er beträgt bei Stahlwellen z. B. 0,003

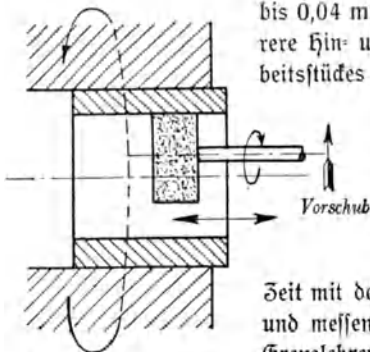


Abb. 247. Innenschleifen.

bis 0,04 mm. Es sind also mehrere Hin- und Hergänge des Arbeitsstückes an der Schleifscheibe vorbei notwendig, bis das Stück fertig geschliffen ist. Den Durchmesser des Werkstückes prüfen wir von Zeit zu Zeit mit der Mikrometer-Schraube und messen das fertige Stück mit Grenzlehren.

Zum Innenschleifen (Abb. 247) spannen wir das Werkstück in ein Futter, mit dem es sich dreht. Die verhältnismäßig kleine Schleifscheibe macht eine gegenläufige Bewegung und schiebt sich gleichzeitig in das hohle Werkstück hinein. Der Vorschub der Schleifscheibe erfolgt gegen die Innenwand des Arbeitsstückes.

Beim Planschleifen (Abb. 248) bewegt sich das Werkstück in Richtung des Doppelpfeiles. Die sich drehende Schleifscheibe wird gegen das Werkstück zu gestellt.

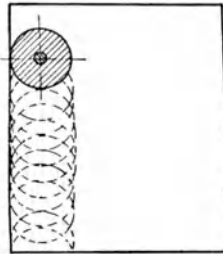
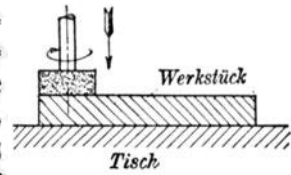


Abb. 248. Planschleifen.

**Scharfschleifen.** Auf manchen Werkzeugen (Fräsern u. dgl.) finden wir den Vermerk: „Oft schärfen!“ Es ist nämlich vorteilhafter, kleine Abnutzungen durch leichtes Nachschleifen auszugleichen als grobe Ungenauigkeiten durch starke Materialabnahme zu entfernen. Starres Abschleifen führt auch leicht zum Ausglühen des Werkzeuges, wodurch es seine Schneidhaltigkeit verliert. Beim Schleifen von spitzgezahnten Fräsern z. B. lassen wir die Schleifscheibe nach der Schneide hinlaufen. Auf diese Weise wird das zu schleifende Werkzeug gegen den Stellfinger gedrückt und liegt fest an. Hinterdrehte Fräser müssen wir an der Zahnbrust genau radial schleifen, da die Zähne sonst ihre richtige Form verlieren.

#### d) Schleifmaschinen.

Die einfachste Schleifmaschine ist der Schleifstein, der in kleineren Betrieben häufig durch eine Kurbel von Hand, in größeren durch einen Riemen angetrieben wird (Abb. 249). Nachschleifen ist hierbei die Regel. Wir müssen aber dafür sorgen, daß der Stein nicht im Wasser hängen bleibt, weil er sich sonst voll saugt, ungleichmäßig läuft („schlägt“) und bald unrund wird.

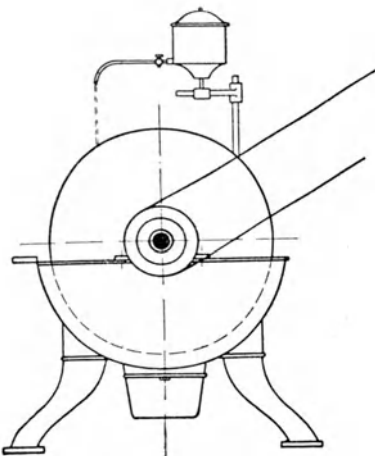


Abb. 249. Schleifstein.

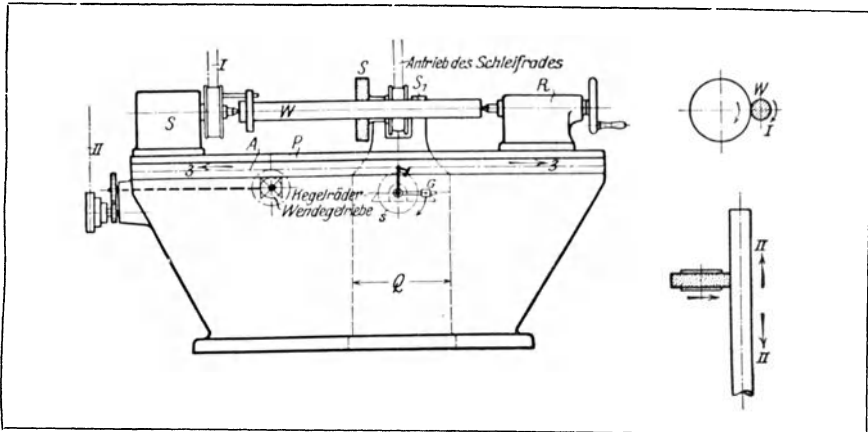


Abb. 250. Schleifmaschine.

Eine Rundschleifmaschine ist in Abb. 250 als Gerippfzizze dargestellt.<sup>1)</sup> Wir nehmen das Werkstück *W* wie beim Langdrehen zwischen die Spitzen des Spindelstoßes *S* und des Reitstoßes *R*. Die kreisförmige Bewegung erhält das Werkstück vom Spindelstoß *S* durch den Riemen *I*. Der Längsvorschub in Richtung *II* wird durch den Schleiftisch *A* ausgeführt, der durch den Riemen *II* an-

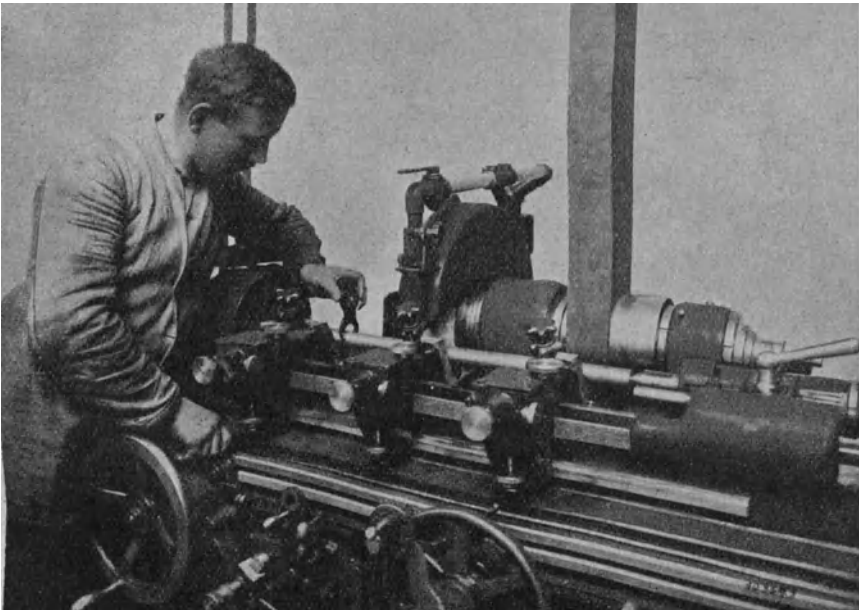
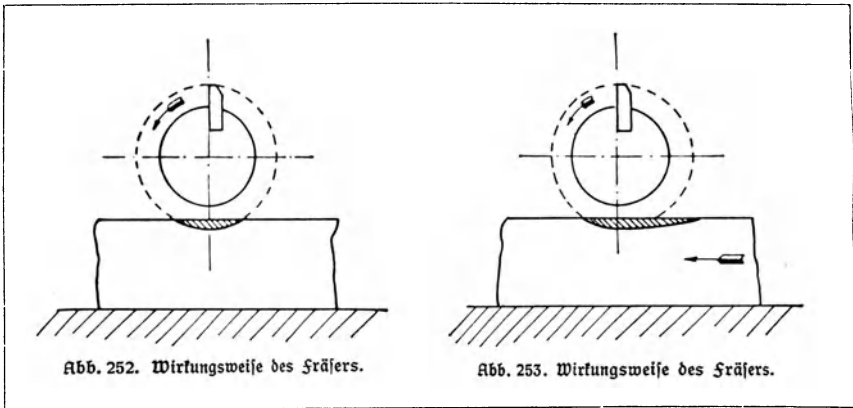


Abb. 251. Rundschleifmaschine von Ludw. Loewe.

1) Nach Hülle, Die Grundzüge der Werkzeugmaschinen und der Metallbearbeitung. Berlin 1919.



getrieben und durch ein Kegeltäderwendegetriebe umgesteuert wird. Haben wir kegelige Werkstücke zu schleifen, so stellen wir die drehbare Platte  $P$  auf den Kegelmittelwinkel ein. Das Schleifrad  $S$  sitzt auf der Schleifspindel des Schleifschlittens  $S_1$  und wird durch einen Riemen angetrieben. Um das Schleifrad an das Werkstück anzustellen, verstellen wir mit dem Handrad  $K$  den Schleifschlitten auf dem Querbett  $Q$ . Eine Rundschleifmaschine bei der Arbeit zeigt uns Abb. 251.

Zum Planschleifen verwenden wir Flächenschleifmaschinen, zum Werkzeugschleifen besondere Werkzeugschleifmaschinen. Außerdem gibt es noch zahlreiche Sonderschleifmaschinen, z. B. Kolbenringschleifmaschinen, Zahnräderchleifmaschinen und andere.

## 9. Fräsen.

### a) Die verschiedenen Fräser und ihre Wirkungsweise.

Nehmen wir an, der sich drehende Fräser habe nur eine Schneide und das Werkstück stehe still, dann bildet sich ein Span nach Abb. 252. Verschiebt sich dagegen gleichzeitig das Werkstück, dann wird der Span länger (Abb. 253). Hat der Fräser mehrere Schneiden, wie es tatsächlich der Fall ist, so überschneiden sich die einzelnen Spangrenzen, und es entstehen Fräswellen (Abb. 254), die wir auf gefrästen Werkstücken erkennen können. Hat der Fräser viele Zähne, so werden diese Spuren kleiner, die Arbeit wird sauberer. Stehen die Zähne dicht aneinander (kleine Zahnteilung), so arbeiten mehrere Zähne gleichzeitig. Dadurch wird der Schnittwiderstand größer und ebenso der Kraftverbrauch der Maschine. Wird der Widerstand zu groß, dann brechen die Zähne. Daher verwenden wir feingezahnte Fräser gern zum Schlichten, grobgezahnte wegen des geringen Schnittwiderstandes zum Schrappen. Der einzelne Zahn wird dann aber stärker beansprucht. Daher sind Schrappfräser in der Regel aus dem leistungsfähigeren Schnellschnittstahl gefertigt, während Schlichtfräser aus gewöhnlichem Werk-

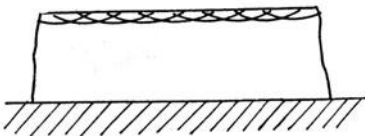


Abb. 254. Fräswellen.

stahl während Schlichtfräser aus gewöhnlichem Werk-

zeugstahl zu bestehen pflegen. Bei richtiger Zähnezahl und richtigem Vorschub arbeitet der Fräser wie in Abb. 255 gezeigt ist. Die Späne erhalten kommaartige Form. Zu beachten ist, daß der Fräser sich gegen das Werkstück bewegt. Er beginnt mit der kleinsten Kraftleistung und steigert sie allmählich. Bewegt sich das Werkstück mit dem Fräser gleichläufig, so müßte dieser mit der größten Leistung beginnen, er würde stoßend auf die harte Gußkruste auf-  
treffen und bald stumpf werden.

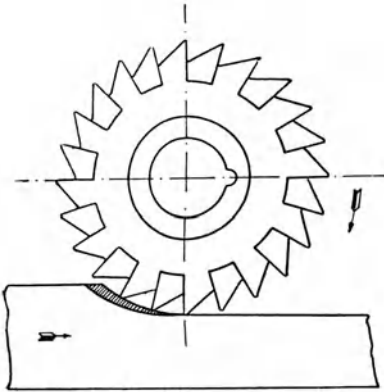


Abb. 255. Spanbildung beim Fräsen.

Wir können die Fräser in zwei Hauptarten einteilen: Spitzgezahnte Fräser (Abb. 256) und hinterdrehte Fräser (Abb. 257). Meistens benennen wir sie nach ihrer Form oder ihrem Verwendungszweck. Der Walzenfräser (Abb. 258), der zum Bearbeiten

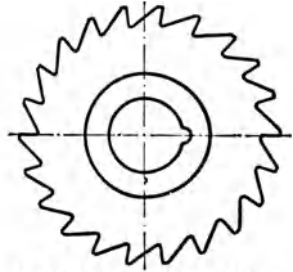


Abb. 256. Fräser mit spitzen Zähnen.

ebener Flächen dient, hat schräge oder spiralige Zähne. Diese greifen allmählich an und führen die Späne besser seitlich ab. Damit die Späne nicht zu lang

werden und sich nicht um das Werkzeug herumwickeln, haben Walzenfräser für schwere Schnitte Nuten in den einzelnen Zähnen (Abb. 259), die den Span unterbrechen. Stirnfräser (Abb. 260) schneiden auch auf der Stirnseite. Zuweilen setzen wir mehrere Fräser auf einen Dorn, um gleichzeitig mehrere Flächen bearbeiten

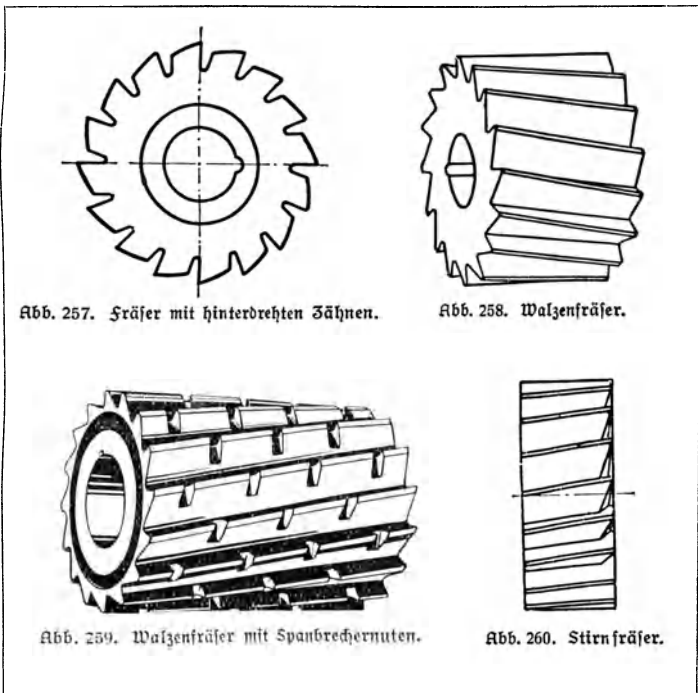


Abb. 257. Fräser mit hinterdrehten Zähnen.

Abb. 258. Walzenfräser.

Abb. 259. Walzenfräser mit Spanbrechernuten.

Abb. 260. Stirnfräser.

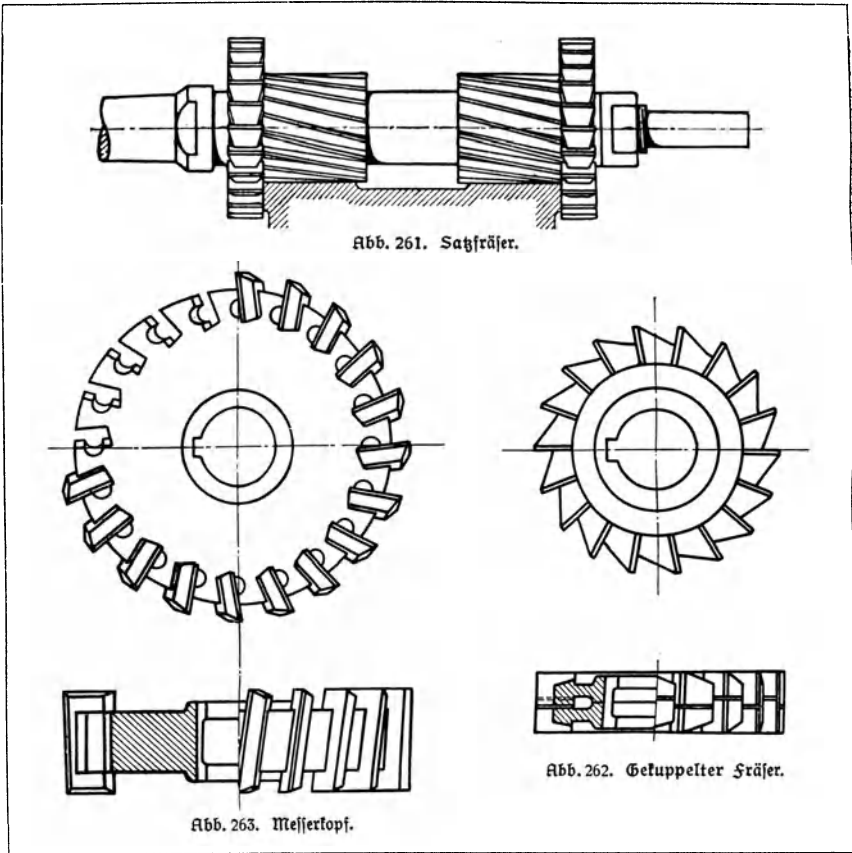


Abb. 261. Sagfräser.

Abb. 262. Gefuppelter Fräser.

Abb. 263. Messertopf.

zu können (Abb. 261). Solche Fräser heißen Sagfräser. Sollen die Fräser stets die gleiche Breite behalten, wie dies beim Fräsen von Nuten notwendig ist, so wenden wir verflinkte Fräser (Abb. 262) an. Die Trennungsfugen müssen bei solchen Fräsern gegeneinander versetzt sein, damit nicht etwa ein Grat auf dem Werkstück stehen bleibt. Durch Zwischenlagen von dünnem Blech oder dgl. können wir diese Fräser stets auf genauer Breite halten. Um teuren Werkstoff zu sparen, verwenden



Abb. 264. Zahnformfräser.

wir Fräser mit eingesetzten Messern, die sog. Messerköpfe (Abb. 263). Der Körper besteht aus Gußeisen oder Maschinenstahl, die Messer aus Gußstahl oder Schnellschnittstahl. Die Messer, die sich leicht auswechseln lassen, werden durch Eintreiben von Stiften in den geschlitzten Fräserkörper festgezwängt. Schaftfräser besitzen ähnlich wie der Spiralbohrer einen konischen oder zylindrischen Schaft. Andere Fräser haben Ähnlichkeit mit einer Kreissäge und werden auch wie diese benutzt. Als Beispiel für die große Menge

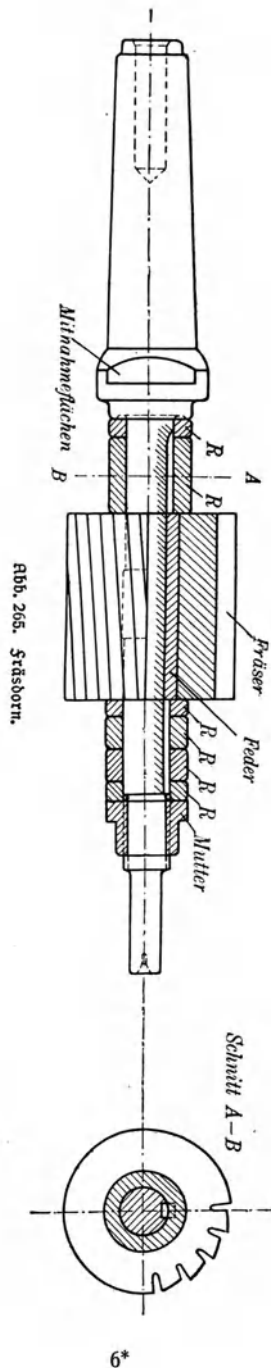


der hinterdrehten Fräser diene der in Abb. 264 dargestellte Zahnformfräser, der dazu dient, Zahnlücken aus einem vollen Rad herauszuschneiden und auf diese Weise Stirnräder herzustellen.

### b) Aufspannen der Fräser und der Werkstücke zum Fräsen.

Mit Bohrungen versehene Fräser stecken wir auf einen Fräsdorn (Abb. 265). Zu beiden Seiten bringen wir deutlich genau geschliffene Beilegeringe *R*, die den Fräser in der richtigen Lage halten. Die Ringe ziehen wir mit einer Mutter fest. Der Fräser selbst ist durch eine Feder (Schachkeil), der zum Teil in der Nut des Fräsdornes, zum Teil in der Nut des Fräasers sitzt, mit dem Fräsdorn verbunden und muß sich mitdrehen, wenn sich der Fräsdorn dreht. Das starke Ende des Fräsdornes stecken wir in den Hohlkegel der Fräsmaschinenspindel, das schwache Ende in die Buchse des Gegenhalters. Schaftfräser mit kegeligem Schaft befestigen wir nach Abb. 266 oder stecken sie ohne weiteres in den Hohlkegel der Frässpindel, solche mit zylindrischem Schaft stecken wir in die Spannpatrone eines Bohrfutters (Abb. 267, Mitte), drücken die Spannpatrone in den im Bilde links sichtbaren Teil des Futters, schrauben die Überwurfmutter auf und pressen so den konischen Teil der Patrone in den Hohlkonus des Futters, wobei sich die geschlitzte Patrone zusammenzieht und den Fräferschaft festhält.

Die zu fräsenden Werkstücke spannen wir, wenn sie geeignete Form haben, in einen auf dem Fräsmaschinensisch befestigten Parallelschraubstock, müssen uns dabei aber vor dem Verspannen hüten, z. B. durch Unterlagen. In der Massenfertigung ist es üblich, in den Schraubstock besondere Backen einzusetzen, die der Form des Werkstückes entsprechen. Haben wir in Wellen Nuten zu fräsen, so bringen wir die Werkstücke in einer Spannvorrichtung nach Abb. 268 unter. Diese Spannvorrichtung hat eine V-förmige Nut, damit die Welle, ohne sich zu drehen, sicher aufliegt. Festgehalten wird das Werkstück durch eine Spannklau, die wir durch Anziehen der Mutter auf das Arbeitsstück niederdrücken. Die Stellschraube rechts können wir je nach der Stärke der zu fräsenden Welle verstellen. Damit sich beim Los-



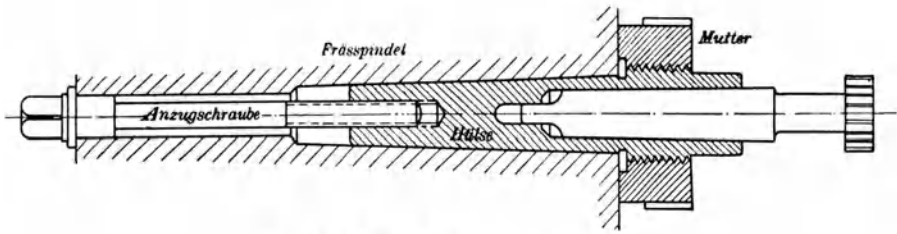


Abb. 266. Befestigung eines Schaftfräfers.

