

Lehrmittel für gewerbliche Berufsschulen

Professor Horstmann
Ministerialrat in Berlin

herausgegeben von
Professor Hecker
Oberregierungs- u. Gewerbeschulrat in Kassel

Oberschulrätin Fuhr
in Berlin

Heft 2

Sachkunde

für Maschinenbauerklassen

an gewerblichen Berufsschulen

I. Teil: Rohstoffkunde

von

K. Uhrmann und F. Schuth

Fünfte 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. ca. M. 1.40. Teil II: Arbeitskunde. Bearb. v. Dir. Ing. O. Stolzenberg. 4. Aufl. Mitzahlr. Abb. [U. d. Pr. 1925.] Teil III: Kraftmaschinen. Von Gewerbeschulrat K. Uhrmann und Dir. Ing. F. Schuth. 3. Aufl. Mit 108 Abb. Kart. M. 1.40. 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. Jakobli und Maschinenbauschullehrer A. Schlie. 2. Aufl. [U. d. Pr. 1925.]
- Heft 6: Fachrechenaufgaben 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. Nergler. Mit 75 Abb. Ausgabe B: Fachkunde für Schneiderinnenklassen. Von Gewerbeoberlehrer H. Nergler und Gewerbeoberlehrerin Giesler. [U. d. Pr. 1925.]
- Heft 10: Fachkunde für Mechanikerklassen.** Teil III: Apparate- und Instrumente. Von Dir. Fölmner. [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. i. 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. 4 S. Text u. 6 Tafeln. 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 Modellierübungen zur Entwicklung des räumlichen Vorstellungsvermögens für gewerbliche Berufsschulen.** Von Oberreg.- u. Gewerbeschulrat Prof. W. Hecker u. Kommiss. Reg.- u. Gewerbeschulrat Dipl.-Ing. G. Gagei. 9 Mappen mit je 11 Blatt. Jede Mappe ca. M. 1.20. Die Blätter sind auch einzeln lieferbar.
- 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. W. Blatzheim, Gewerbeschulrat K. Uhrmann und Dir. Ing. F. Schuth. Mit 10 Fig. Kart. M. 2.40. Teil II: Fachkunde und Fachrechnen für Elektriker in den Oberstufen der Berufsschulen und Meisterkursen. Von Ing. W. Blatzheim. [Erscheint 1925.] Teil III: Materialkunde und Installation für Elektrikerklassen an Berufsschulen und für Fortbildungskurse. Von Ing. W. Blatzheim. [Erscheint 1925.]
- Heft 21/23: Fachkunde für Holzarbeiterklassen an gewerblichen Berufsschulen.** Teil I: Rohstoffkunde. Von Oberinspektor Studienprof. J. Großmann u. Fachhauptlehrer F. Steininger. 2. Aufl. Mit 59 Abb. Kart. M. 1.—. Teil II: a) Verbindungslehre für Tischler. Von Architekt u. Fachlehrer Prof. H. Groth. 2. Aufl. Mit 26 Textabb. u. 32 Tafeln. Kart. M. 1.20. 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 25: Rechnen im Anschluß an d. Hauswirtschaft.** V. Dir. A. Bierther. Kart. M. 1.60
- Heft 30: Fachkunde für Lederverarbeitende Berufe.** Von Gewerbeoberlehr. H. Nergler u. Gewerbeoberl. R. Albrecht. Teil I: Rohstoffkunde. Mit 26 Abb. [U. d. Pr. 1925.]
- Heft 34/36: Fachkunde für Bauhandwerker.** Teil I: Stoffkunde für Maurer. Von 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. [In Vorb. 1925.]

Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH

Lehrmittel für gewerbliche Berufsschulen

Herausgegeben von

Professor Horstmann
Ministerialrat in Berlin

Professor Hecker
Oberregierungs- u. Gewerbeſchulrat in Kassel

Oberſchulrätin Suhr
in Berlin

Heft 2

Sachkunde
für Maſchinenbauerklaffen
an gewerblichen Berufſchulen

I. Teil: Rohſtoffkunde

von

K. Uhrmann und **F. Schuth**

Gewerbeſchulrat der Stadt
Köln

Direktor d. Fach- u. Berufſchule
für Industrie, Düſſeldorf

ſünfte Auflage

Mit 116 Abbildungen im Text und
4 Tafeln mit Beiſpielen als Anhang



Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH 1925

ISBN 978-3-663-15432-7 ISBN 978-3-663-16003-8 (eBook)
DOI 10.1007/978-3-663-16003-8

Alle Rechte, einschließlich des Übersetzungsrechts, vorbehalten

I. Teil: Rohstoffkunde.

	Seite		Seite
A. Eisen und Stahl.			
1. Allgemeines	1	1. Modelle	44
2. Die Gewinnung des Roheisens	1	2. Die Formstoffe	45
Die Eisenerze:		3. Das Einformen (Herb-, Kasten- und Schablonenformerei)	46
a) Vorkommen	1	4. Die Formmaschinen	50
b) Arten	2	5. Die Gußpußerei	50
c) Aufbereitung	2	d) Der Temperguß	51
Der Hochofen:		e) Der Stahlguß	51
a) Beschreibung	2	C. Wichtige Metalle und Legierungen.	
b) Schmelzvorgang	5	1. Das Kupfer	52
Das Roheisen	6	2. Das Blei	53
Der Roheisenmischer	7	3. Das Zinn	54
3. Das Schmiedeeisen	7	4. Das Zink	54
a) Schweißeisen (Puddelverfahren)	9	5. Das Aluminium	55
b) Flußeisen (Bessemer-, Thomas-, Siemens-Martin-Verfahren)	10	6. Die Legierungen	56
4. Der Stahl:	15	a) Allgemeines	56
a) Schweißstahl	16	b) Die wichtigsten Legierungen und ihre Verwendung	57
b) Flußstahl	16	D. Die Materialprüfung.	
c) Gußstahl (Tiegel- u. Elektrotahl)	16	1. Allgemeines	58
d) Werkzeugstahl	17	2. Die Materialeigenschaften	58
e) Zementstahl	20	3. Die Festigkeitsarten	60
5. Das Walzwerk	23	4. Die Festigkeitsberechnung	63
a) Beschreibung und Wirkungsweise	23	5. Die Materialprüfung	64
b) Arten der Walzwerke	25	E. Die Schmiermittel.	
c) Erzeugnisse des Walzwerks	26	1. Zweck	65
B. Die Herstellung der Werkstücke.			
1. Das Schmieden	27	2. Einteilung	65
a) Allgemeines	27	3. Prüfung auf Säuregehalt u. Schmierfähigkeit	66
b) Vorrichtungen zum Erwärmen der Schmiedestücke	27	F. Die Schleifmittel.	
c) Die Werkzeuge zum Schmieden	29	1. Zweck	66
d) Die wichtigsten Schmiedearbeiten	31	2. Einteilung und Handelsformen	66
e) Arbeitsbeispiele	35	G. Das Holz.	
f) Die Maschinenhämmer u. Schmiedepressen	37	1. Vorkommen und Wachstum	67
g) Beobachtungen beim Schmieden	37	2. Einteilung und Arten	68
2. Das autogene Schweißen und Schneiden	38	3. Eigenschaften und Verwendung	68
a) Die Wasserstoff- und Sauerstoffschweißung	38	H. Das Leder.	
b) Die Azetylen- und Sauerstoffschweißung	38	1. Vorkommen und Herstellung	68
c) Die Wassergasschweißung	39	2. Arten und Verwendung	69
d) Die elektrische Schweißung	39	J. Die Brennstoffe.	
e) Ausführung der Schweißung	40	1. Allgemeines	69
f) Das autogene Schneiden	40	2. Die Braunkohle	70
3. Die Thermoerschweißung	41	3. Die Steinkohle	72
4. Das Gußeisen	41	4. Koks	74
a) Gewinnung des Gußeisens	41	5. Heizgas und Leuchtgas	75
b) Eigenschaften des Gußeisens	44	Anhang:	
c) Das Formen und Gießen	44	Beispiele für das Einformen 77—80	

Vorwort zur 1. bis 5. Auflage.