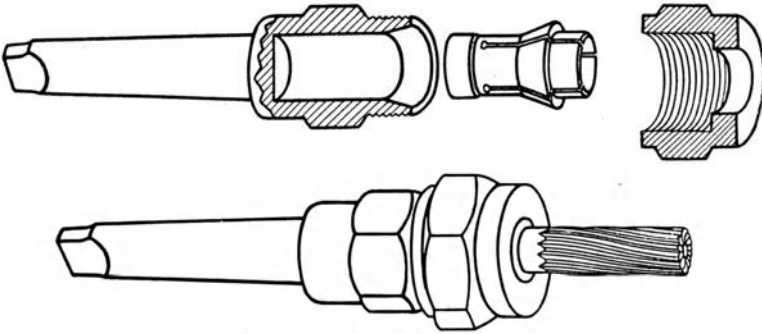


Abb. 267. Bohr- und Fräsfutter.

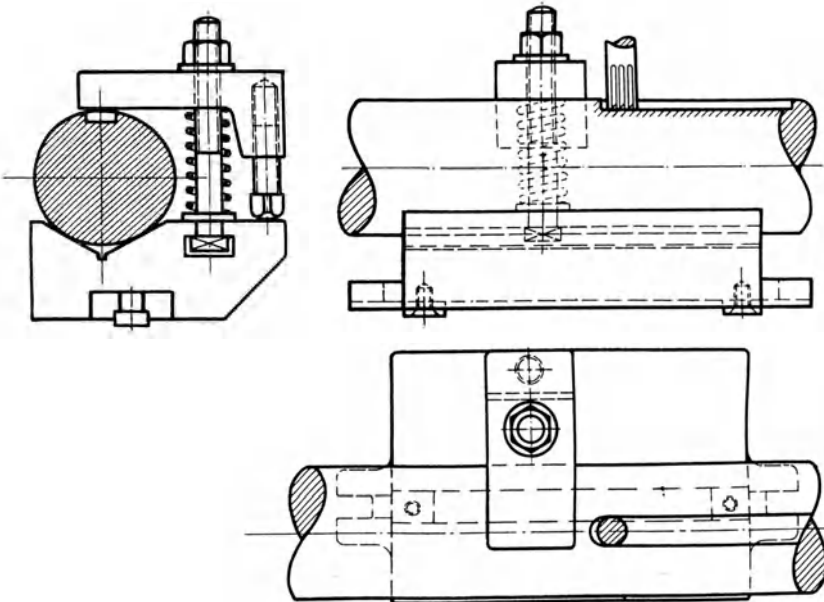


Abb. 268. Fräsvorrichtung für Wellen.

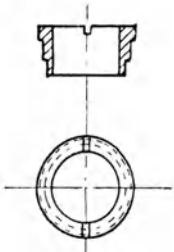


Abb. 270. Wertstück (Hülse).

spannen die Spannklau bequem abheben läßt, ist eine Spiralfeder angebracht, die die Klau nach oben drückt, sobald die Mutter nachgelassen wird. Eine andere Fräsvorrichtung zeigt uns Abb. 269. Sie dient zum Schlitzen der in Abb. 270 gezeichneten Hülse. Ein Dorn A nimmt das Werkstück auf, die Spannklau B hält es fest, wenn wir den Kugelgriff festgezogen haben. Zum Losspannen brauchen wir nur den Kugelgriff ein wenig zu lüften, dann wird durch die Spiralfeder die Spannklau nach oben gedrückt. Wir fassen diese und ziehen sie seitwärts, wobei sie durch den Schraubenstift rechts geführt wird. Das Spannen und Losspannen dauert nur wenige Sekunden. Solche Fräsvorrichtungen bringen infolgedessen wesentliche Ersparnisse an „toter Zeit“. Sie lohnen sich natürlich nur bei Massenfertigung.

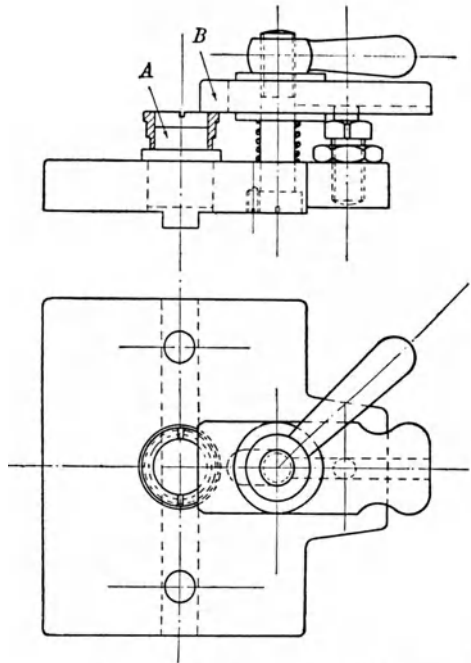


Abb. 269. Fräsvorrichtung für Hülse.

### c) Fräsarbeiten.

Für das Fräsen sind folgende Schnittgeschwindigkeiten in m/min zu empfehlen:

	Guß Eisen	Stahlguß	Temperstahlguß
weich	15 ÷ 20	15 : 20	20 · 24
mittel	10—15	10 : 15	16 : 20
hart	6 ÷ 10	6 : 10	11 · 16
	Maschinenstahl	Werkzeugstahl	Bronze und Messing
weich	20 ÷ 28	12 ÷ 16	30 ÷ 40
mittel	18 ÷ 20	8 ÷ 12	20 ÷ 30
hart	8—12	5 : 8	12 : 20.

Die niedrigen Werte gelten für stärkste Schrappspäne (~ 6 mm tief), die hohen für Schlächtpäne (~ 0,5 mm tief.)

Ebene Flächen fräsen wir mit dem

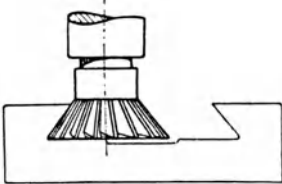


Abb. 272. Fräsen mit dem Winkelstirnfräser.

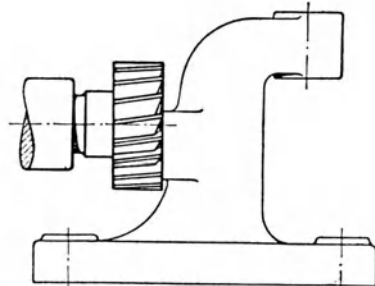


Abb. 271. Fräsen mit dem Stirnfräser.

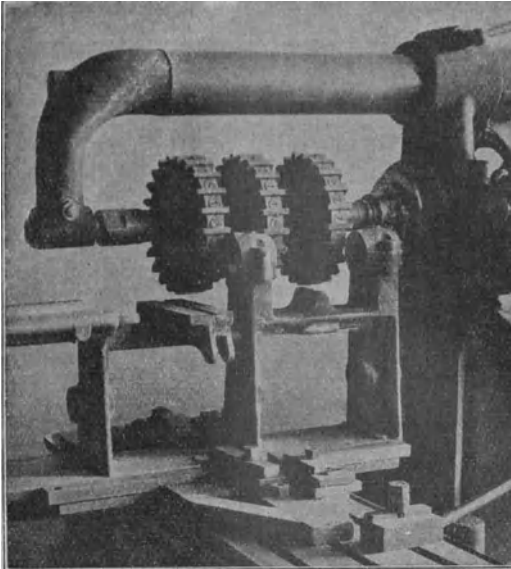


Abb. 273. Fräsen mit Messertöpfen.

Walzenfräser (Abb. 258, 259), dem Stirnfräser (Abb. 271), dem Winkelstirnfräser (Abb. 272) oder mit Messertöpfen (Abb. 273). Zum Einfräsen von Nuten oder Durchfräsen von Schlitzen benutzen wir Fingerfräser (Abb. 274). T-förmige Nuten stellen wir nach Abb. 275 her. Das Schlitzen von Schraubentöpfen erfolgt nach Abb. 276. Eine der außerordentlich häufig stattfindenden Formfräsarbeiten zeigt uns Abb. 277, 278, das Fräsen von Reibahlnuten. Um Spiralnuten, wie sie z. B. an Spiralbohrern vorkommen, herzustellen, müssen wir folgende Bewegungen vornehmen (Abb. 279): 1. Das Werkstück,

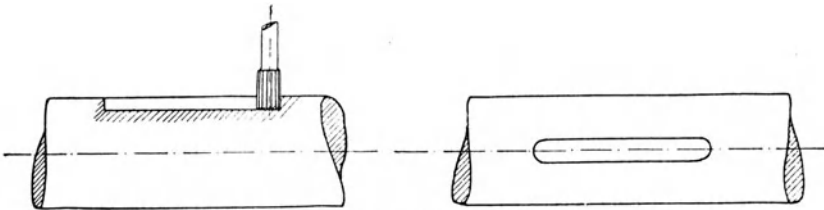


Abb. 274. Einfräsen von Nuten.

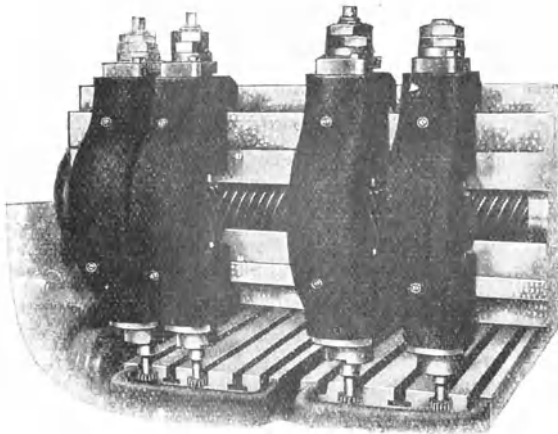


Abb. 275. Fräsen von T-Nuten.

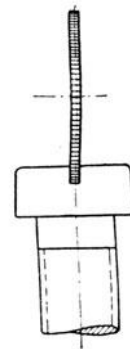
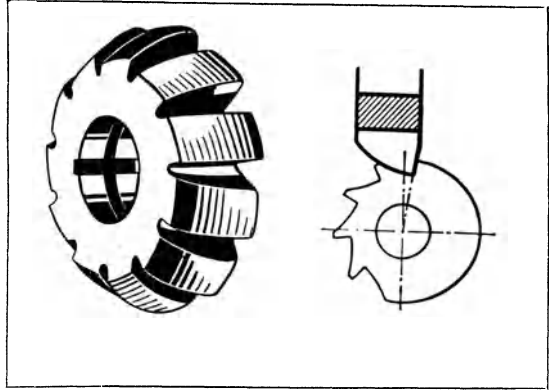


Abb. 276. Schlitzen von Schraubentöpfen.

das sich zwischen den Spitzen befindet, muß sich um seine Achse drehen; 2. der auf dem Dorn sitzende Fräser muß sich um seine Achse gegen das Werkstück drehen; 3. der um den Steigungswinkel  $\alpha$  der Spirale schräggestellte Tisch muß sich geradlinig vorwärts bewegen. Ähnlich dem Spiralfräsen ist das Gewindefräsen (Abb. 280). Hierbei stellen wir den Fräser um den Steigungswinkel  $\alpha$  des



Gewindes schräg und lassen ihn gleichzeitig den Vorschub machen, während das Werkstück sich dreht. Das Verfahren ist also ähnlich wie das Gewindefräsen auf der Drehbank, nur mit dem Unterschied, daß auch das Schneidwerkzeug sich dreht. Natürlich muß der Gewindefräser die Form des gewünschten Gewindes haben. Zuweilen haben wir ein Werkstück nach einer vorgearbeiteten Schablone herzustellen, es zu kopieren. Das machen wir in der Weise, daß wir einen Fräser zwingen, den genau von der Schablone vorgeschriebenen Weg zu nehmen (Abb. 281). Unsere Kopierfräsmaschine besitzt außer der Frässpindel noch eine zweite Spindel, die Führungsspindel. In dieser steckt ein gehärteter Stift oder eine Rolle. Die Rolle an

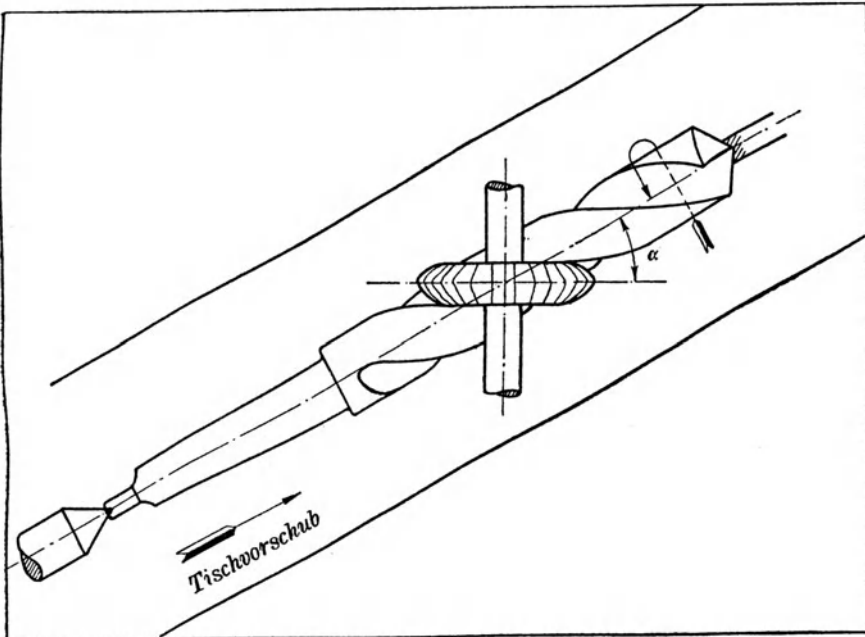
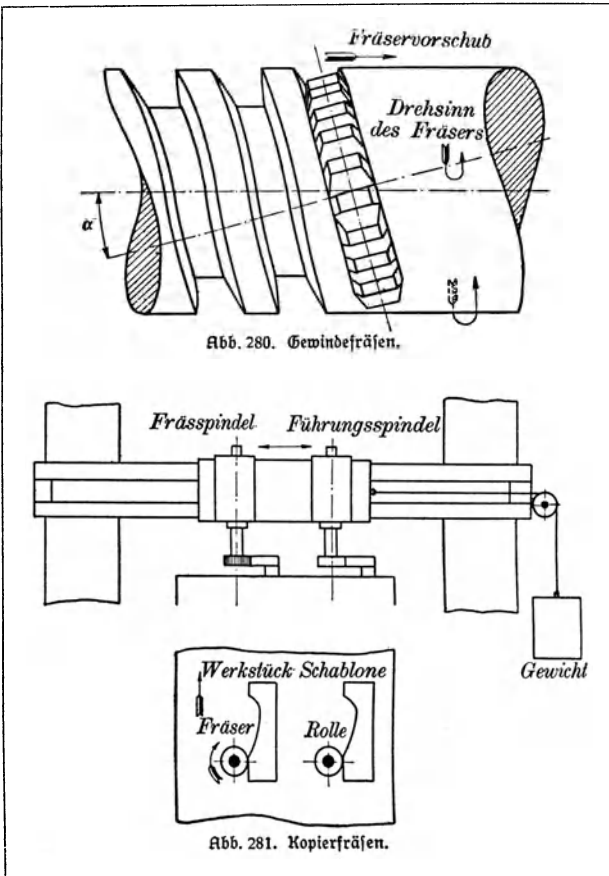


Abb. 279. Spiralfräsen.



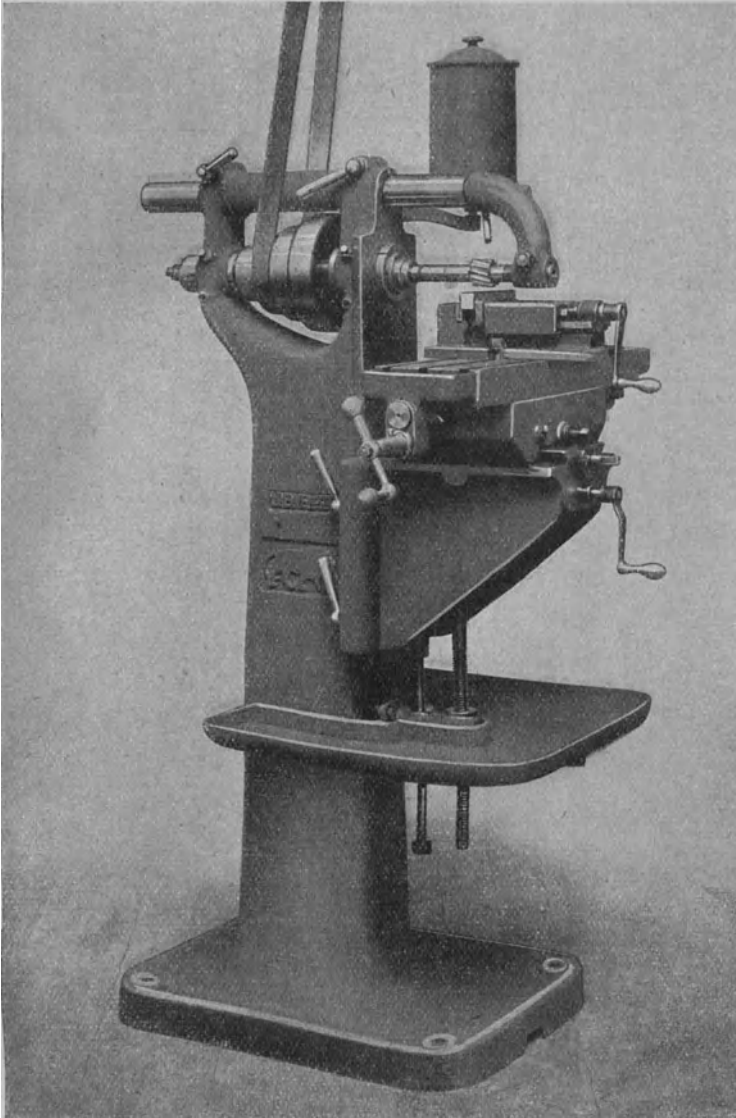
der Führungsspindel wird durch ein Gewicht gegen die Schablone gezogen oder durch Kurbeln von Hand gegen diese gedrückt, während sich der Tisch vorwärts schiebt.

Fräsen ist eins der vorteilhaftesten Arbeitsverfahren, weil der Fräser ein Werkzeug mit vielen Schneiden und daher einschneidigen Werkzeugen überlegen ist.

#### d) Fräsmaschinen.

Abb. 282 zeigt uns eine einfache Wagerechtfräsmaschine (Handfräsmaschine). Wir sehen die Arbeitsspindel mit einer dreistufigen Antriebscheibe, durch Kurbeln an dem Auf-

spannschlitten können wir zwei Bewegungen ausführen wie beim Drehbantsupport. Auf diese Weise verschieben wir den Unterschlitten parallel zur Arbeitsspindel, den Oberschlitten quer dazu. Den Fräsdorn mit dem Fräser (Abb. 265) stecken wir in die hohle Arbeitsspindel und unterstützen ihn mit dem oberhalb der Arbeitsspindel sichtbaren Gegenhalter. Brauchen wir den Gegenhalter nicht, z. B. beim Fräsen mit Schaftfräsern, so schwenken wir ihn nach oben. Eine schwere Wagerechtfräsmaschine, deren Wirkungsweise ähnlich ist, zeigt Abb. 283. Alle Bewegungen, auch die des Frästisches, erfolgen hier selbsttätig. So wird z. B. der Tischantrieb über eine Kugelgelenkwelle vom Vorschubrädertasten her eingeleitet. Die Universalfräsmaschine oder Allgemeine Fräsmaschine unterscheidet sich von der vorgenannten Maschine nur dadurch, daß sich der Arbeitstisch mit Hilfe eines Dreh Schlittens, wie wir ihn ähnlich auch bei dem Support der Drehbank kennen gelernt haben, verstellen läßt. Zu dieser Maschine gehört der Teilkopf, der auf dem Fräsmaschinentisch befestigt ist. Außerdem sind zahlreiche Sonderfräsmaschinen im Gebrauch. Die in Abb. 284 abgebildete Senkrecht-Fräsmaschine arbeitet ähnlich



Αββ. 282. Ώαγερεθίφρᾶσμαίθινη (θιαθίφρᾶσμαίθινη) von Ευδω. Σοεωε.

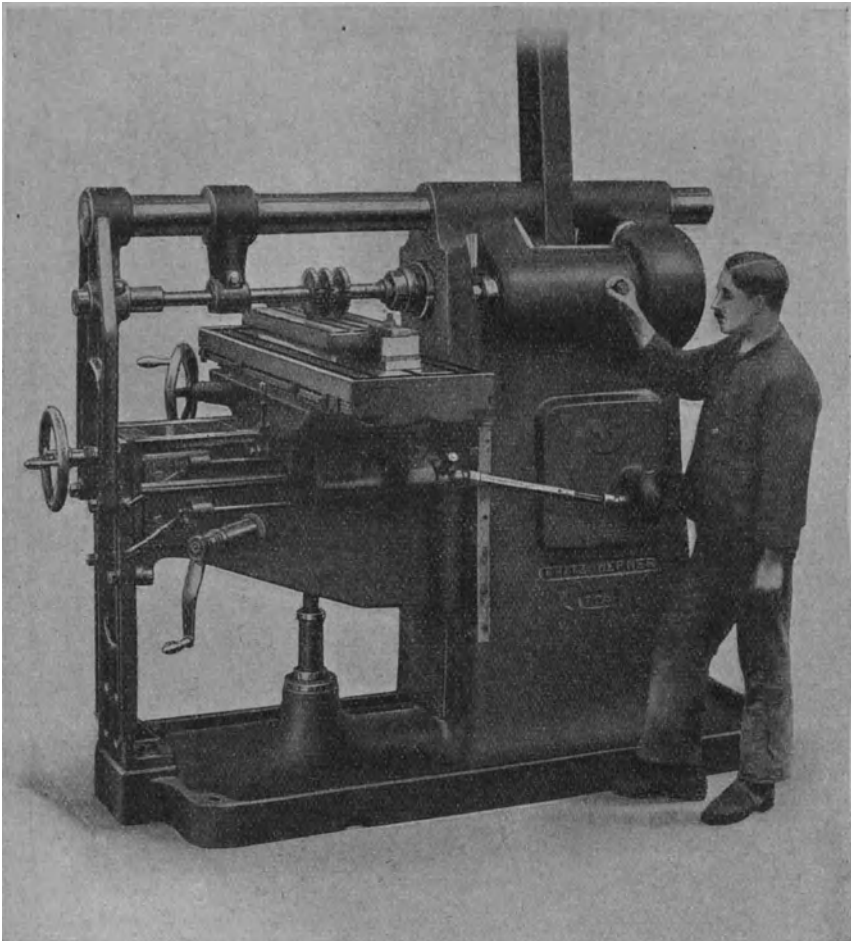


Abb. 285. Wagerecht-Fräsmaschine von Friß Werner.

wie eine Bohrmaschine, nur mit dem Unterschied, daß das Werkstück längs oder quer gegen den sich drehenden Fräser vorgeschoben wird.