Für den Unterricht in der Berufsschule ist die Zeit sehr knapp bemessen. Auf die für den Maschinenbauerlehrling so wichtige Sachkunde können wöchentlich höchstens 1—1½ Stunden verwandt werden, wenn nicht die andern Unterrichtsfächer darunter leiden sollen. Erfahrungsgemäß sind die Unterrichtsergebnisse nicht von Dauer, wenn sie nicht schriftlich festgelegt sind und für die Wiederholung vorliegen.

Infolgedessen sieht sich der Lehrer gezwungen, die Lehrstoffe am Schluß des Unterrichts niederschreiben oder ausarbeiten zu lassen. Dabei geht viel Zeit verloren, die für eine Vertiefung des Verständnisses besser angewandt werden könnte.

Vorliegende Sachkunde soll die Niederschrift ersetzen; sie ist für die Hand der Schüler bestimmt und bringt den Lehrstoff in einer leichtfaßlichen, dem Verständnis des Schülers angepaßten Form. Dem Lehrer muß es überlassen bleiben, den Unterrichtsstoff in lebendiger Weise mit den Schülern zu erarbeiten. Die vorliegende Sachkunde gibt dem Schüler das Unterrichtsergebnis in die Hand, um es festhalten und wiederholen zu können.

Zahlreiche Abbildungen im Text dienen zur Erläuterung und bilden ein vorzügliches Anschauungsmittel.

Die Sachkunde zerfällt in drei Teile. Der I. Teil behandelt die Rohstoffkunde und ist für die Unterstufe bestimmt, der II. Teil bringt die Arbeitskunde für die Mittelstufe und der III. Teil die Kraftmaschinen für die Oberstufe.

Vielfachen Wünschen entsprechend, wurde die vorliegende Auflage durch einen Abschnitt über Materialprüfung erweitert.

Die bisherigen Auflagen haben schnell Absatz gefunden, woraus geschlossen werden darf, daß die Sachkunde ihrem Zweck entspricht. Wir hoffen, daß sie sich auch weiterhin bewähren und neue Freunde erwerben wird.

Köln u. Düsseldorf, im Herbst 1925.

Die Verfasser.

A. Eisen und Stahl.

1. Allgemeines.

	1	2	3	4	5	Milliarden
Roheisen . . .	██████████	██████████	██████████	██████████	██████████	
Rohkupfer . . .	██████████	██████████				
Rohsilber . . .	██████████					
Rohzinn . . .	██████████					
Rohzink	██████████					
Rohblei	██████████					
Aluminium . .	██████████					
Nidel	██████████					

Gesamtwert der Weltproduktion 1912 in Milliarden Goldmark.

Eisen und Stahl werden durch Weiterverarbeitung des Roheisens gewonnen. Aus vorstehender Tabelle ergibt sich, daß der Wert der Roheisenerzeugung trotz des niedrigen Roheisenpreises erheblich größer ist, als der der anderen Metalle zusammengenommen. Ein Vergleich nach dem Gewicht würde ergeben, daß die Erzeugung von Roheisen sogar 20mal so groß ist als die aller anderen Metalle zusammen. Ohne Eisen und Stahl wäre unser Leben kaum noch denkbar (Haushalt, Handwerk, Industrie, Landwirtschaft, Verkehrswesen, Heilkunde usw). Besonders im Maschinenbau spielen die verschiedenen Eisen- und Stahlorten eine wichtige Rolle. Ihre Unterschiede sind bedingt durch die Art der Herstellung und durch den Gehalt an Beimengungen, von denen Kohlenstoff die wichtigste ist. Chemisch reines Eisen ist zu weich und in der Technik nicht brauchbar. Alles technisch verwendete Eisen, besonders aber der Stahl, müssen wir als Legierung von Eisen mit Kohlenstoff betrachten. Je mehr Kohlenstoff im Eisen enthalten ist, desto härter ist es. Auch alle anderen Eigenschaften von Eisen und Stahl hängen in erster Linie von dem Gehalt an Kohlenstoff ab.