### e) Der Teilkopf.

Der Teilkopf (Abb. 285) hat drei Aufgaben zu lösen: erstens soll er das Werkstück nach einem Fräsgang um das Maß der Teilung weitererschalten, z. B. beim Fräsen eines Zahnrades mit 36 Zähnen jedesmal um den 36. Teil eines Kreises; zweitens muß er das Werkstück unter einem Winkel einzustellen erlauben, z. B. beim Fräsen von Kegelrädern; drittens soll er in Verbindung mit der Tischspindel das Werkstück ununterbrochen drehen, während der Tisch sich verschiebt, z. B. beim Fräsen von Spiralnuten (Abb. 279). Der Teilkopf besteht in der Hauptsache aus einem Gehäuse, aus dem die Teilschindel herausragt. In der hohlen Teilschindel sitzt eine Körnerspiße. Ein doppelter Mitnehmer läßt das Werkstück wie bei der Drehbank



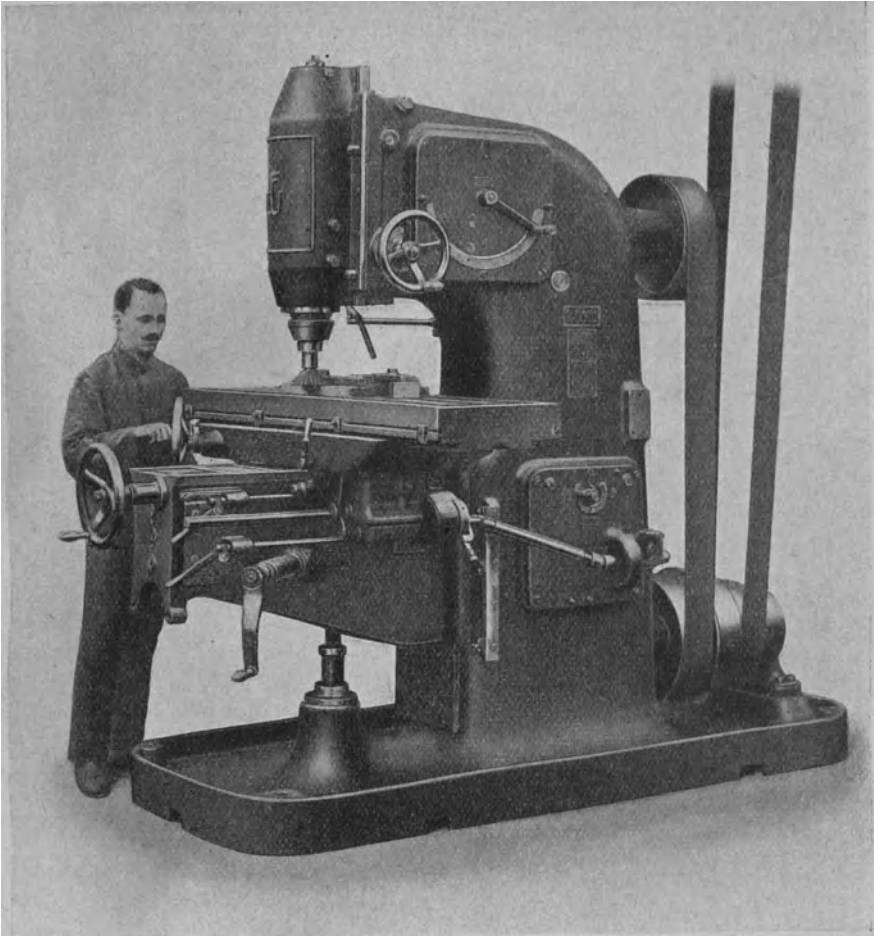


Abb. 284. Sentracht-Fräsmaschine von Fritz Werner.

an der drehenden Bewegung teilnehmen. Statt Spitze und Mitnehmer können wir wie bei der Drehbank ein Futter auf den Gewindepapfen der Teilschindel aufschrauben. Das Gehäuse können wir wie eine Haubitze aufrichten und nach einer Gradeinteilung feststellen. Vorn links sehen wir Teilscheibe, Teilkurbel mit einem Feststellstift (Indexstift) und ein Zeigerpaar. Die wichtigsten Teile sind in Abb. 286 noch einmal herausgezeichnet. Das Schneckenrad sitzt auf der hohlen Teilschindel. Es hat in der Regel 40 Zähne. Mit diesem Schneckenrad steht eine eingängige Schnecke in Eingriff. Auf derselben Welle wie die Schnecke sitzt die Teilscheibe und die Teilkurbel mit dem Indexstift. Wenn wir die Schnecke mit Hilfe der Teilkurbel einmal ganz herum-drehen, so dreht sich das Schneckenrad mit der Teilschindel um einen Zahn weiter. Wir müssen also 40 Umdrehungen der Teilkurbel machen, um Schneckenrad und Teilschindel einmal ganz herumzudrehen. Haben wir z. B. ein Zahnrad mit 10 Zähnen

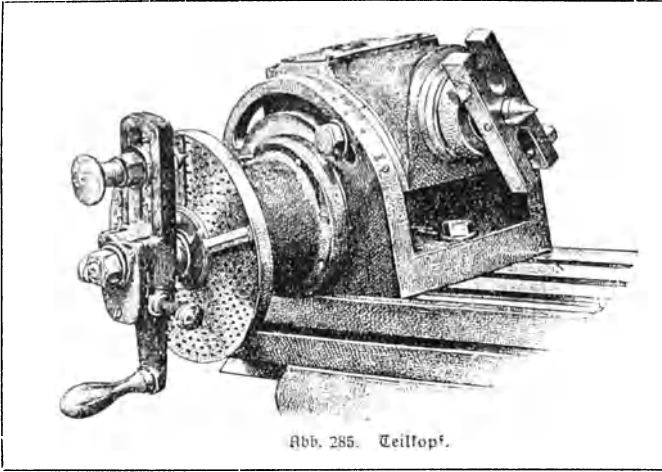


Abb. 285. Teilkopf.

zu fräsen, so haben wir das Schneckenrad um den 10. Teil eines Kreises zu drehen, das sind  $40:10 = 4$  Umdrehungen der Schnecke. Nach diesen 4 Umdrehungen stecken wir den Indexstift in einem Loch der Teilscheibe fest. Die Teilscheibe hat eine ganze Menge solcher Löcher, fast wie ein Sieb. Die Löcher liegen alle auf konzentrischen Kreisen. Der kleinste Kreis hat z. B. 15 Löcher, der nächste 16, die folgenden 17, 18, 19, 20, 21, 23, 27, 29, 31, 33, 37, 39, 41, 43, 47, 49. Beim Fräsen des Zahnrades mit 10 Zähnen ist es gleichgültig, welchen Teilkreis wir benutzen. Wir machen eben 4 volle Umdrehungen der Teilkurbel und stecken dann den Stift wieder in das Loch, von dem wir ausgegangen sind, zurück. Haben wir aber z. B. ein Rad mit 14 Zähnen zu fräsen, so müssen wir jedesmal  $\frac{40}{14} = 2\frac{6}{7}$  Umdrehungen mit der Teilkurbel machen. Das ginge folgendermaßen: Wir machen zwei volle Umdrehungen und teilen auf einem Kreis mit 7 Löchern 6 Löcher weiter. Ein Kreis mit 7 Löchern ist aber nicht vorhanden. Daher suchen wir einen passenden, der ein Mehrfaches von 7 Löchern enthält. Das ist entweder der 21er oder der 49er Kreis. Da  $\frac{6}{7} = \frac{18}{21}$  ist, so teilen wir nach zwei vollen Umdrehungen

um 18 Löcher weiter, stecken also den Indexstift in das 19. Loch.<sup>1)</sup> Benutzen wir den 49er Kreis, so rechnen wir  $\frac{6}{7} = \frac{42}{49}$  und teilen nach 2 vollen Umdrehungen 42 Löcher weiter, worauf der Indexstift in das 43. Loch kommt. Bei derartigen Teilungen müssen wir natürlich die Teilscheibe feststellen, damit sie sich nicht mitdreht. Um Verzählen zu vermeiden, benutzen wir die in Abb. 285 auf der Teilscheibe sichtbaren beiden Zeiger, die wir so weit auseinanderspreizen, daß sie den gewünschten Löcherabstand begrenzen.

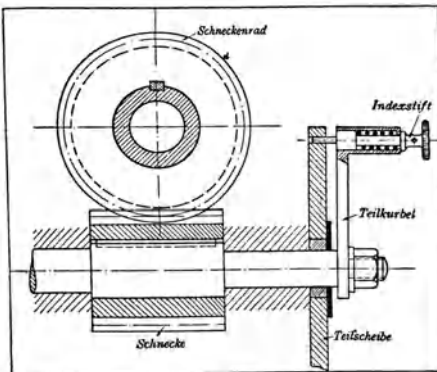


Abb. 286. Teile des Teilkopfes.

1) 18 Teile werden von 19 Löchern begrenzt.

## 10. Bohren, Senken, Reiben.

### a) Wirkungsweise der Bohrer, Senker, Reibahlen.

Beim Bohren, Senken und Reiben finden zwei Bewegungen statt, eine drehende (die Hauptbewegung) und eine in Richtung gegen das Werkstück vordringende (die Vorschubbewegung). Nehmen wir einen langen, dünnen Holzstab, stellen ihn auf den Tisch und drehen ihn mit der Hand, so sehen wir, in welcher Weise er beansprucht wird. Tritt bei der Drehbewegung ein Widerstand auf, z. B. wenn wir ihn an dem einen Ende festhalten, während wir an dem anderen weiter drehen, so werden die Fasern des Stabes verdreht und schließlich abgerissen („abgewürgt“). Drücken wir den Stab sehr stark gegen die Unterlage, so zerbricht er. In derselben Weise werden auch die Bohrer, Senker und Reibahlen beansprucht. Stößt die drehende Bewegung auf Widerstand, so wird das Werkzeug auf Verdrehung (Torsion) beansprucht; stößt die Vorschubbewegung auf Widerstand, so wird es auf Knickung beansprucht.

Den Spitzbohrer (Abb. 287) benutzen wir nur noch selten für Metallarbeiten. Er führt sich schlecht, verläuft daher im Bohrloch und muß, wenn er abgenutzt ist, jedesmal von neuem ausgeschmiedet, gefeilt, gehärtet und geschliffen werden. Die Spanabfuhr ist ungenügend, und die Späne, die im Bohrloch bleiben, zwingen und drücken und machen die Bohrung ungenau.

Der Spiralbohrer (Abb. 288) vermeidet diese Nachteile. Damit er aber genau arbeitet, müssen wir ihn vorschriftsmäßig behandeln. Freihändiges Schleifen führt z. B. zu folgenden Fehlern:

1. Die Schnittkanten werden ungleich lang (Abb. 289). Die einseitig liegende Spitze drängt beim Bohren nach der Mitte hin. Das Loch wird zu groß, der Bohrer wird wegen der ungleichen Beanspruchung der beiden Schneidkanten bald stumpf.

2. Die Schnittkanten werden ungleich lang und unter verschiedenen Winkeln geschliffen (Abb. 290). Auch in diesem Falle wird das Loch zu groß und der Bohrer rasch stumpf.

3. Die Schnittkanten werden unter ungleichen Winkeln geschliffen (Abb. 291). In diesem Falle schneidet nur eine Kante.

Durch die Reibung des Bohrers im Bohrloch wird Wärme erzeugt. Wir fühlen daher mit Seifenwasser oder mit in Wasser löslichem Bohról. Manche Bohrer enthalten Ölrohre, die bis zur Spitze reichen. Durch diese Rohre wird Öl unter hohem Druck gepreßt. Gußeisen bohren wir meist trocken oder mit Preßluft, wodurch die Späne besser entfernt werden.

Ein Sonderbohrer ist der Bohrring (Abb. 292), den wir auf eine Stange aufschrauben. Er läßt einen Kern stehen, mit dem man unter Umständen eine Materialprüfung vornehmen kann. Auch hat die Maschine weniger Arbeit zu leisten, wenn nicht der gesamte Inhalt des Bohrloches zerspannt zu werden braucht.

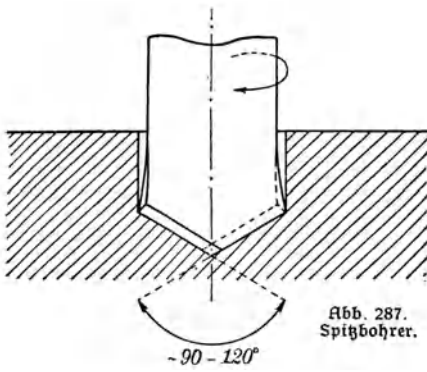


Abb. 287. Spitzbohrer.

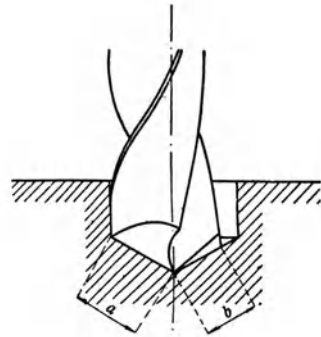


Abb. 289. Ungleich lange Schnittflanken.

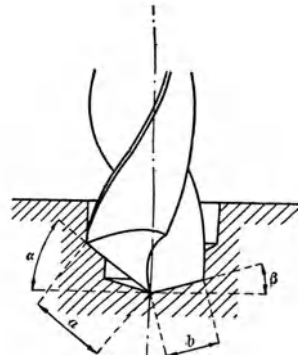
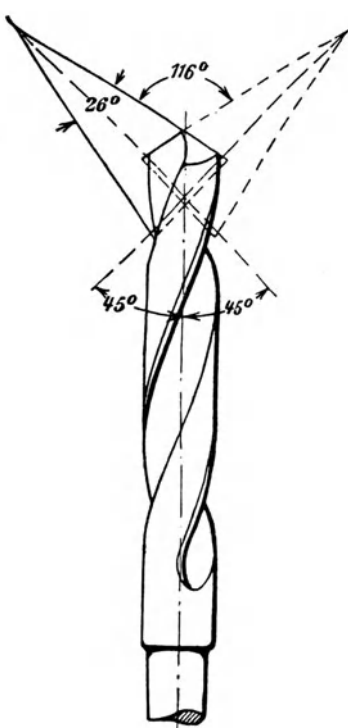


Abb. 290. Ungleich lange Schnittflanken unter verschiedenen Winkeln.

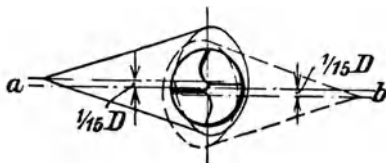


Abb. 288. Spiralbohrer.

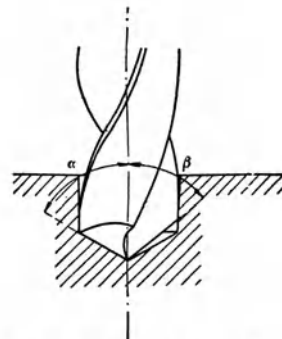
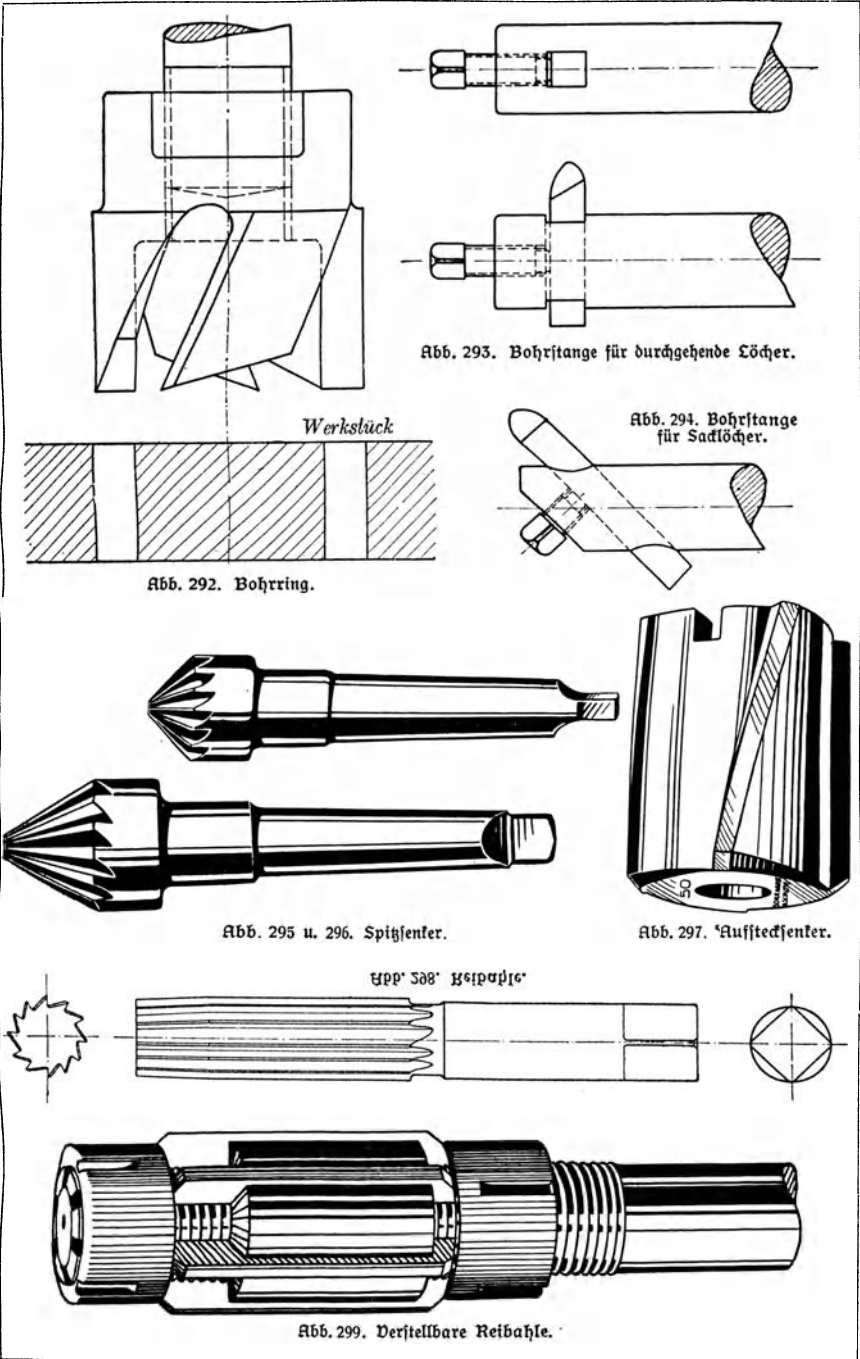


Abb. 291. Schnittflanken unter ungleichen Winkeln.



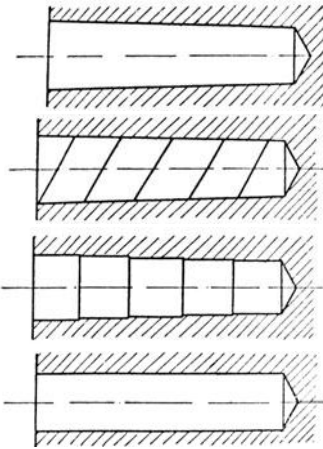


Abb. 300—303.  
Herstellung eines konischen Loches.  
bohrer oder Schneideisen.

Haben wir vorgegoffene Löcher auszubohren oder auszdrehen, so verwenden wir Bohrstanzen (Abb. 293 u. 294). Sie bestehen aus einer Stange aus Maschinenstahl mit eingesetzten Messern aus Werkzeugstahl oder Schnellschnittstahl. Bohrstanzen wirken entweder wie ein Bohrer oder wie ein Drehstahl. In diesem Falle dreht sich das Werkstück, und die Bohrstanze macht den Vorschub.

Senker dienen dazu, vorgebohrte Löcher zur Aufnahme von Schraubenköpfen, Nieten u. dgl. oder zum Entfernen von Grat kegelig oder zylindrisch zu erweitern. Abb. 295, 296 zeigen zwei Spitzsenker, Abb. 297 einen Aufstecksenker. Wir stecken die Senker entweder unmittelbar in die Bohrspindel oder in ein Futter, können sie aber auch auf Drehbänken benutzen. In diesem Falle verwenden wir sie wie die Gewinde-

Gebohrte Löcher sind für viele Zwecke nicht genau genug. Um kaliberhaltige Bohrungen herzustellen, verwenden wir nach dem Bohren noch Reibahlen und danach Regulierreibahlen. Die Reibahle (Abb. 298), die wir von Hand oder mit der Bohrmaschine oder der Drehbank unter Drehung in das Werkstück schieben, nimmt mit ihren feinen Zähnen in der Regel nur feine Späne und glättet auf diese Weise die Bohrung. Da die Reibahle durch das Nachschleifen einen kleineren Durchmesser erhält, nehmen wir zum Nachreiben eine verstellbare Reibahle (Abb. 299). Sie hat Messer, die auf der Unterseite keilförmig sind und auf ihrer schrägen Unterlage durch Muttern längs verschoben werden können. Wir stellen sie mit Kaliberringen auf genaues Maß ein. Die Messer lassen sich leicht auswechseln. Haben wir konische Löcher herzustellen, so gehen wir folgendermaßen vor (Abb. 300—303). Wir bohren ein zylindrisches Loch (Abb. 300), reiben dies mit einer Schrappreibahle vor (Abb. 301), reiben mit einer Vorreibahle (Abb. 302) und reiben mit einer Fertigreibahle nach (Abb. 303).

### b) Spannen des Werkzeuges und des Werkstückes.

Spiralbohrer, Senker, Reibahlen spannen wir einfach in der Weise, daß wir sie mit ihrem kegelförmigen Schaft in den Hohlkegel der Bohrspindel hineinstecken. Hat

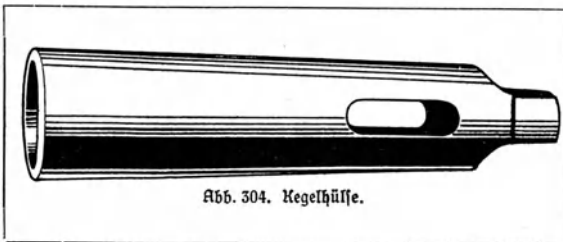


Abb. 304. Kegehülse.

das Werkzeug einen kleineren Kegel als die Bohrspindel, so stecken wir es zunächst in eine Kegelhülse (Abb. 304 u. 305) und diese in den Hohlkegel der Bohrspindel. Häufig benutzen wir Bohrer mit zylindrischem Schaft und

spannen sie in Bohrfutter. Wir müssen sie so tief einspannen, daß sie anstoßen, sonst werden sie beim Bohren zurückgedrückt. Ferner haben wir darauf zu achten, daß der Bohrer rundläuft. Als Bohrfutter dienen uns die aus Abb. 204, 205, 267 bekannten Futter oder Schnellwechselfutter, die ein Auswechseln der Bohrer während des Ganges der Maschine ermöglichen.

Das Werkstück halten wir beim Bohren entweder mit der Hand fest, wenn es geeignete Form besitzt, oder spannen es in einen Feilkloben. Zylindrische Teile legen wir auf prismatische Unterlagen (Abb. 82, 83). Auch der auf dem Maschinentisch befestigte Parallelschraubstock eignet sich häufig zum Einspannen. Haben wir Löcher unter einem bestimmten Winkel zu bohren, so verwenden wir einen nach einer Gradeinteilung verstellbaren Aufspannwinkel (Abb. 306), auf dem wir das Werkstück befestigen.

In der Massenanfertigung kommen die aus dem Abschnitt „Anreißen“ bekannten Bohrvorrichtungen oder Bohrlehren zur Anwendung. Bei ihrer Benutzung haben wir darauf zu achten, daß sie genau eben auf dem Bohrtisch stehen, weil sonst die Bohrbüchsen schief stehen und das Loch schief wird. Aus demselben Grunde müssen wir vor dem Einspannen die Späne sorgfältig aus der Vorrichtung entfernen.

Kleinere Löcher bohren wir aus dem Vollen. Größere Löcher sind meistens vorgegossen, wir haben sie dann nur auszubohren. Sollen Löcher noch gerieben werden, so bohren wir sie mit dem Minusbohrer, der ein wenig Untermaß hat. Auch für Gewindelöcher müssen wir entsprechende Bohrer verwenden, deren Größe wir aus Zusammenstellungen entnehmen. Ein Bohrer für 10 mm metrisches Gewinde hat z. B. 8,2 mm  $\Phi$ , ein solcher für  $\frac{1}{2}$  Whitworthgewinde 10,25 mm  $\Phi$ .

Teile von Löchern, z. B. am Rande eines Werkstückes, können wir nicht ohne weiteres bohren, weil der Bohrer sonst verläuft. In diesem Falle macht man das Werkstück an der betreffenden Stelle um so viel größer, daß man ein volles Loch bohren kann. Nach dem Bohren wird dann das überflüssige Stück durch Fräsen usw. entfernt.

Auch Gewindeschneiden ist auf der Bohrmaschine möglich. Vielfach ist dann die Maschine so eingerichtet, daß die Bohrspindel rechts und links herum laufen kann.

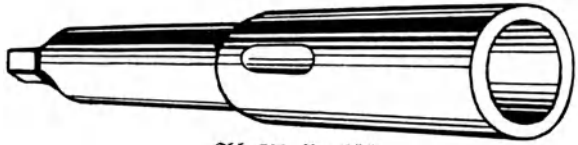


Abb. 305. Kegelhülse.

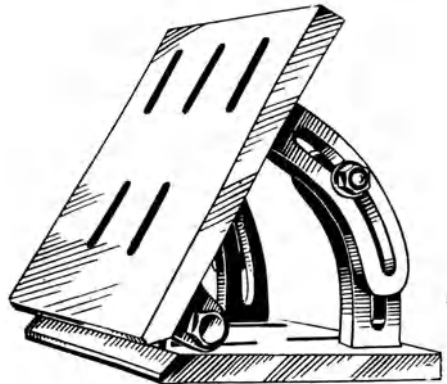


Abb. 306. Verstellbarer Aufspannwinkel.

### c) Bohr-, Senf- und Reibarbeiten.

Kleinere Löcher bohren wir aus dem Vollen. Größere Löcher sind meistens vorgegossen, wir haben sie dann nur auszubohren. Sollen Löcher noch gerieben werden, so bohren wir sie mit dem Minusbohrer, der ein wenig Untermaß hat. Auch für Gewindelöcher müssen wir entsprechende Bohrer verwenden, deren Größe wir aus Zusammenstellungen entnehmen. Ein Bohrer für 10 mm metrisches Gewinde hat z. B. 8,2 mm  $\Phi$ , ein solcher für  $\frac{1}{2}$  Whitworthgewinde 10,25 mm  $\Phi$ .

Teile von Löchern, z. B. am Rande eines Werkstückes, können wir nicht ohne weiteres bohren, weil der Bohrer sonst verläuft. In diesem Falle macht man das Werkstück an der betreffenden Stelle um so viel größer, daß man ein volles Loch bohren kann. Nach dem Bohren wird dann das überflüssige Stück durch Fräsen usw. entfernt.

Auch Gewindeschneiden ist auf der Bohrmaschine möglich. Vielfach ist dann die Maschine so eingerichtet, daß die Bohrspindel rechts und links herum laufen kann.

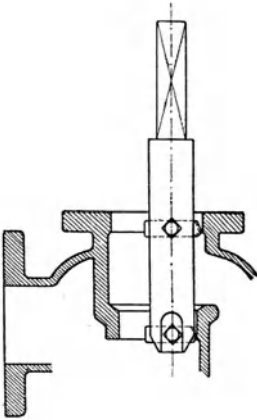


Abb. 307. Ausbohren eines Dentils mit Bohrstange.

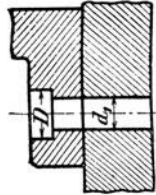


Abb. 309.

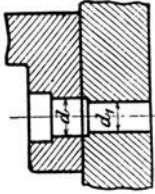


Abb. 310.

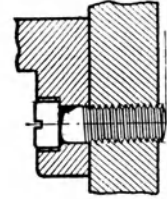


Abb. 311.

Senfen mit Hals- und Doppelfluten.

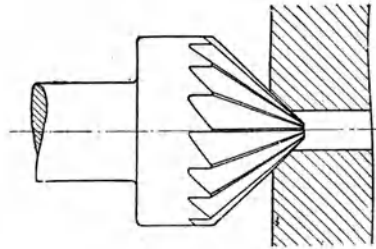


Abb. 308. Senfen mit Spitzenbohrer.

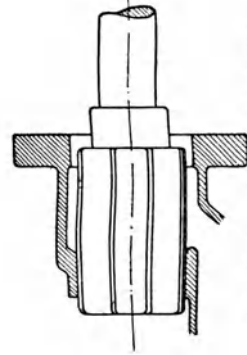
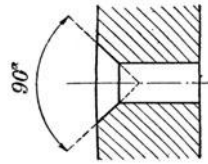


Abb. 313. Nachreiben eines Dentils

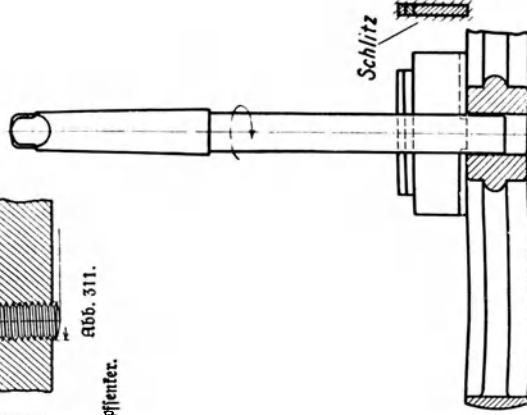


Abb. 312. Anfrähen einer Nahe mit Doppelfluten.



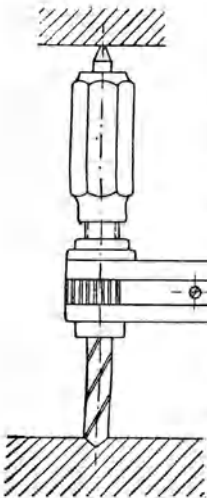


Abb. 314. Bohrknarre.

Das Ausbohren eines Ventils durch eine Bohrstange mit zwei Messern zeigt uns Abb. 307.

Senkarbeiten sind in den Abb. 308—311 dargestellt. In Abb. 308 wird mit einem Spitzsenker oder Kraustopf die Ausfentung für den Kopf einer Versenkschraube hergestellt. Die Abb. 309 u. 310 zeigen, wie die Versenkarbeiten für Hals und Kopf der in Abb. 311 dargestellten Schraube hergestellt sind.  $D$  ist der Lochdurchmesser für den Kopf,  $d$  der für den Hals der Schraube,  $d_1$  der für das Gewinde. Die für diese Arbeiten benutzten Senker besitzen Führungszapfen vom Durchmesser  $d_1$ . Mit einem solchen Führungszapfen arbeitet auch der Zapfensenker (Abb. 312), der zum Anschneiden der Nabe eines Rades oder einer Riemenscheibe dient.

Eine Reibarbeit ist in Abb. 313 dargestellt: Das Nachreiben eines mit der Bohrstange ausgebohrten Ventilsitzes.

Bohren wir mit Hilfe von Bohrvorrichtungen (vgl. S. 26/27), die in der Massenfertigung sehr häufig Verwendung finden, so haben wir zu beachten, daß sich keine Späne unter der Bohrvorrichtung oder zwischen der Innenwand der Vorrichtung und dem Werkstück befinden, da sonst die gebohrten Löcher schief werden.

#### d) Bohrmaschinen.

Eine der einfachsten Bohrmaschinen ist die Bohrknarre (Abb. 314). Wir benutzen sie für Montagearbeiten, wenn wir keine elektrisch oder durch Preßluft angetriebenen Bohrmaschinen zur Verfügung haben. Als Widerlager gebrauchen wir dabei einen Bügel, einen Winkel oder einen geeigneten Teil des Arbeitsstückes. Der Bohrer steckt in einer Hülse, die außen mit Flachgewinde versehen ist und sich aus einer Sechskantmutter herausschraubt, wodurch der Bohrer vorschub erzeugt wird. Wir geben dem Bohrer die drehende Hauptbewegung durch Drehen des Hebels. An diesem sitzt eine Blattfeder, die in das Schaltrad auf der Hülse eingreift. Beim Zurückziehen des Hebels gleitet die Blattfeder über die Zähne des Schaltrades. Dadurch entsteht das knarrende Geräusch.

Die Schnellbohrmaschine (Abb. 315) wirkt in folgender Weise. Der Antrieb erfolgt durch einen Riemen vom Deckenvorgelege her. Ein zweiter Riemen, über Rollen geleitet, überträgt die drehende Bewegung im Winkel auf die senkrechte Bohrspindel. Legen wir den Riemen auf eine kleinere oder größere Scheibe der auf der Bohrspindel sitzenden Stufenscheibe, dann müssen wir die Leitrollen entsprechend verstellen. Den Vorschub betätigen wir durch Niederdrücken eines Gefühlshebels. Dieser greift mit einem Trieb in eine Zahnstange an der Bohrspindelhülse ein. Lassen wir den Hebel los, so geht die Bohrspindel, durch ein Gewicht im Maschinenständer gezogen, wieder hoch.

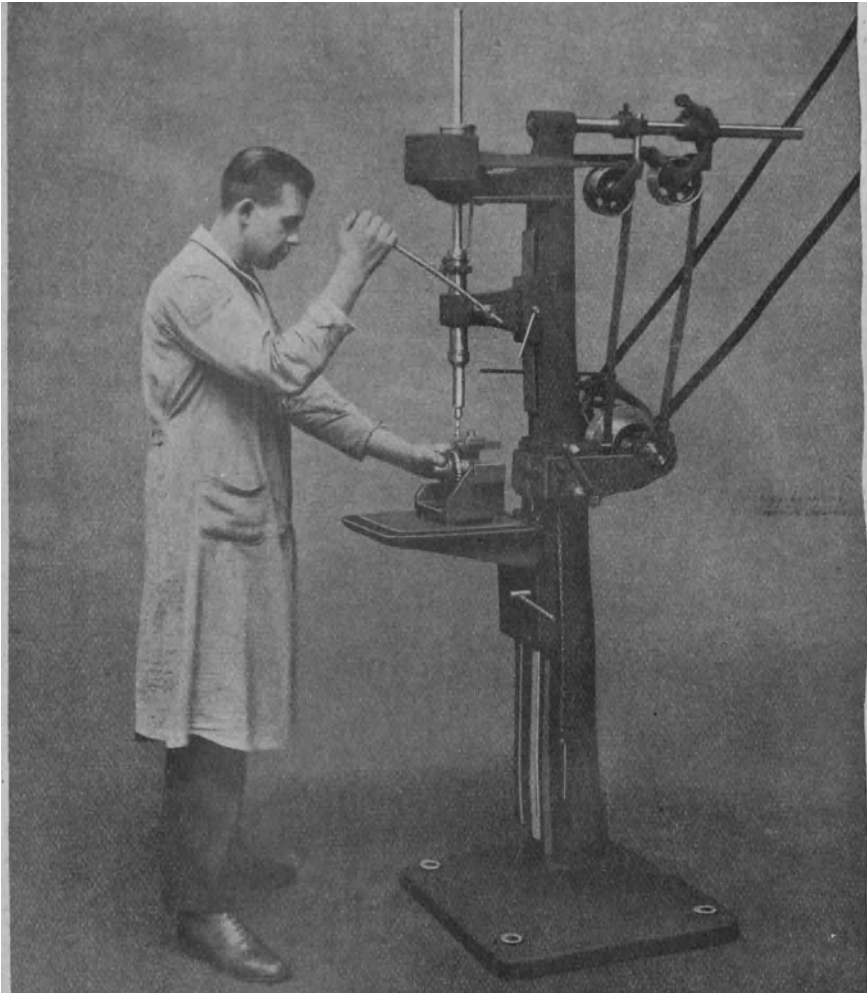


Abb. 315. Schnellbohrmaschine von Ludw. Loewe.

Eine Senkrecht-Bohrmaschine ist in Abb. 316 als Bild, eine andere ähnlich in Abb. 317 als Gerippfzitze dargestellt. Der Antrieb erfolgt von der Transmission aus. Soll die Maschine laufen, so verschieben wir den Riemen von der Losscheibe auf die Festscheibe. Damit dreht sich die vierstufige Stufenscheibe auf Welle I am Fuße der Maschine. Von hier aus läuft ein zweiter Riemen nach Welle II. Von hier aus wird die drehende Bewegung über die Kegelräder 1, 2 auf die Bohrspindel B übertragen. Um diese abwärts zu bewegen, drehen wir mit dem Handhebel das Trieb T. Dieses greift in eine auf der Bohrspindelhülse befestigte Zahnstange ein. Soll die Vorschubbewegung selbst-

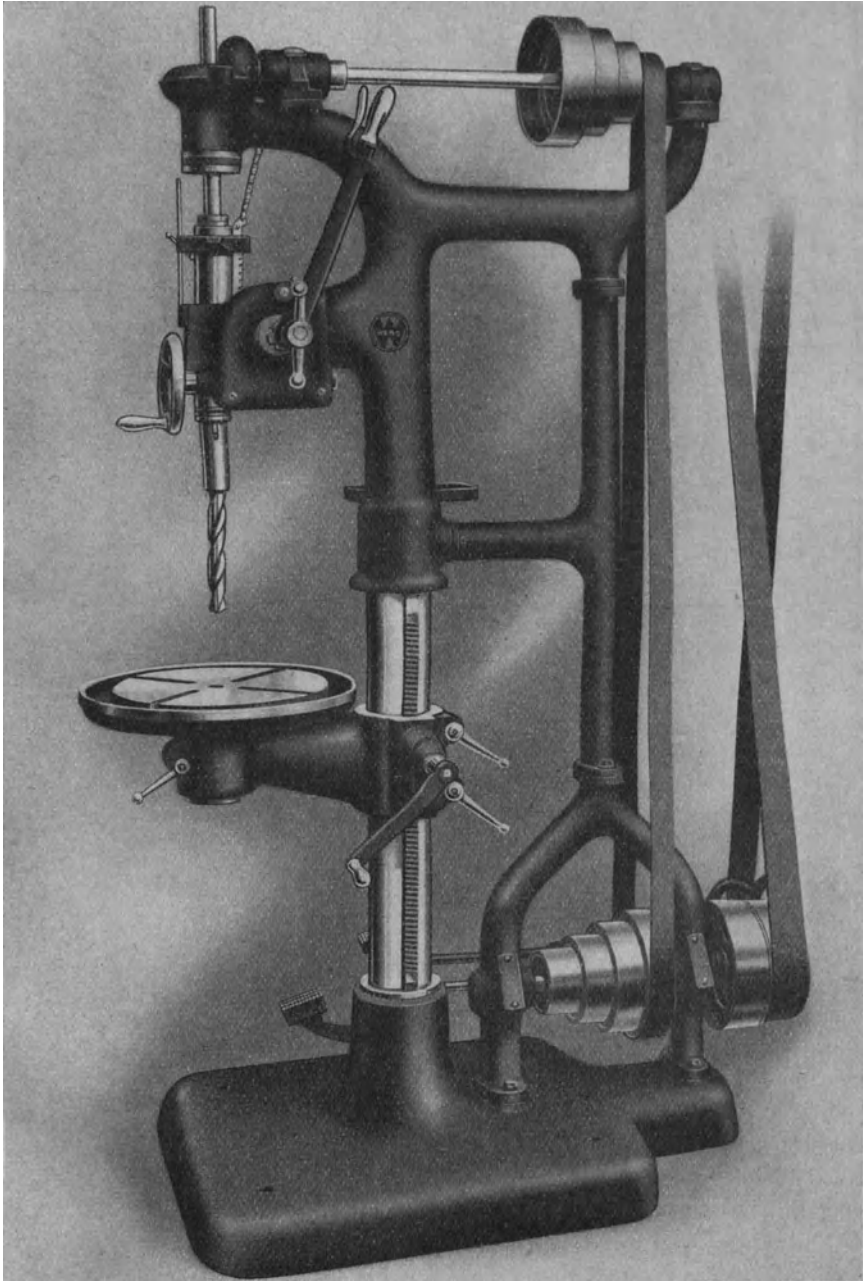


Abb. 316. Senfrccht-Bohrmaschine der Debo.

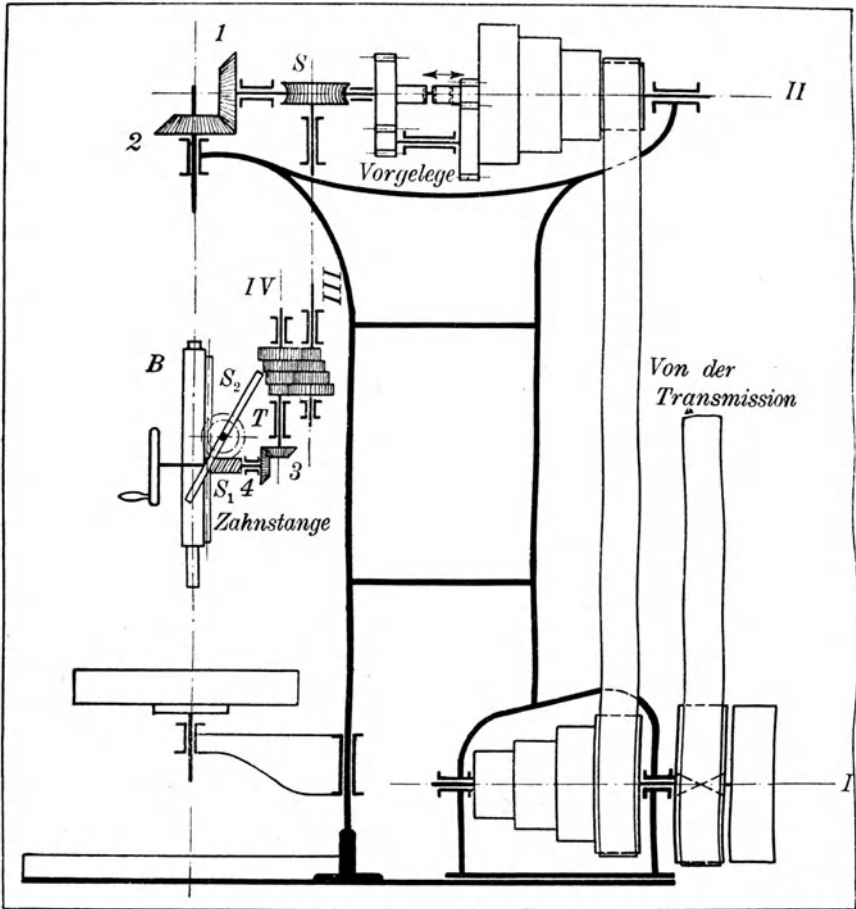


Abb. 317. Senkrecht-Bohrmaschine.

tätig erfolgen, so kuppeln wir die Welle II mit einer hinter dem Schneckenrad  $S$  befindlichen, in der Zeichnung nicht sichtbaren Schnecke. Diese steht in Eingriff mit dem Schneckenrad  $S$  auf Welle III. Durch zwei zusammengehörige Räder der vier Räderpaare wird die Drehbewegung auf die gleichfalls senkrechte Welle IV übertragen, von hier aus über die Kegelräder 3, 4, die Schnecke  $S_1$  und das Schneckenrad  $S_2$  auf das Trieb  $T$ , das die Zahnstange mit der Bohrspindelhülse niederbewegt. Das Vorgelege auf Welle II verlangsamt nicht nur die Vorschubbewegung, sondern kehrt sie auch um, je nachdem, ob die unter dem Doppelpfeil skizzierte Kupplung nach links oder nach rechts zum Eingriff gebracht ist.

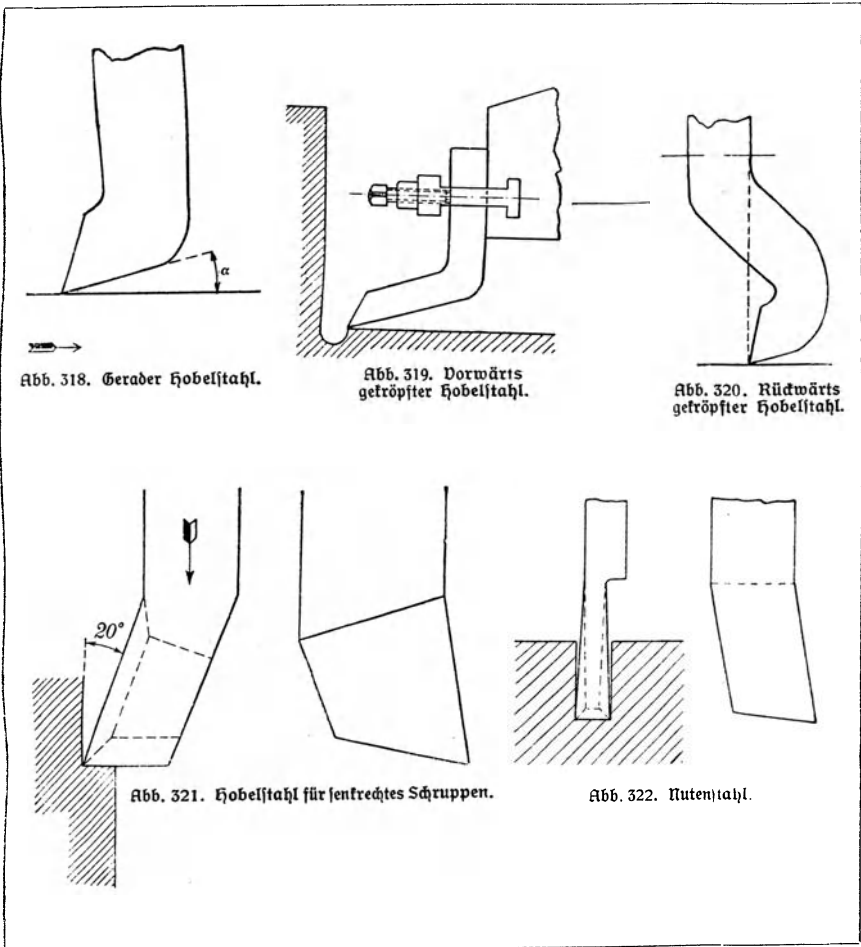
In großen Betrieben sind zahlreiche Sonderbohrmaschinen im Gebrauch.

## II. Hobeln und Stoßen.

### a) Hobel- und Stoßstäbhe und ihre Wirkungsweise.

Die Wirkungsweise der Hobelstäbhe ist ähnlich wie die der Drehstäbhe. Wir benutzen sogar häufig Drehstäbhe auch zum Hobeln.

Wir gebrauchen gerade Hobelstäbhe (Abb. 318), die einfach und billig herzustellen sind, vorwärts und rückwärts gekröppte Stäbhe. Der vorwärts gekröppte Stahl (Abb. 319) hat den Nachteil, daß er beim Auftreffen auf hartes Material in dieses hineinfedert, „einhakt“. Wir brauchen ihn aber, um bis an einen Ansaß heranb hobeln zu können, da sonst die vorstehende Schraube des Stahlhalters gegen den Ansaß stoßen würde. Rückwärts gekröppte Stäbhe (Abb. 320) federn vom Werkstück



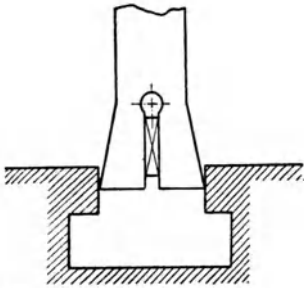


Abb. 323. Herstellbarer Iutenstahl.

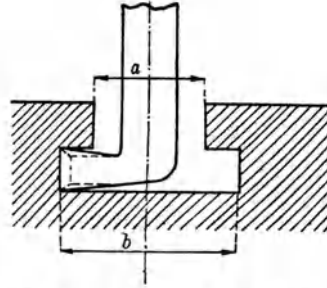


Abb. 324. Seitlich getropfter Iutenstahl.

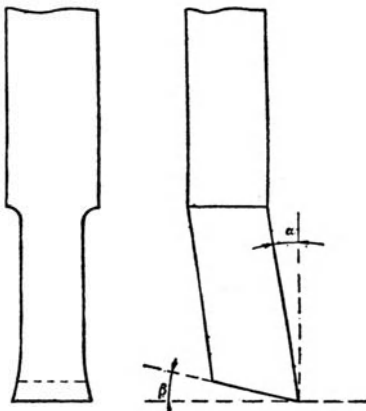


Abb. 325. Stoßstahl für Keilnuten.

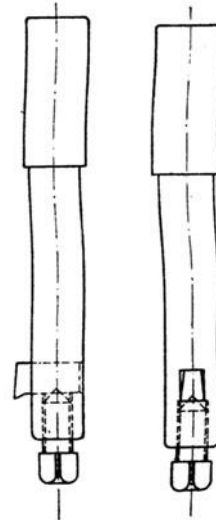


Abb. 327. Einfaß-Stoßstahl mit Stahlhalter.

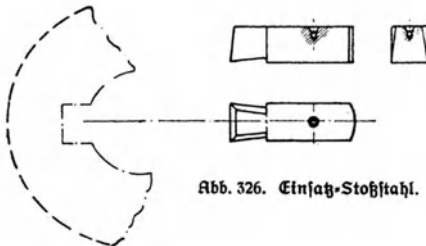


Abb. 326. Einfaß-Stoßstahl.

ab, wenn sie auf harte Stellen stoßen. Wir benutzen sie daher zum Schlichten. Zum senkrechten Schrappen eignet sich ein Stahl nach Abb. 321. Zum Nutenhobeln ist ein Stahl nach Abb. 322 geeignet. Er ist ähnlich dem Einstechstahl des Drehers und soll wie dieser frei schneiden, ohne zu klemmen. Leider paßt er nach dem Schleifen nicht mehr für dieselbe Nutenbreite. Aus diesem Grunde verwenden wir verstellbare Nutenstähle, wie z. B. den in Abb. 323 dargestellten, der sich durch ein in den Schliß gestecktes Blechstückchen oder dgl. in der Breite verstellen läßt. Zum Aushobeln von  $\perp$ -förmigen Nuten eignet sich der seitlich gekröpfte Nutenstahl (Abb. 324). Wieder andere Stähle haben Schneiden von der Form eines Fingernagels oder dgl. Es sind Radiusstähle, die wir zur Herstellung von Abrundungen anwenden.

Stoßstähle dienen uns zum Einstoßen von Nuten in Naben, Buchsen und dgl. und zum Bestoßen von Flächen. Sie werden auf Druck und Knickung beansprucht. Abb. 325 zeigt einen Stoßstahl, der sich zum Stoßen von Keilnuten eignet. Wie bei den Drehstählen verwenden wir auch bei den Stoßstählen Einsatz-Stoßstähle (Abb. 326), die wir in einen Stahlhalter einsetzen und von oben oder, wie es Abb. 327 zeigt, von unten durch eine Spitzschraube festziehen.

### b) Auffspannen zum Hobeln und Stoßen.

Zum Auffspannen der Werkstücke dienen uns die meist  $\perp$ -förmigen Nuten des Tisches unserer Hobel- und Stoßmaschine. Weiter gebrauchen wir Spannbolzen mit Vierkantkopf, der von dem unteren Teil der  $\perp$ -Nute aufgenommen wird, und Spanneisen.

Wir wollen einige gute und schlechte Spannverfahren gegenüberstellen. Zunächst die schlechten! In Abb. 328 fehlt eine Unterlage für das Spanneisen. Die Anlage des Eisens erfolgt nur auf einer Linie statt auf einer Fläche. Der Bolzen wird sich krummziehen. In Abb. 329 ist die Unterlage zu hoch. Es wird daselbe eintreten wie im vorigen Beispiel. In Abb. 330 haben wir ein gekröpftes Spanneisen verwendet. Die Unterlage ist zu hoch. Außerdem sitzt hier die drückende Schraubenmutter näher an der Unterlage als am Werkstück. Der Druck wird links größer als rechts, weil der Hebelarm links kleiner ist als rechts. Das bedeutet, daß nicht das Werkstück, sondern der Unterlegklotz festgespannt wird. Alle diese Fehler sind in den folgenden Beispielen (Abb. 331—334) vermieden. An Stelle von massiven Unterlagen, die in großen Ausführungen zu schwer und unhandlich werden, verwenden wir auch Spannreppen (Abb. 335) oder hohle Klöße, die sog. Parallelstücke. Ein Spannwerkzeug, das vor allen Dingen den Schneiddruck des Stahles aufzufangen hat, ist die Kreuzvorlage (Abb. 336), die mit einer angehobelten Feder in die Tischnut paßt, vor das Werkstück gesetzt und mit Spannbolzen angezogen wird. Beim Spannen von dünnen Stücken müssen wir besonders vorsichtig sein, damit wir sie nicht verspannen. Wir nehmen hierzu Spannloben und Spannkeile (Abb. 337). Die Spannloben stecken wir mit ihren zylindrischen Zapfen in Löcher des Auffspanntisches, schrauben durch die

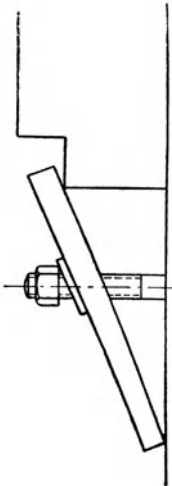


Abb. 328. Schlechtes Spanverfahren.

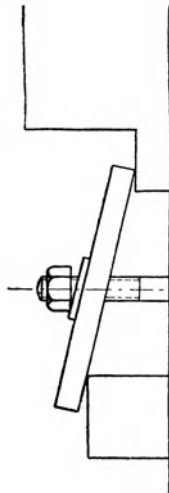


Abb. 329. Schlechtes Spanverfahren.

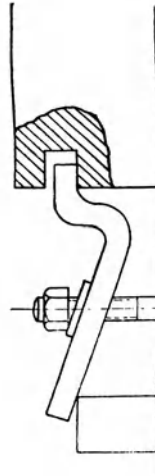


Abb. 330. Schlechtes Spanverfahren.

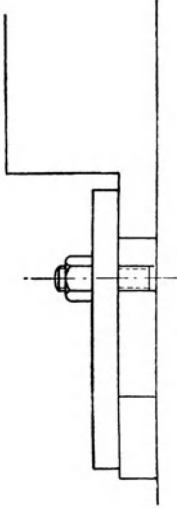


Abb. 331. Gutes Spanverfahren.

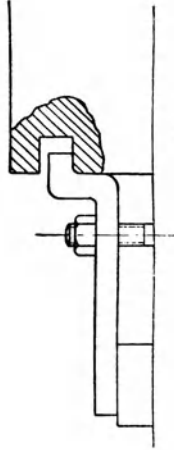


Abb. 332. Gutes Spanverfahren.

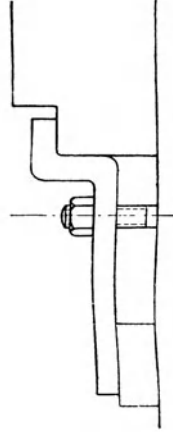


Abb. 333. Gutes Spanverfahren.



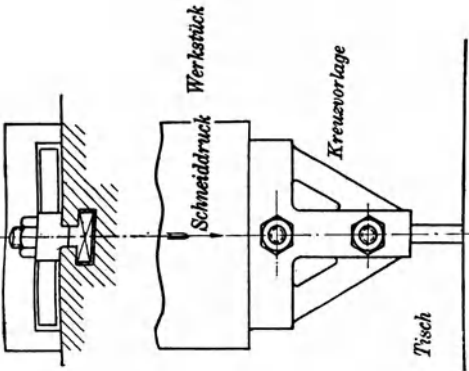


Abb. 356. Spannen mit Kreuzvorlage.

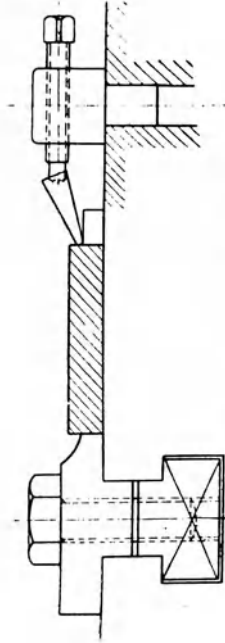


Abb. 337. Spannen mit Spanntlofen und Spannteil.

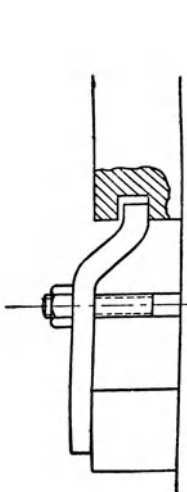


Abb. 354. Gutes Spannerfahren.

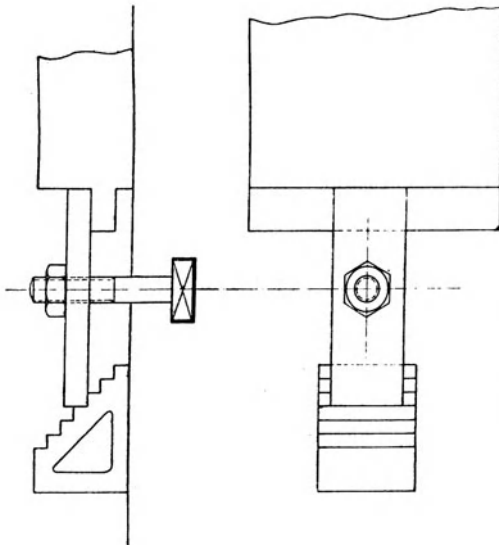


Abb. 355. Spannen mit Spanntreppe.

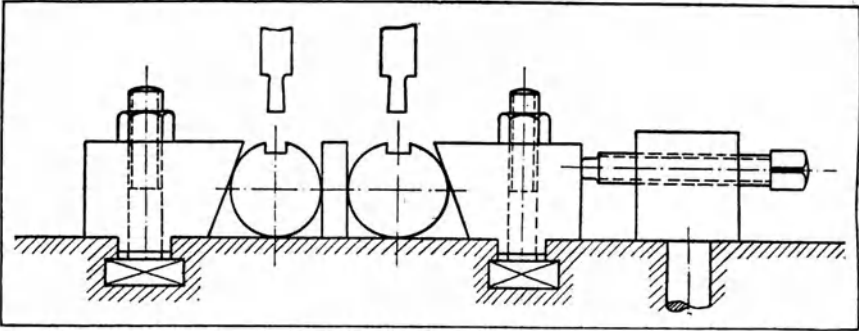


Abb. 338. Spannen runder Werkstücke.

Kloben Druckschrauben hindurch, die auf Spannenteile wirken, und drücken so das Werkstück gegen die Unterlage und die links befindliche Hobelvorlage. Runde Stücke können wir nach Abb. 338 spannen. Die schrägen Flächen der Hobelvorlagen verhindern, daß die runden Werkstücke nach oben gedrückt werden. Kleinere Werkstücke spannen wir zweckmäßig mit dem bekannten Parallelschraubstock. Wollen wir überhängende Teile von Werkstücken unterstützen, so können wir dazu Spannuppen (Abb. 339) verwenden. Auch verstellbare Unterlagen (Abb. 340) leisten uns gute Dienste. Um sie zu verstellen, verschieben wir das Oberteil in

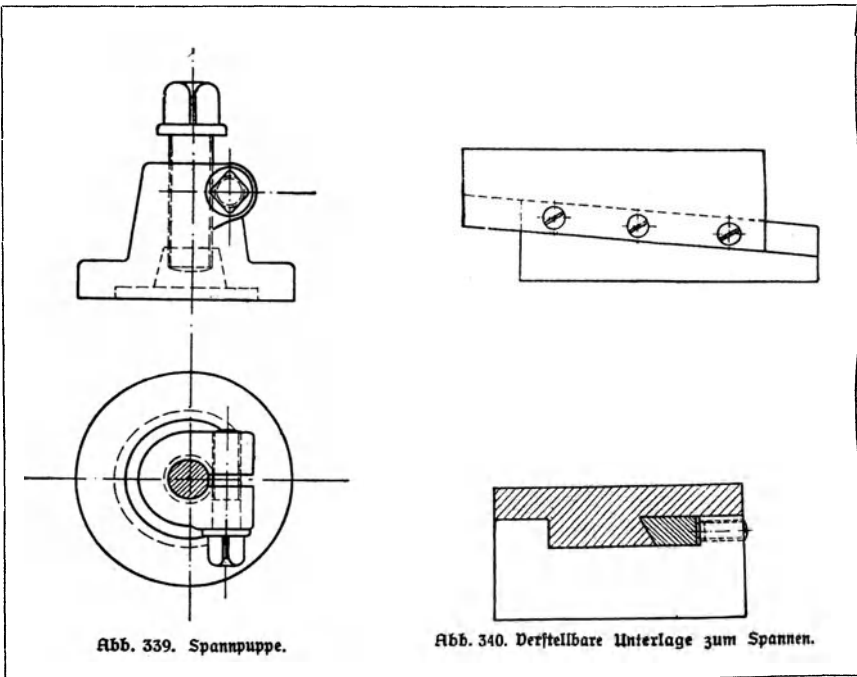


Abb. 339. Spannuppe.

Abb. 340. Verstellbare Unterlage zum Spannen.

der schrägen Führung des Unterteils und klemmen es dann mit Beilageleiste und Druckschrauben fest.

### c) Hobelarbeiten und Stoßarbeiten.

Beim Hobeln haben wir drei Bewegungsmöglichkeiten zu unterscheiden:

1. Das Werkstück steht still, der Hobelstahl macht die Hauptbewegung und den Vorschub.

2. Das Werkstück macht die Hauptbewegung, der Hobelstahl den Vorschub. Diese Bewegungsart sehen wir an der Tischhobelmaschine.

3. Der Hobelstahl macht die Hauptbewegung, das Werkstück den Vorschub, was wir an der Quershobelmaschine (Shapingmaschine) beobachten können.

Je nach der Richtung des Vorschubes unterscheiden wir Querhobeln, Schräghobeln, Senkrechtobeln (Abb. 341).

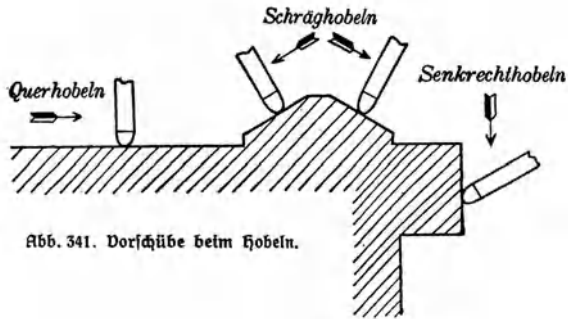


Abb. 341. Vorschübe beim Hobeln.

Die Schnittgeschwindigkeit beim Hobeln beträgt 15 bis 20 m/min beim Schrappen und 18 bis 30 m/min beim Schlichten. Der Rücklauf ist erheblich beschleunigt, um die „toten Zeiten“ herabzumindern.

Das Hobeln ist vorteilhaft, wenn lange, schmale Stücke zu bearbeiten sind. Wenn zugänglich, spannen wir mehrere gleichartige Stücke hintereinander, um den Hub der Maschine möglichst auszunutzen.

### d) Hobelmaschinen und Stoßmaschinen.

Die abgebildete Hobelmaschine (Abb. 342) besteht in der Hauptsache aus einem Tisch, der in den V-förmigen Führungen des Bettes hin- und herläuft, einem Querschlitzen mit dem Support und aus der Antriebseinrichtung. Wir wollen mit dem Antrieb der Hobelmaschine beginnen (Abb. 343). Vom Deckenvorgelege aus laufen ein offener und ein gekreuzter Riemen zu einer größeren und einer kleineren Stufe einer Stufenscheibe. Der offene Riemen ist in diesem Falle der Arbeitsriemen, der gekreuzte, der die schnellere Bewegung herbeiführt, der Rücklaufriemen. Der Arbeitsriemen treibt die Stufenscheibe rechts herum, ebenso Stirnrad 1. Dann dreht sich Stirnrad 2 links herum, ebenso Stirnrad 3. Weiter läuft Stirnrad 4 rechts herum und verschiebt eine Zahnstange und den mit ihr verbundenen Hobeltisch nach rechts. Tritt dagegen der Rücklaufriemen in Tätigkeit, so erfolgen alle Bewegungen in umgekehrter Richtung wie vorher, und der Tisch läuft beschleunigt nach links zurück. In welcher Weise die Umsteuerung vor sich gehen kann — es gibt noch andere Möglichkeiten — zeigt uns Abb. 344. Auf der Arbeitswelle sitzen eine doppelbreite lose Scheibe und eine einfaßbreite feste Scheibe, die für den gekreuzten Rücklauf-

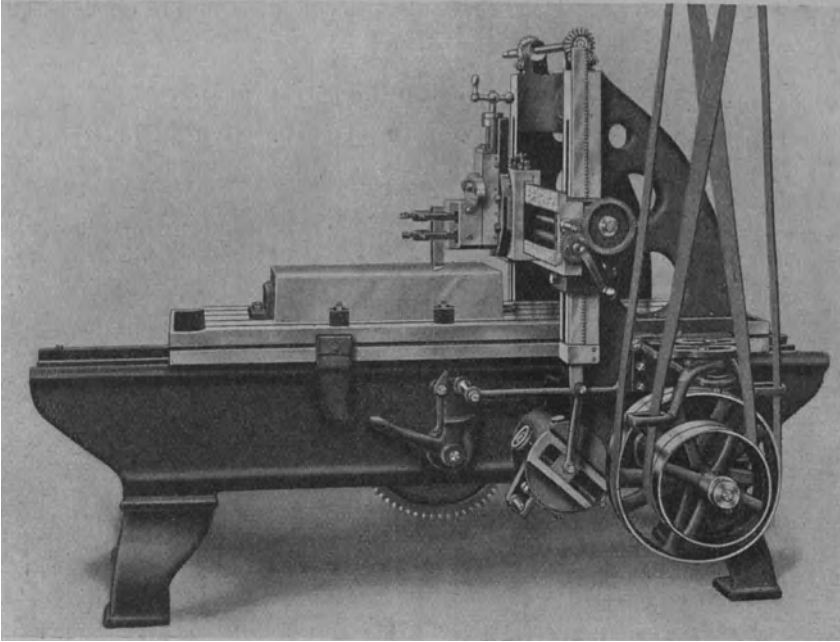


Abb. 342. Hobelmaschine von Böhlinger.

riemen bestimmt sind. Daneben befinden sich eine einfachbreite feste und eine doppelbreite lose Scheibe, sämtlich von größerem Durchmesser, über die der Arbeitsriemen läuft. In der gezeichneten Lage erfolgt der Arbeitsgang, da der Arbeitsriemen über eine feste Scheibe, der Rücklaufriemen über eine lose Scheibe läuft. Werden nun beide Riemen in Pfeilrichtung um eine Scheibenbreite verschoben,

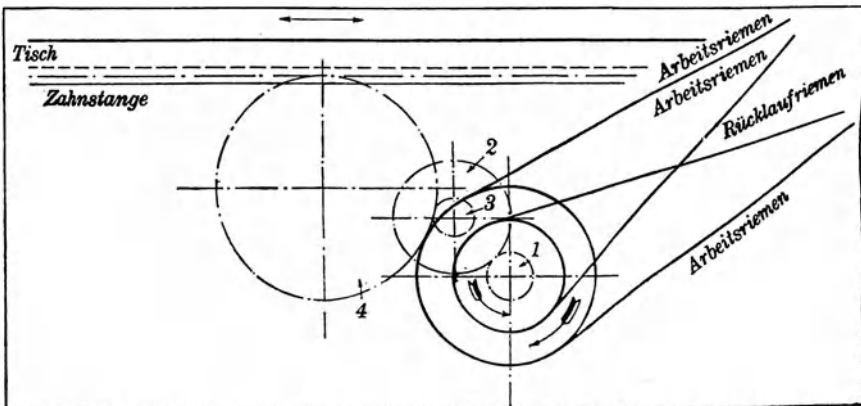


Abb. 343. Antrieb der Hobelmaschine.

so steht die Maschine still, denn beide Riemen laufen nunmehr über lose Scheiben. Werden die Riemen abermals um eine Scheibenbreite verschoben, so erfolgt beschleunigter Rücklauf. Die Riemenverschiebung selbst geschieht selbsttätig von dem Tisch der Maschine aus (Abb.

345). Am Maschinentisch sitzen zwei Knaggen, die wir je nach dem gewünschten Hub der Maschine verstellen. Diese

Knaggen stoßen abwechselnd gegen die Nasen des Steuerhebels S, und zwar die linke Knagge gegen die rechte Nase, die rechte Knagge gegen die linke Nase, wie die Pfeile es andeuten. In derselben Weise, wie der Hebel S umgelegt wird, verschiebt sich auch die mit ihm verbundene Steuerstange. Das in der Abbildung nicht sichtbare Ende dieser Stange bewirkt mit Hilfe von Riemen gabeln das abwechselnde Hin- und Herschieben der beiden Antriebsriemen für Arbeitsgang und Rücklauf. Wir können den Steuerhebel S auch mit der Hand umlegen. Dies tun wir z. B. beim Einstellen des Hubes oder wenn wir den Tisch zum Einspannen des Werkstückes oder dgl. auslaufen lassen.

Über dem Tisch der Hobelmaschine (Abb. 342) befindet sich der Support. Wir können ihn quer zum Hobeltisch bewegen, indem wir an einer Schraubenspindel des Querschlittens kurbeln. Die Spindel greift in eine Mutter des Supports ein und verschiebt diesen somit. Den Support können wir zum Schräghobeln auch schrägstellen. Schließlich können wir den ganzen Querschlitten in der Höhe verstellen, indem wir an der Welle oben über den Ständern kurbeln. Diese Welle trägt zwei Kegelräder, die in zwei andere, auf senkrechten Schraubenspindeln

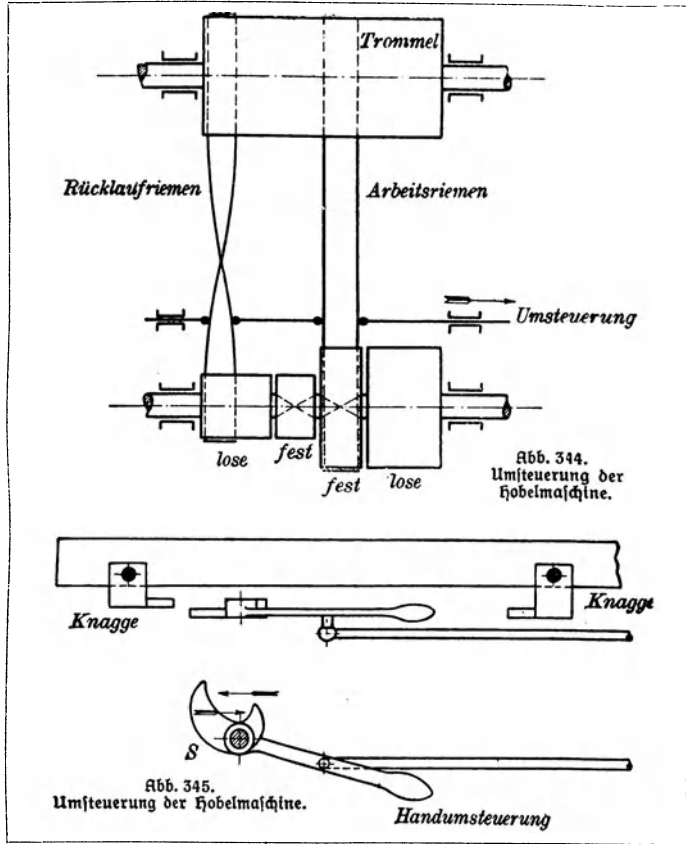


Abb. 344. Umsteuerung der Hobelmaschine.

Abb. 345. Umsteuerung der Hobelmaschine.

stehende Kegelräder eingreifen. Die Schraubenspindeln, die im Bilde nicht sichtbar sind, greifen in Muttern des Querschlittens ein und heben oder senken ihn, je nach der Drehrichtung, in der wir kurbeln. Wir haben in der Werkstatt beobachtet, daß der Support sich nach Beendigung des Leerlaufes und vor Beginn des neuen Arbeitsganges selbsttätig ruckweise weiterbewegt. Diese Schaltbewegung kommt folgendermaßen zustande (Abb. 346). Auf der Antriebswelle der Hobelmaschine sitzt eine Kurbelscheibe. Diese bewegt eine am Ständer der Maschine geführte Zahnstange *Z* auf und ab. Die Zahnstange *Z* treibt über die Zahnräder 1, 2, 3 eine Schaltdose (Abb. 347). Sie besteht in der Hauptsache aus einer auf die Schaltwelle (Abb. 342,

oben im Querschlitten) aufgefedeerten Buchse *A* und einem darüber befindlichen, außen und innen verzahnten Stirnrad *B*. In die inneren Zähne greift die Sperrklinke *C* ein, deren Zapfen in der Buchse *A* gelagert ist. Bewegt sich die Zahnstange mit einem Ruck abwärts — die Zwischenräder sind in der Abbildung fortgelassen —, so gleiten die Innenzähne des Zahnrades über den vorstehenden Zahn der Sperrklinke *C* hinweg. Bewegt sich die Stange auf-

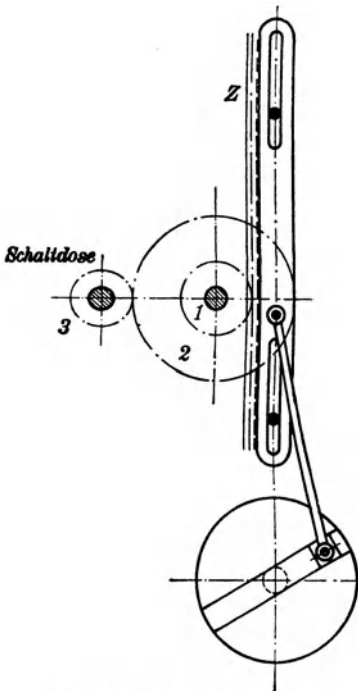


Abb. 346. Antrieb der Schaltdose.

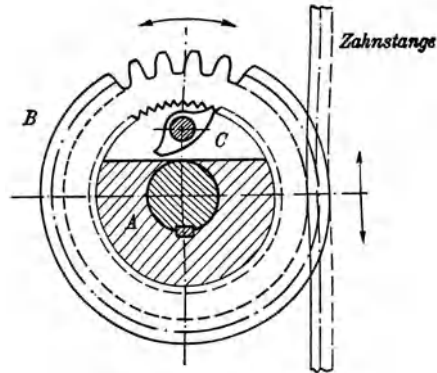


Abb. 347. Schaltdose.

wärts, so nehmen die Innenzähne die Sperrklinke mit, drehen dadurch Buchse *A* mit der Schaltwelle, wodurch der Support ruckweise weiter geschaltet wird. Legen wir die Sperrklinke so um, daß der untere Zahn an Stelle des oberen mit der Innenverzahnung in Eingriff steht, dann erfolgt die Schaltung des Hobelstahles in umgekehrter Richtung.

Bei der Querhobelmaschine (Shapingmaschine, Abb. 348) bewegt sich der Stößel mit dem Hobelstahl hin und her, während das auf den Tisch der Maschine gespannte Werkstück mit dem Tisch den Vorschub macht. Die Schaltung des Tisches erfolgt durch ein ähnliches Schaltwerk wie bei der Hobelmaschine.

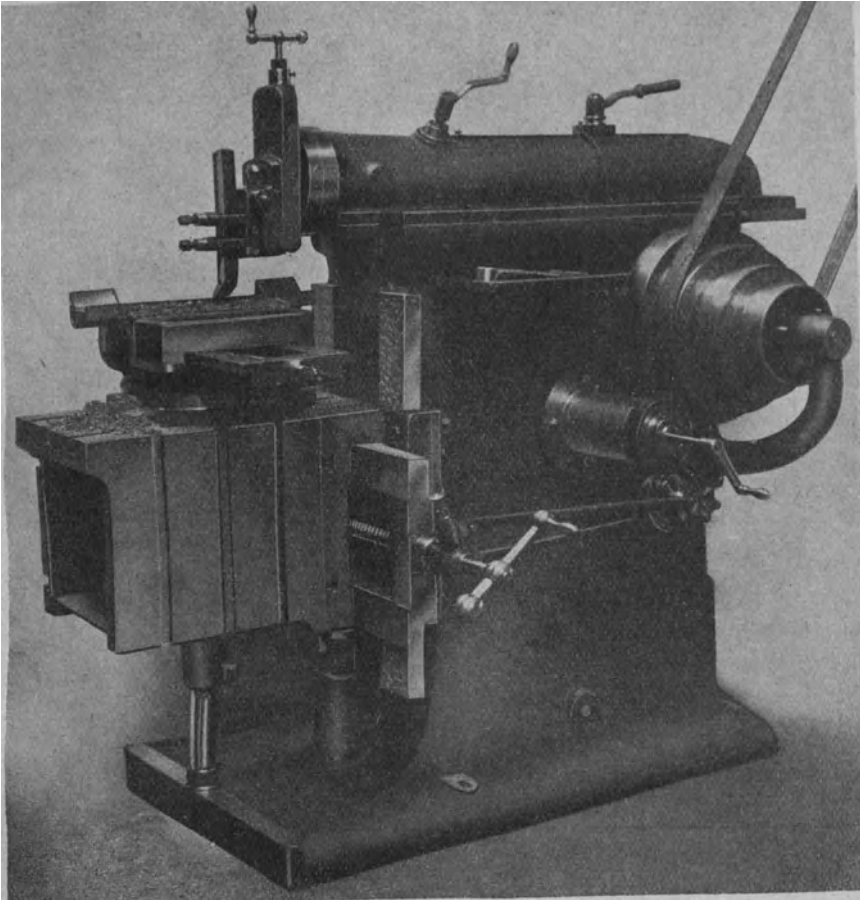


Abb. 348. Querhobelmaschine der Wotanwerke.

Die Stoßmaschine (Abb. 349) arbeitet fast wie die vorgenannte Maschine, nur geht der Stößel mit dem Stoßstahl senkrecht auf und ab. Das Werkstück erfährt dabei den Vorschub.

## 12. Zusammenstellungsarbeiten.

### a) Vernieten.

Die Wirkungsweise der Vernietung ist folgende. Wir stecken das erwärmte Niet (Abb. 350) durch die zu verbindenden Teile, pressen mit dem Nietenzieher, einem hohlen Stempel, den wir über den Schaft des Niertes stecken, die Teile zusammen, wobei der Sehkopf aufliegt, stauchen das Niet durch Hammerschläge auf den Schaft und breiten diesen zum Schließkopf aus. Dem Schließkopf geben wir mit

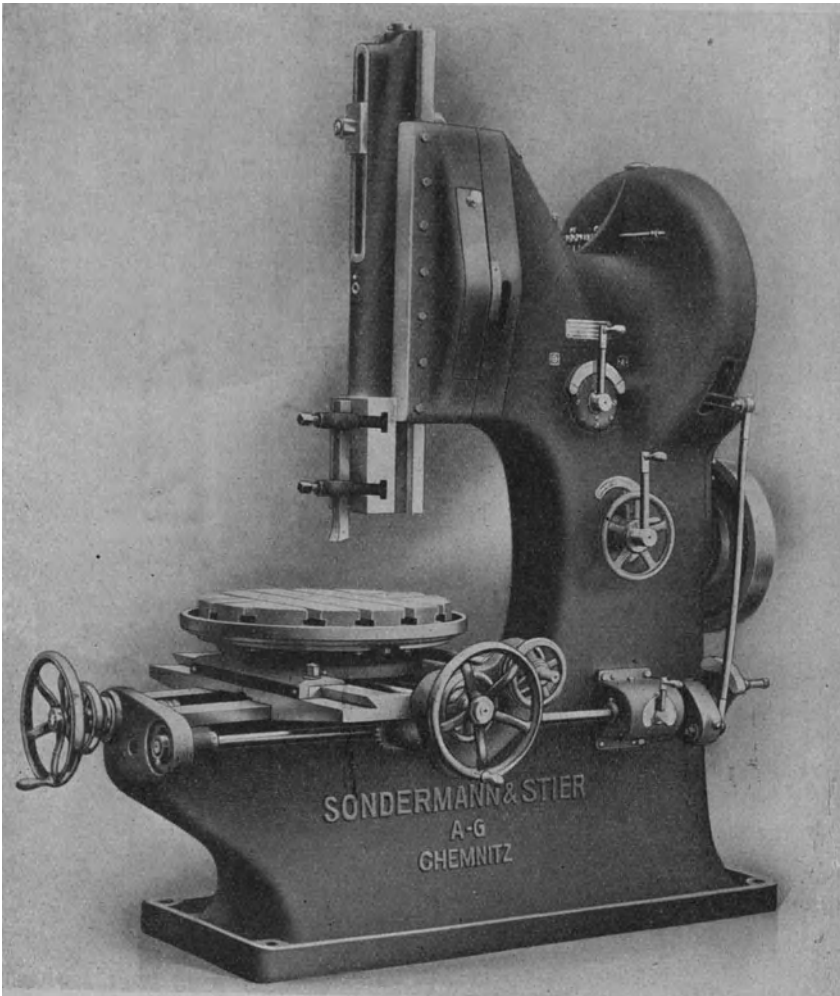


Abb. 349. Stoßmaschinen von Sondermann &amp; Stier.

Hilfe eines Döppers oder Schellhammers, der die entsprechende Aushöhlung besitzt, die endgültige Form. Beim Erkalten zieht sich das Niet zusammen, füllt die Bohrung nicht mehr völlig aus, preßt aber die zu verbindenden Teile so fest zusammen, daß sie sich nicht mehr verschieben können. Das Niet wird also auf Zug beansprucht. Beim Niet sind plötzliche Querschnittsänderungen vermieden. Daher ist der Übergang zwischen Kopf und Schaft kegelig. Auch das Ende des Schaftes ist ursprünglich konisch, damit sich das Niet bequemer in das gebohrte Loch einführen läßt. Nieten bestehen in der Regel aus demselben Stoff wie die zu verbindenden Werkstücke, also aus Schmiedeeisen, Stahl, Kupfer, Messing, Aluminium



und dgl. Die Abb. 351—354 zeigen uns die richtige Ausführung einer Vernietung. Das Niet ist mit dem Nietenzieher einzu- ziehen (Abb. 351), dann zu stauchen, wo- bei sich der Schließkopf bildet (Abb. 352). Danach ist der Schließkopf mit der Finne des Hammers zu formen (Abb. 353) und schließlich der Kopf mit dem Döpper, auch Schellhammer genannt, fertig zu formen (Abb. 354).

Folgende Fehler werden häufig beim Vernieten gemacht: Der Nietschaft ist schief (Abb. 355) oder mit Grat abge- schnitten (Abb. 356). Niet und Nietkopf werden krumm. Die richtige Ausführung zeigt Abb. 357. — Das Niet ist schlecht ein-

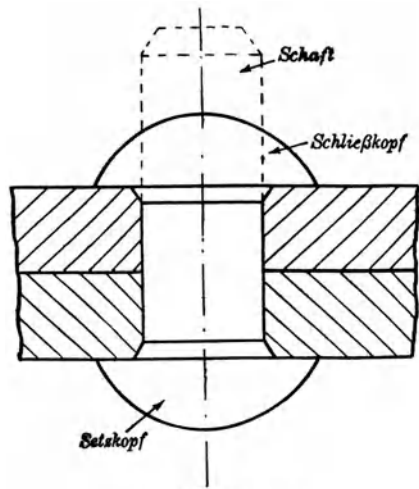
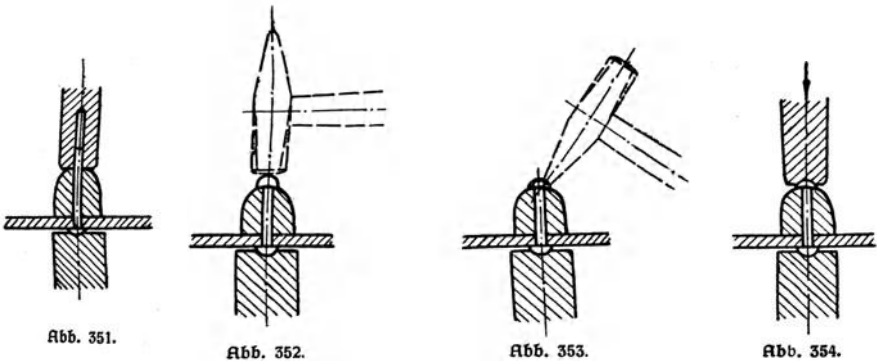
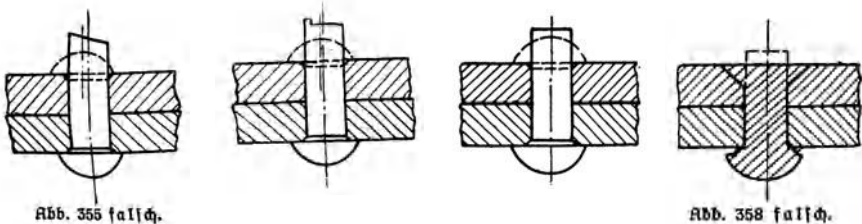


Abb. 350. Vernietung.



Ausführung einer Vernietung.



Gute und schlechte Vernietungen.

gezogen oder beim Vernieten zurückgegangen (Abb. 358). Es bildet sich unter dem Setzkopf ein Anlauf, die Vernietung ist nicht fest. In Abb. 359 liegt der Setzkopf dicht am Blech an, die Vernietung ist gut. — Das Niet ist so schlecht eingezogen

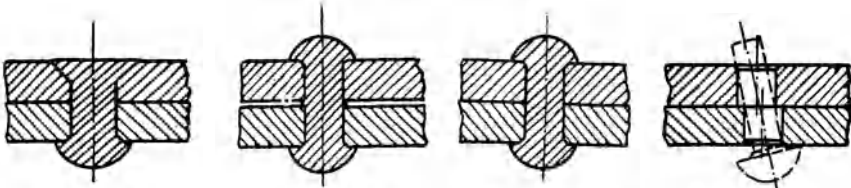


Abb. 359 richtig.

Abb. 360 falsch.

Abb. 361 richtig.

Abb. 362 falsch.

Abb. 351—362. Gute und schlechte Vernietungen.

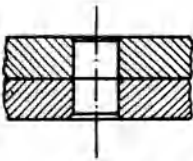


Abb. 363 richtig.

(Abb. 360), daß die Bleche auseinanderklaffen. Es entsteht zwischen den Blechen ein Bund. In Abb. 361 ist dagegen richtig genietet. — Die Nietlöcher der zu verbindenden Bleche sind gegeneinander versetzt (Abb. 362). Man müßte ein dünneres Niet und dieses schief einstecken, was eine sehr schlechte Vernietung ergäbe. Abb. 363 zeigt das Gegenbeispiel in guter Ausführung.

Je nach dem Zweck der Vernietung verwenden wir verschiedene Nietformen. Der Nietkopf für eine nur feste Vernietung ist z. B. gedrungener als der für eine dichte oder feste und dichte Vernietung, wie sie an Dampfesseln üblich ist. Auch ist die Art und Weise, wie wir die Bleche miteinander verbinden, verschieden. Legen wir die Bleche übereinander, so sprechen wir von einer Überlappungs-nietung, die einreihig, zweireihig oder dreireihig ausgeführt werden kann. Lassen wir die Bleche stumpf gegeneinander stoßen und legen wir über die Stoßstelle einen besonderen Blechstreifen, den wir mit den beiden Blechen vernieten, so haben wir es mit einer Laschen-nietung zu tun.

Vernietungen kommen besonders häufig in Kesselschmieden, im Schiffs-, Wagen- und Lokomotivbau vor. Kleine Nieten werden kalt eingezogen.

### b) Verbindung durch Schrumpfen und Schwinden.

Wir wissen, daß sich Metalle bei Erwärmung ausdehnen und sich nach dem Erkalten wieder zusammenziehen, d. h. schrumpfen oder schwinden. Von dieser Eigenschaft machen wir Gebrauch, um z. B. eine Kurbel und einen Kurbelzapfen miteinander zu verbinden oder einen Radreifen auf ein Rad aufzuziehen. Abb. 364 zeigt uns, wie ein Bund, der gleichzeitig als Ölring für ein Lager dient, auf eine Welle aufgebracht werden kann. Wir erwärmen den Ring, der in diesem Zustande gerade über die Welle geht, und lassen ihn auf der Welle erkalten. Dann sitzt er so fest, daß wir ihn nur noch mit Gewalt entfernen können.

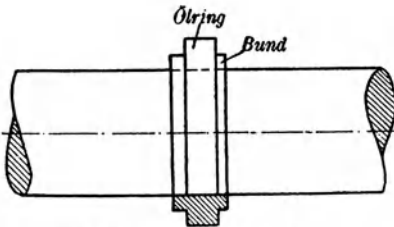


Abb. 364. Schrumpferbindung.

### c) Verstiften.

Um lösbare Verbindungen zweier Maschinenteile auszuführen, wenden wir 3 η lindrifche Stifte, auch Paßstifte oder Prisonstifte<sup>1)</sup> genannt, und Kegelfstifte an. Selbst wenn wir Verschraubungen ausführen, benutzen wir solche Stifte, um die Lage der zu verbindenden Teile gegeneinander zu sichern. Abb. 365 zeigt eine Verbindung durch Kegelfstift.

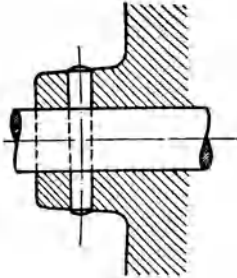


Abb. 365.  
Verbindung durch Kegelfstift.

Große Kräfte lassen sich mit ihnen nicht übertragen. Beim Lösen derartiger Verbindungen haben wir uns davon zu überzeugen, ob 3 η lindrifche oder konifche Stifte angewandt sind. Sind es diese, so müssen wir sie natürlich durch

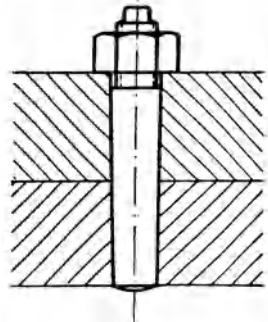


Abb. 366. Kegelfstift mit Mutter.

Schlagen auf das schwache Ende lösen. Bequem lassen sich Kegelfstifte mit Mutter (Abb. 366) lösen. Wenn wir die Mutter anziehen, so hebt sich der Stift heraus.

### d) Verbindung durch Keile.

Lösbare Verbindungen stellen wir sehr häufig durch Keile her. Unter Anzug des Keiles verstehen wir das Verhältnis von  $a$  zu  $b$ , geschrieben  $a : b$  (Abb. 367). Der Wert dieses Verhältnisses wird um so größer, je größer der Steigungswinkel  $\alpha$  ist. Der abgebildete Keil hat einfachen Anzug. Ist er beiderseits abgechrägt, so hat er doppelten Anzug.

Wir verwenden die Keile auf zahlreiche verschiedene Arten:

Querkeile (Abb. 368), deren Achse senkrecht zur Achse der zu verbindenden Teile liegt, benutzen wir z. B. zur Verbindung von Kolbenstange und Kreuzkopf.

Von den Längskeilen dienen Nutenkeile (Abb. 369) oder Flachkeile, auch Federn genannt, z. B. zur Verbindung von Rad und Welle. Solche Keile sitzen ungefähr bis zur halben Höhe in einer Nut der Welle, während der übrigbleibende Teil von der Nut des Rades aufgenommen wird.

Flächenkeile (Abb. 370) sind nicht so betriebs sicher wie die Nutenteile, weil sie nicht in, sondern auf der geflächten Welle sitzen. Wir wenden sie nur ausnahmsweise an, z. B. dann, wenn wir nachträglich noch ein Rad oder eine Scheibe auf eine Welle aufzusetzen haben. Ebenso verhält es sich mit den Hohlkeilen (Abb. 371).

Rundkeile (Abb. 372) sitzen zur Hälfte in der Welle, zur Hälfte in der Nut einer Nabe.

Tangentialeile (Abb. 373) wenden

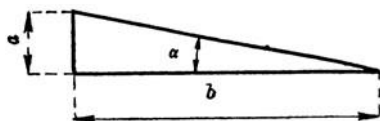


Abb. 367. Keil.

1) prison = Gefängnis.

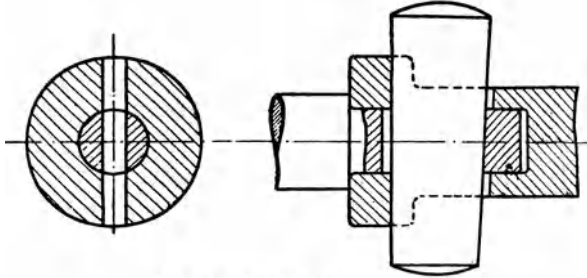


Abb. 368. Verbindung durch Quertteil.

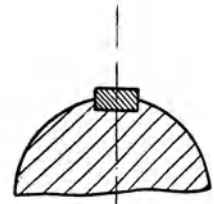


Abb. 369. Nutenfell.

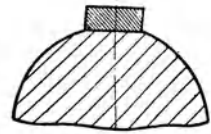


Abb. 370. Flächenfell.

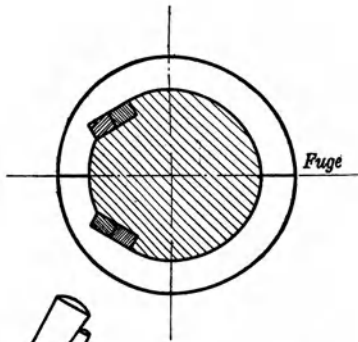


Abb. 373. Tangentialteile.

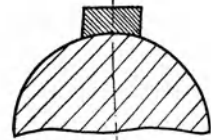


Abb. 371. Hohlteil.



Abb. 372. Rundfell.

wir dann an, wenn wir Riemenscheiben oder dgl. mit offenen Naben (z. B. geteilte Scheiben) aufzukeilen haben.

Scheibenkeile haben fast halbkreisförmige Gestalt, lassen sich bequem befestigen, schwächen aber den betreffenden Wellenteil, weil die Nut für den Keil tief in die Welle eingefräst werden muß.

Zapfenkeile (Abb. 374) mit einem Zapfen in der Mitte oder am Ende benutzen wir, wenn wir ein Rad oder dgl. mitsamt dem Keil in der Längsrichtung einer Welle zu verschieben haben (Abb. 375) oder wenn der Keil in senkrechter Lage in dem aufgetheilten Stück festgehalten werden soll.

Nasenkeile sind Flachkeile, die an einem Ende einen Vorsprung (Nase) haben, damit wir sie leichter hinein- und heraustreiben können. Die vorstehende Nase gibt aber leicht Anlaß zu Unfällen.

### e) Verschrauben.

Die häufigste lösbare Verbindung, die wir überhaupt anwenden, ist die Schraubenverbindung. Auch unlösbare Verbindungen können wir mit Hilfe der Schrauben herstellen.

Eine der gebräuchlichsten Schrauben ist die Verbindungsschraube (Abb. 376).

Wollen wir vermeiden, daß sich der Schraubenbolzen dreht, während wir die Mutter anziehen, dann wenden wir Schrauben mit Vierkantkopf (Abb. 377) an, deren Kopf in eine entsprechende Ausparung des Werkstückes hineinpaßt.

Den Gewindestift mit Spitze (Abb. 378), wegen seiner Form auch Raupe oder Made genannt, verwenden wir zur Befestigung von Hebeln, kleinen Riemenscheiben, Stellringen und dgl. auf der zu diesem Zweck angebohrten Welle.

Gewindestifte mit Zapfen (Abb. 379) sollen mit dem abgesetzten Druckzapfen Teile zusammendrücken, wie z. B. Nachstelleiste und Supportführung. Wir härten den Druckzapfen, damit er sich nicht so leicht abnutzt.

Senkschrauben (Abb. 380) benutzen wir als Verbindungsschrauben, wenn der Kopf der Schraube aus irgendeinem Grunde nicht hervorstehen soll.

Linseuschrauben (Abb. 381), so genannt wegen des linseförmigen Kopfes, dienen z. B. zum Verschuß von Öllöchern an Maschinen.

Die Anwendung einer Stiftschraube geht aus Abb. 382 hervor. Zum Einschrauben gebrauchen wir den Stiftseher (Abb. 383).

Stehbolzen (Abb. 384) dienen dazu, zwei Maschinenteile in bestimmtem Abstand voneinander zu halten.

Mit Zwischenkopfschrauben (Abb. 385) verbinden wir drei Maschinenteile miteinander. Wir können bei dieser Verschraubung einen Teil lösen, ohne daß die Verbindung der beiden anderen unterbrochen wird.

Mit der Steinschraube (Abb. 386) befestigen wir Maschinen auf ihren Fundamenten in der Weise, daß wir den vierkantigen Schaft mit Zement oder Blei im Fundament vergießen. Der Schaft besitzt Einkerbungen, damit er sich nicht so leicht lockert.

Ähnlichen Zwecken dienen Fundamentanker (Abb. 387), deren untere Mutter durch einen Kanal zugänglich ist.

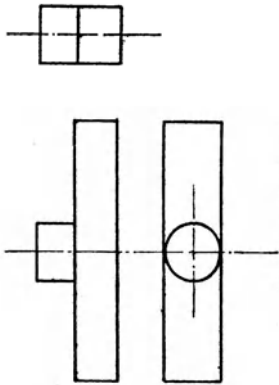


Abb. 374. Zapfenstück.

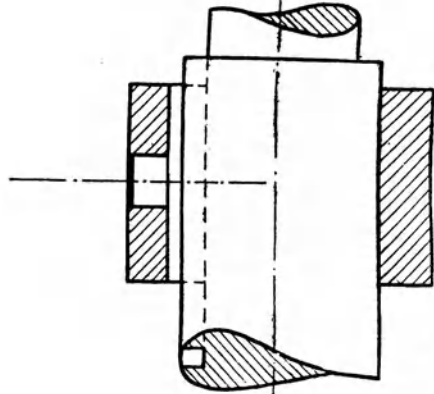


Abb. 375. Rinnenbildung des Zapfenstücks.

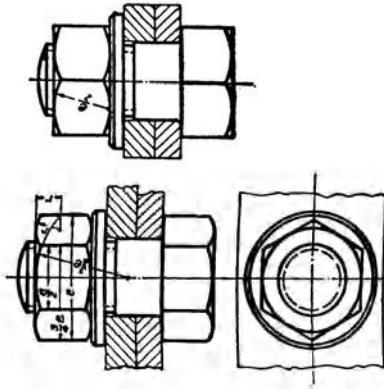


Abb. 376. Verbindungsschraube.

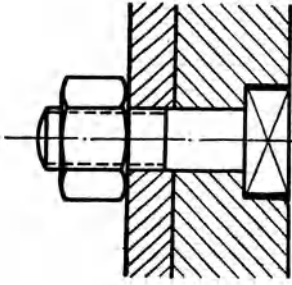


Abb. 377. Schraube mit Viereckantopf.

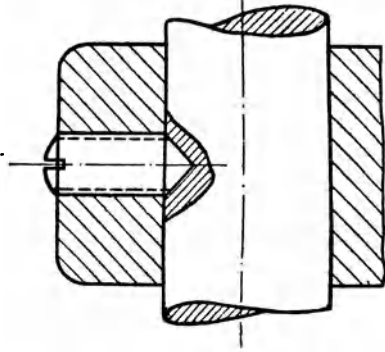


Abb. 378. Rinnenbildung des Gewindekopfes mit Spitze.

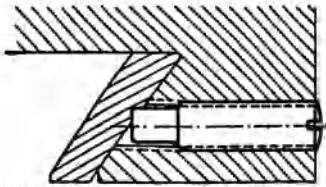


Abb. 379. Anwendung des Gewindefestes mit Zapfen.

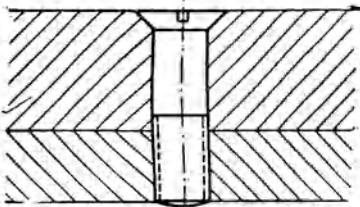


Abb. 380. Senkschraube.

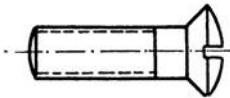


Abb. 381. Einflächschraube.

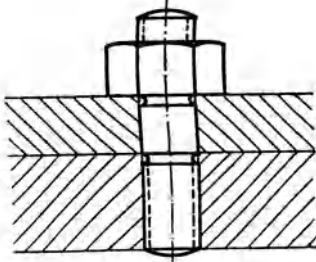


Abb. 382. Sechskopfschraube.

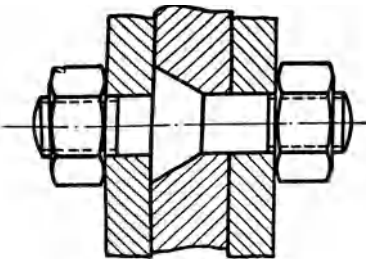


Abb. 385. Kreuzkopfschraube.

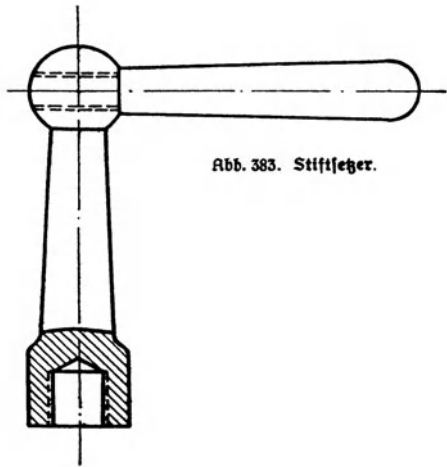


Abb. 383. Stiftbolzen.

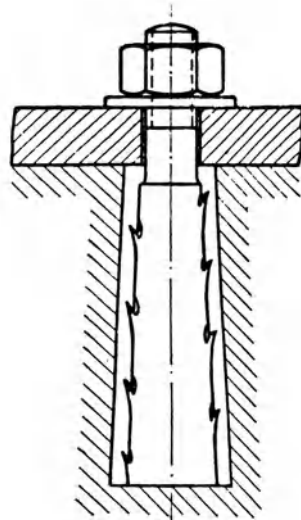
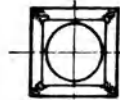


Abb. 386. Steinschraube.



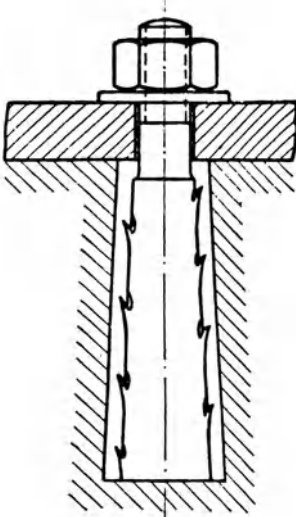


Abb. 386. Steinfräuse.

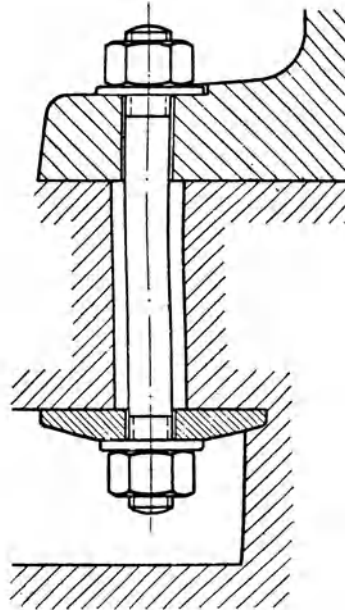


Abb. 387. Fundamentanker.

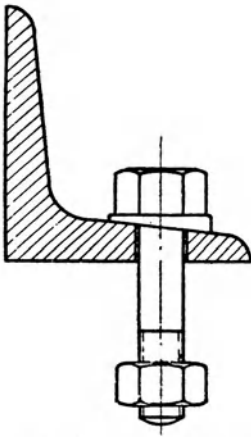


Abb. 387. Anwendung der Unterlegkappe.

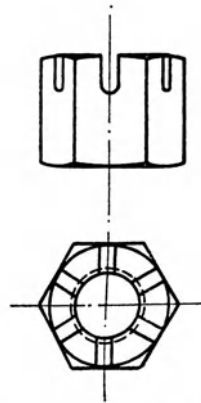
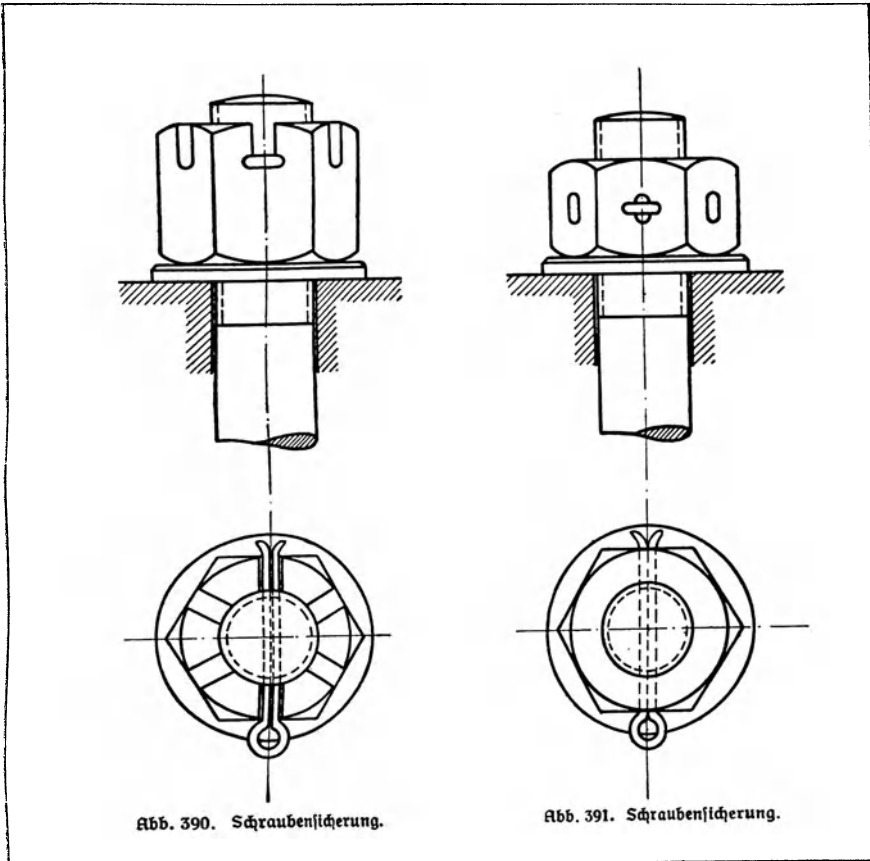


Abb. 389. Kronenmutter.

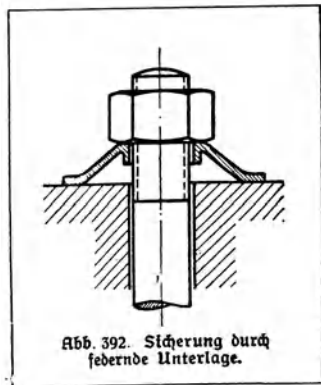




Unterlegscheiben benutzen wir, wenn das Schraubenloch erheblich größer als der Bolzen ist oder wenn die Oberfläche der Unterlage aus weichem Werkstoff besteht oder wenn die Unterlage uneben ist, wie bei der Verschraubung eines Winkelleisens (Abb. 388).

Schraubenmuttern haben meistens die bekannte Sechskantform, doch verwenden wir auch Vierkantmuttern, Rundmuttern, Flügelmuttern, Überwurfmuttern (zum Abdichten z. B.) und Kronenmuttern (Abb. 389), die mit Schlißen zur Aufnahme eines Sicherungsstiftes versehen sind.

Wie die Sicherung erfolgt, zeigt Abb. 390. Statt dessen können wir auch Mutter und Bolzen durchbohren und einen Splint durchstecken (Abb. 391), der die aufgeschraubte Mutter an der Drehung hindern soll. Zuweilen legen wir auch eine



federnde Unterlage (Abb. 392) unter die Mutter, ziehen diese kräftig an und erreichen so, daß die Mutter auch dann aufsitzt, wenn sich der Schraubenbolzen durch Stöße verlängert. Mitunter stellen wir die Mutter auch durch eine besondere Schraube

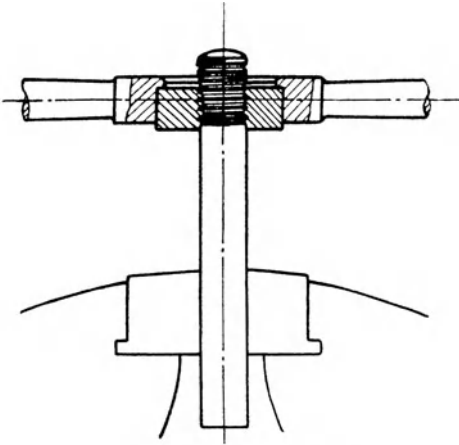


Abb. 393. Gewindebolzen zu dünn.

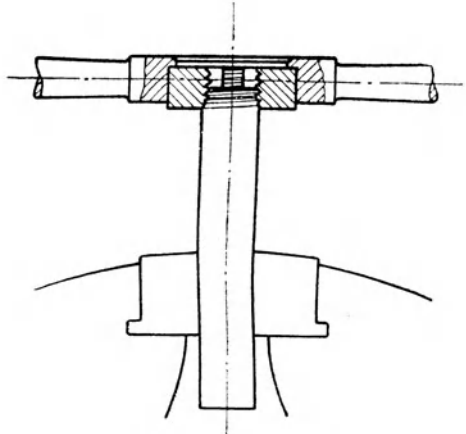


Abb. 394. Gewindebolzen zu stark.

fest, um eine unbeabsichtigte Lösung zu verhindern. Auch eine zweite Mutter, die Gegenmutter, wenden wir zu diesem Zweck an. Alle diese Sicherungen sind aber nicht unbedingt zuverlässig.

Bei der Herstellung von Schraubenbolzen und -löchern mit Hilfe des Schneideisens beziehungsweise des Gewindebohrers haben wir auf folgendes zu achten:

Der Gewindebolzen darf weder zu dünn (Abb. 393) noch zu dick (Abb. 394) sein. Im ersten Falle wird das Gewinde nicht tief genug ausgeschnitten und reißt beim Anziehen leicht aus; im zweiten Falle geht das Schneideisen nur über den zugespitzten Teil des Bolzens und reißt beim Weiter schneiden die Gänge aus. Der Durchmesser des Bolzens darf nur wenig kleiner sein als das Schneideisen im Gewindedurchmesser (Abb. 395). Dann wird

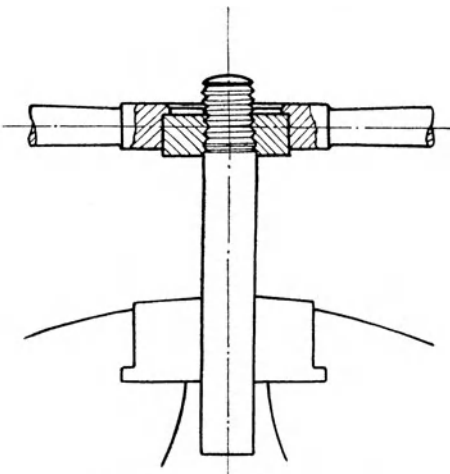


Abb. 395. Gewindebolzen richtig.

das Schraubengewinde gut ausgeschnitten. — An der Anfschneidstelle darf der Bolzen nicht so dick sein wie auf der übrigen Länge, sonst kann das Schneideisen nicht angreifen. Der Bolzen muß vielmehr konisch zugespitzt sein.

Der Gewindebohrer darf nicht schief auf die Bohrung aufgesetzt werden (Abb. 396), sonst wird das Gewinde schief, und der Gewindebohrer bricht ab. Der Gewinde-

bohrer muß vielmehr senkrecht auf die Bohrung gesetzt (Abb. 397) und das Wind-  
eisen muß wagerecht gehalten werden. Auch ist reichlich Öl zu verwenden, damit  
saubere Gewindegänge entstehen.

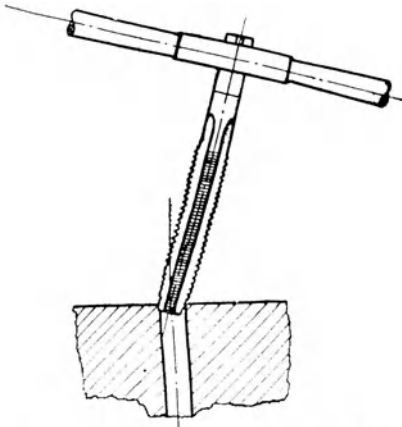


Abb. 396. Falsche Anwendung des Gewindebohrers.

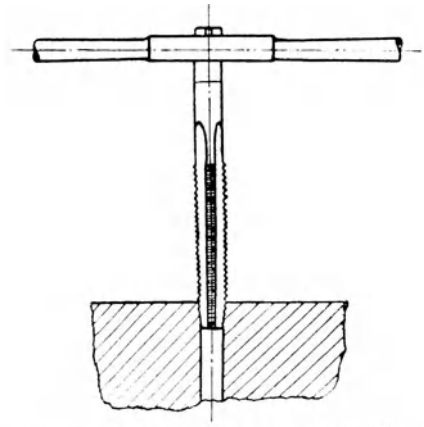


Abb. 397. Richtige Anwendung des Gewindebohrers.

Bei Benutzung von Schraubenschlüssel und Schraubenzieher zwecks Her-  
stellung von Verschraubungen beachten wir folgendes:

Der Schraubenschlüssel darf nicht zu weit sein, sonst faßt er die Mutter an  
den Ecken statt an den Seitenflächen. Hierunter leiden Mutter und Schraubenschlüssel.

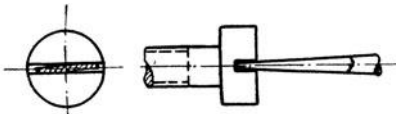


Abb. 398. Schraubenzieher falsch geschliffen.



Abb. 399. Schraubenzieher richtig geschliffen.

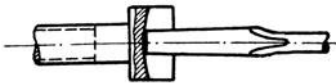


Abb. 400. Schraubenzieher zu schmal.



Abb. 401. Schraubenzieher zu breit.

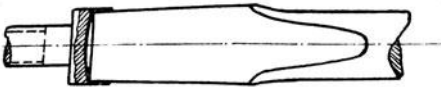


Abb. 402. Schraubenzieher richtig.

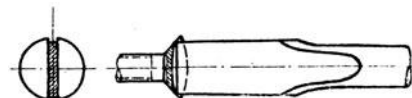


Abb. 403. Schraubenzieher richtig.

Der Schraubenzieher darf nicht meißelartig zugespitzt sein (Abb. 398),  
sonst geht er beim Drehen aus dem Schraubenschlüssel heraus und verdirbt ihn. Er  
soll vielmehr auf der ganzen Höhe des Schlitzes gleich dick sein und im Schlitz nur  
wenig Spielraum haben (Abb. 399). Auch darf der Schraubenzieher nicht zu schmal  
(Abb. 400) oder zu breit sein (Abb. 401), da er sonst nicht richtig faßt oder die  
Ausfentung verdirbt. Er soll vielmehr nach Abb. 402 und 403 beschaffen sein.

### f) Verbindung durch Löten.

**Wirkungsweise.** Der Maschinenbauer lötet nicht allzuhäufig, weil diese Verbindung nicht sehr fest ist. Das Löten bewirken wir in der Weise, daß wir Lot an den Lötstellen zum Schmelzen bringen, dafür sorgen, daß es an den zu lötenden Teilen haftet und sie nach dem Erstarren gewissermaßen zusammenklebt. Das Lot muß natürlich leichter schmelzen als die Metalle, die es verbinden soll. Wir unterscheiden zwei Lötarten, das Weichlöten und das Hartlöten.

Zum Weichlöten verwenden wir leicht schmelzbare Weichlote oder Schnellote aus Zinn-Blei-Legierungen (Zinnlot), denen zuweilen noch Wismut zugesetzt ist, um die Schmelztemperatur herabzusetzen. Zinnlote schmelzen bei 181 bis 240°, Wismutlote bei 124 bis 160°. Ein in der Klempnerei viel gebrauchtes Weichlot besteht aus 2 Teilen Zinn und 1 Teil Blei.

Damit das Lot in die feinen Poren des Metalls eindringen kann, müssen die Lötstellen metallisch rein sein und während des Lötens in diesem Zustande bleiben. Wir reinigen daher die Oberflächen der Lötstellen durch Feilen, Schaben oder Beizen und benutzen dann ein Lötflußmittel. Dieses reinigt die Verbindungsstelle und verhindert eine Oxidation während des Lötens. Das Lötflußmittel nennen wir Lötwaſſer. Es ist in Wasser gelöstes Chlorzinnammonium. Statt dessen benutzen wir auch eine Auflösung von Zinn in Salzsäure, mit Salmiakgeist vermischt und mit Wasser verdünnt. Zum Schutz gegen Oxidation der Lötstelle ist ferner Kolophonium in Pulverform, Talg, Stearin und dgl. geeignet. Lötpasten bestehen entweder nur aus Lötflußmitteln oder enthalten gleich Lot und Flußmittel zusammen.

Die für das Löten notwendige Wärme führen wir der Lötstelle durch eine Spiritus- oder Gasflamme oder durch den LötKolben aus Kupfer zu. Kupfer oxidiert und verbrennt nicht so leicht und nimmt außerdem das Zinnlot leicht auf. Wir erhizen den Kolben im Holzkohlenfeuer oder mit einem Gebläse, das mit Benzin, Benzol oder dgl. betätigt wird. In der oft gebrauchten Lötlampe vergast der Betriebsstoff und bildet mit der Luft eine sehr heiße Stichtlamme, die die Lötstellen rasch erwärmt.

Zum Hartlöten nehmen wir Hartlot, das aus Kupfer und Zinn, zuweilen mit einem Zinnzusatz, besteht. Ein strengflüssiges gelbes Messinglot besteht z. B. aus 3 bis 4 Teilen Messingabfall und 1 Teil Zinn; ein gelbweißes Messingschlaglot aus 16 Teilen Kupfer, 16 Teilen Zinn, 1 Teil Zinn. Zum Löten von Gußeisen, Messing, Kupfer, Bronze, Stahl eignet sich Silberschlaglot, das aus Silber und Kupfer oder aus Silber und Messing besteht.

Zum Hartlöten müssen wir die zu lötenden Stellen auf Hellrotglut erhizen, damit das dazwischen befindliche Lot flüssig wird. Hierzu reicht die in dem LötKolben aufgespeicherte Hitze nicht aus. Besser ist die Lötlampe. Größere Stücke erhizen wir unmittelbar in einem Holzkohlen- oder Koksfeuer. Beim Hartlöten umwickeln wir die zu verbindenden Teile, um ihre Lage gegeneinander zu sichern, mit Bindedraht oder verbinden sie durch Spannschrauben, Nieten oder dgl. Die beim Weichlöten gebräuchlichen Flußmittel können wir nicht verwenden, weil sie bei der hohen Löttemperatur verdampfen. Als Flußmittel für das Hartlöten eignen sich Borax und phosphorsaures Natron.

**Maschinenbau.** Von Dir. Ing. O. Stolzenberg. I. Teil: Werkstoffe des Maschinenbaues und ihre Bearbeitung auf warmem Wege. 2. Aufl. Mit zahlr. Abb. [U. d. Pr. 1925.] II. Teil: Arbeitsverfahren. Mit 750 Abb. Geb. M. 7.—. III. Teil: Methodik der Sachkunde und Sachrechnen, Kart. M. 2.40

**Sachkunde für Maschinenbauer und verwandte Berufe.** Von Gewerbeschulrat K. Uhrmann, Direktor Ing. F. Schuth und Direktor Ing. O. Stolzenberg. Mit zahlr. Abb. 2. Aufl. [U. d. Pr. 1925.]

**Baufunde für Maschinentechniker.** Von Oberlehrer Dipl.-Ing. A. Weiste. 2. Aufl. Mit zahlr. Fig. [U. d. Pr. 1925.]

**Die Ausbildung für den technischen Beruf in der mechanischen Industrie.** (Maschinenbau, Schiffbau, Elektrotechnik.) Hrsg. vom Deutschen Ausschuß für technisches Schulwesen. 4. Aufl. M. —.40

**Lehr- und Aufgabenbuch der Physik** für Maschinenbau und Gewerbeschulen sowie für verwandte technische Lehranstalten und zum Selbstunterricht. Von Oberstudienrat Prof. Dr. G. Wiegner und Reg.-Baumeister Dipl.-Ing. Prof. P. Stephan. In 3 Teilen. Mit zahlr. Fig. im Text und ausgeführten Musterbeispielen. I. Teil: Allgemeine Eigenschaften der Körper, Mechanik. 3., verb. Aufl. Mit 175 Fig. Kart. M. 4.20. II. Teil: Lehre von der Wärme. Lehre vom Licht (Optik). Wellenlehre. 2., verb. Aufl. Mit 132 Fig. Kart. M. 3.40. III. Teil: Elektrizität (einschl. Magnetismus). Einführung in die Elektrotechnik. 2., verb. u. verm. Aufl. Mit 233 Fig. Kart. M. 4.—

**Aufgaben aus der technischen Mechanik für den Schul- und Selbstunterricht.** Von Prof. H. Schmitt. I. Bewegungslehre, Statik und Festigkeitslehre. 2. Aufl. 240 Aufgaben u. Lösungen. Mit zahlr. Fig. im Text. II. Dynamik und Hydraulik. 2. Aufl. Von Oberstudienrat Prof. Dr. G. Wiegner. 198 Aufgaben und Lösungen. Mit zahlr. Fig. im Text. (AMuG Bd. 558, 559.) Geb. je M. 2.—

**Natur und Werkstoff.** Grundlehren der Physik, Chemie, Werk- u. Betriebsstoffkunde. Für Fachschulen, insbesondere Eisenbahnschulen und für den Selbstunterricht. Von Prof. F. Tiz. Mit 37 Abb. u. 2 Skizzentafeln. Kart. M. 2.—

**Tafeln für das logarithmische und numerische Rechnen** mit einer Einführung in die Logarithmen, das logarithmische Rechnen und den Gebrauch des Rechenschiebers für Mittelschulen, mittlere Fachschulen und das praktische Leben. Von H. Martens. Kart. M. 1.20

**Vierstellige Zahlen zum logarithmischen und Zahlenrechnen** für Schule und Leben. Von Oberstudiendirektor Dr. Ph. Löghener. M. 1.50

**Tafeln für logarithmisches und numerisches Rechnen** (vierstellige Logarithmentafeln) für Schule und Leben. Von Oberstudiendirektor Dr. Ph. Löghener. [U. d. Pr. 1925.]

**Gewerbelexikon der Holzbearbeitung.** Von Oberinspektor Studienprof. J. Großmann. Bd. I: Das Holz als Rohstoff. 2., Neub. u. erw. Aufl. Mit 91 Textabb. Kart. M. 3.20. Bd. II: Die Werkzeuge und Maschinen der Holzbearbeitung. 2., Neubearb. u. erweit. Aufl. Mit 358 Textabb. Kart. M. 5.—

**Normschrift.** M. —.40. **Kundschrift.** 3. Aufl. M. —.60. **Steilschrift.** 2. Aufl. M. —.40. Lehr- und Übungshäfte für Schul- und Selbstunterricht. Von Gewerbeschulrat Dr. R. Schubert.

**Das Zeichnen der konstruierenden Berufe in den gemischt beruflichen Klassen der kleinen Berufsschulen.** Von Oberregierungs- und Gewerbeschulrat Prof. W. Hecker und Dipl.-Ing. Berufsschuldirektor Gagel. Mit über 300 Abb. im Text und 50 Tafeln. Geb. M. 10.—

**Der Weg zur Zeichenkunst.** Von Oberstudiendirektor Dr. E. Weber. 3. Aufl. Mit 84 Abb. u. 1 Farbtafel. (AMuG Bd. 430.) Geb. M. 2.—

**Der deutschen Jugend Handwerksbuch.** Von Geh. Oberreg.-Rat Prof. Dr. E. Pallat. Bd. I. Für Anfänger. 4. Aufl. Mit 117 Abb. im Text. Geb. M. 5.—. Bd. II. Für Geübtere. 3. Aufl. Mit 136 Abb. im Text und auf 3 farbigen Tafeln. Kart. M. 6.—, geb. M. 7.—

---

**Verlag von B. G. Teubner in Leipzig und Berlin**

# Aus Natur und Geisteswelt

Jeder Band gebunden M. 2.—

## Lehrbücher für Schule und Selbstunterricht

- Lehrbuch der Rechenorteile, Schnellrechnen und Rechenkunst.** Mit zahlr. Übungsbildern. Von Ing. Dr. J. Bojko. (Bd. 739.)
- Prakt. Mathematik.** V. Prof. Dr. R. Neundorff. I. Teil: Graphische Darstellungen. Verkürztes Rechnen. Das Rechnen mit Tabellen. Mechanische Rechenhilfsmittel. Kaufmännisches Rechnen im täglichen Leben. Wahrscheinlichkeitsrechnung. 3. Aufl. Mit 29 Fig. im Text u. 1 Taf. (Bd. 341.) II. Teil: Geometrisches Zeichnen, Projektionslehre, Flächenmessung, Körpermessung. Mit 133 Fig. (Bd. 526.)
- Arithmetik und Algebra zum Selbstunterricht.** Von Geh. Studienrat P. Cranq. Mit zahlr. Fig. 2 Bde. 8. bzw. 6. Aufl. (Bd. 120, 205.)
- Einführung in die Infinitesimalrechnung mit einer histor. Übersicht.** Von Prof. Dr. G. Kowalewski. 3., verb. Aufl. Mit 18 Fig. (Bd. 197.)
- Differentialrechnung unter Berücksichtigung der prakt. Anwendung in der Technik, m. zahlr. Bsp.** u. Aufg. versehen. Von Studienrat Privatdoz. Dr. M. Lindow. 4. Aufl. Mit 50 Fig. 161 Aufg. (387.)
- Differentialgleichungen. I. Überblick d. prakt. Anwendung id. Technik m. zahlr. Bsp. u. Aufg. versehen.** Von Studienrat Privatdoz. Dr. M. Lindow. Mit 38 Fig. im Text u. 160 Aufg. (Bd. 589.)
- Integralrechnung unter Berücksichtigung d. prakt. Anwendung in d. Technik m. zahlr. Bsp. u. Aufg. versehen.** v. Studienrat Privatdoz. Dr. M. Lindow. 3. Aufl. Mit 43 Fig. u. 200 Aufgaben. (Bd. 673.)
- Dektoranalyse.** Von Privatdozent Dr. M. Krafft. [N. Vorb. 1925.] (Bd. 677.)
- Die graphische Darstellung.** Von Hofrat Prof. Dr. S. Auerbach. 2. Aufl. Mit 139 Fig. (437.)
- Graphisches Rechnen.** Von Prof. O. Pröbß. Mit 164 Fig. im Text. (Bd. 708.)
- Planimetrie zum Selbstunterricht.** Von Geh. Studienrat P. Cranq. 3. Aufl. Mit 93 Fig. (Bd. 340.)
- Elementare Geometrie der Ebene zum Selbstunterricht.** Von Geh. Studienrat P. Cranq. 3. Aufl. Mit 55 Fig. (Bd. 504.)
- Ebene Trigonometrie z. Selbstunterricht.** Von Geh. Studienrat P. Cranq. 3. Aufl. Mit 50 Fig. (431.)
- Sphärische Trigonometrie z. Selbstunterricht.** Von Geh. Studienrat P. Cranq. Mit 27 Fig. (605.)
- Einführung in die darstellende Geometrie.** Von Studienrat P. B. Fischer. Mit 59 Fig. (Bd. 541.)
- Projektionslehre.** Von adadem. Zeichenlehrer A. Schudeischn. 2. Aufl. Mit 165 Fig. (Bd. 564.)
- Grundzüge der Perspektive nebst Anwend.** von Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. K. Doehle mann. 2., verb. Aufl. Mit 91 Fig. und 11 Abb. (Bd. 510.)
- Geometrisches Zeichnen.** Von adadem. Zeichenl. A. Schudeischn. Mit 172 Abb. im Text und auf 12 Tafeln. (Bd. 568.)
- Mechanik.** V. Prof. Dr. G. Hamel. 3 Bde. I. Grundbegriffe d. Mechanik. Mit 38 Fig. II. Mechanik der festen Körper. III. Mechanik d. Flüss. und luftförm. Körper. (Bd. 684/686.)
- Aufgaben aus d. techn. Mechanik f. d. Schul- u. Selbstunterricht.** V. Prof. N. Schmitt. I. Bewegungslehre. Statt u. Seltigkeitslehre. 2. Aufl. 240 Aufgaben u. Lösungen. Mit zahlr. Fig. I. U. II. Dynamik und Hydrostatik. 198 Aufgaben und Lösungen. Mit zahlr. Fig. im Text. 2. Aufl. befolgt v. Oberstudienrat Prof. Dr. G. Wegner. (Bd. 558/559.)
- Statik.** Von Gewerbeschulrat Oberstudienleiter A. Schau. 2. Aufl. Mit 112 Fig. (Bd. 828.)
- Seltigkeitslehre.** Von Gewerbeschulrat Oberstudienleiter A. Schau. 2. Aufl. Mit 119 Fig. im Text. (Bd. 829.)
- Einführung in die Technik.** Von Geh. Reg.-R. Prof. Dr. H. Lorenz. Mit 77 Abb. (Bd. 729.)
- Einführung in die technische Wärmelehre (Thermodynamik).** Von Geh. Bergrat Prof. R. Vater. 3. Aufl. v. Prof. Dr. Fr. Schmidt. Mit 46 Abb. im Text. (Bd. 516.)
- Praktische Thermodynamik.** Von Geh. Bergrat Prof. R. Vater. 2. Aufl. Von Prof. Dr. Fr. Schmidt. Mit 40 Abb. u. 3 Taf. (Bd. 596.)
- Die Dampfmaschine.** Von Geh. Bergrat Prof. R. Vater. Neuaufsl. v. Prof. Dr. Fr. Schmidt. I: Wirkungsweise des Dampfes im Kessel u. in der Maschine. 6. Aufl. Mit 38 Abb. II: Ihre Gestaltung und Verwendung. 3. Aufl. Mit 94 Abb. (393/94.)
- Die neueren Wärmekraftmaschinen.** Von Geh. Bergrat Prof. R. Vater. Neuaufsl. v. Prof. Dr. Fr. Schmidt. I: Einführung in die Theorie und den Bau der Gasmotoren. 6. Aufl. Mit 45 Abb. (Bd. 21.) II: Gaserzeuger, Grogasmotoren, Gas- u. Dampfturbinen. 5. Aufl. Mit 45 Abb. (Bd. 86.)
- Wasserkraftausnutzung u. Wasserkraftmasch.** Von Dr.-Ing. S. Lawaczel. M. 57 Abb. (732.)
- Maschinenelemente.** Von Geh. Bergrat Prof. R. Vater. 4., erw. Aufl. bearb. von Prof. Dr. Fr. Schmidt. Mit 183 Abb. (Bd. 301.)
- Hebezeuge.** Von Geh. Bergrat Prof. R. Vater. 3., erw. Aufl. bearbeitet von Prof. Dr. Fr. Schmidt. Mit 76 Abb. (Bd. 196.)
- Die Fördermittel. Einrichtungen zum Fördern v. Massengütern und Einzellasten in industriellen Betrieben.** Von Obering. O. Beckstein. Mit 74 Abb. im Text. (Bd. 726.)
- Das Eisenhüttenwesen.** Von Geh. Bergrat Prof. Dr. H. Wedding. 6. Aufl. v. Bergassessor Dipl.-Ing. S. W. Wedding. Mit 22 Abb. (Bd. 20.)
- Unsere Kohlen.** Von Bergassessor Privatdoz. Dr. P. Kuluf. 3. Aufl. Mit 56 Abb. im Text und 3 Tafeln. (Bd. 396.)
- Landwirtschaftliche Maschinenkunde.** Von Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. G. Fischer. 2. Aufl. Mit 64 Abb. (Bd. 316.)
- Die Spinnerei.** Von Dir. Prof. M. Lehmann. Mit 35 Abb. (Bd. 338.)
- Der Eisenbetonbau.** V. Dipl.-Ing. E. Haimovici. 2. Aufl. Mit 82 Abb. u. 8 Rechnungsbildern. (275.)
- Grundlagen der Elektrotechnik.** Von Obering. A. Roth. 3. Aufl. Mit 70 Abb. (Bd. 391.)
- Die elektrische Kraftübertragung.** Von Ing. P. Köhn. 2. Aufl. Mit 135 Abb. (Bd. 424.)
- Drähte und Kabel, ihre Artfert. u. Anwend. in d. Elektrotechnik.** Von Telegraphenbtr. H. Brück. 2. Aufl. Mit 245 Abb. (Bd. 285.)
- Das Telegraphen- und Fernsprechwesen.** Von Oberpostlat. O. Sieblitz. 2. Aufl. (Bd. 183.)
- Die drahtlose Telegraphie und Telephonie.** Ihre Grundlagen und ihre Entwicklung. Von Studienrat Dr. P. Fischer. Mit 48 Abb. (Bd. 822.)
- Schöpfungen der Ingenieurtechnik d. Neuzeit.** Von Geh. Reg.-R. M. Geitel. 2. Aufl. Mit 32 Abb. (Bd. 28.)

Verlag von B. G. Teubner in Leipzig und Berlin