2. Die Gewinnung des Roheisens.

Die Eisenerze.

a) Vorkommen.

Das Roheisen wird aus eisenhaltigen Steinen gewonnen, die in der Natur vielfach vorkommen. Man nennt sie Eisenerze. Einige Eisenerzarten lagern auf der Erdoberfläche, die meisten jedoch tief in der Erde. Hier werden sie ähnlich wie die Steinkohlen bergmännisch gewonnen und zutage gefördert. Deutschland kann seinen

Bedarf an Eisenerz aus eigenen Gruben nicht decken. Schon 1913 betrug der Wert der Einfuhr an Eisenerz 250 Millionen Goldmark. Durch den Versailler Vertrag sind uns die besten Eisenerzlager verloren gegangen, so daß wir jetzt fast $\frac{2}{3}$ unseres Bedarfs an Erzen aus Spanien, Nordafrika und Schweden einführen müssen.

b) Arten.

Die wichtigsten Eisenerze sind:

1. Brauneisenstein mit etwa 60% Eisen. Er ist, wie der Name schon sagt, von brauner Farbe, die dem Eisenrost sehr ähnlich sieht. Man findet ihn hauptsächlich in Luxemburg, Lothringen und Nordfrankreich. Die dort lagernden Eisenerze sind aus kleinen Körnchen gebildet. Daher nennt man diese Art des Brauneisensteins auch Rogenerz oder Minette. Deutschland hat Brauneisenstein im Siegerland, an der Lahn und in Oberschlesien.

2. Roteisenstein mit etwa 70% Eisen. Er ist von rötlicher Farbe. Fundstätten sind in Deutschland an der Lahn, an der Sieg, im Harz, im Erzgebirge und in Thüringen. Die größten Roteisensteinlager besitzt Nordamerika.

3. Spateisenstein mit etwa 50% Eisen. Er findet sich an der Sieg.

4. Magneteisenstein mit dem hohen Eisengehalt von etwa 70%. Er ist magnetisch, hat also die Eigenschaft, Eisenteilchen, z. B. Eisenspäne, anzuziehen. In Deutschland findet er sich nicht. Dagegen hat Schweden große Lager an Magneteisenstein.

c) Aufbereitung.

Die meisten Eisenerze werden so gebraucht, wie sie im Bergbau gewonnen werden. Manchmal findet jedoch eine Aufbereitung statt, d. h. sie werden für die eigentliche Weiterverarbeitung vorbereitet.

Zunächst werden die Eisenerze auf eine bestimmte Stückgröße zerkleinert. Dies geschah früher durch Handhämmer, heute benutzt man hierzu besondere Vorrichtungen und Maschinen, sogenannte Brechwerke.

Eisenerze, die viel Sand und Ton enthalten, werden gewaschen. Das Waschen erfolgt in eisernen Waschtrommeln.

Eine weitere Art der Aufbereitung ist das Rösten der Eisenerze. Sie werden in besonderen Röstöfen bis zur Glühhitze, aber nicht bis zum Schmelzen erhitzt. Durch das Rösten wird die Feuchtigkeit der Erze zum großen Teil ausgetrieben. Das Gewicht nimmt dabei um etwa 30% ab. Das Rösten erfolgt deshalb meist schon auf den Erzgruben, damit an Transportkosten gespart wird.

Feinkörnige Erze werden brikkettiert, d. h. in besonderen Pressen zu Britetts geformt.

Der Hochofen.

a) Beschreibung.

Die Eisenerze bestehen immer nur zu einem gewissen Teil aus Eisen. Sie sind stets mit erdigen oder steinigen Massen durchsetzt. Um das Eisen zu gewinnen, müssen die Eisenerze von diesen Bestandteilen befreit werden. Dies geschieht im Hochofen (Abb. 1 und 1a). Er ist ein Schachtofen, der innen die Form zweier

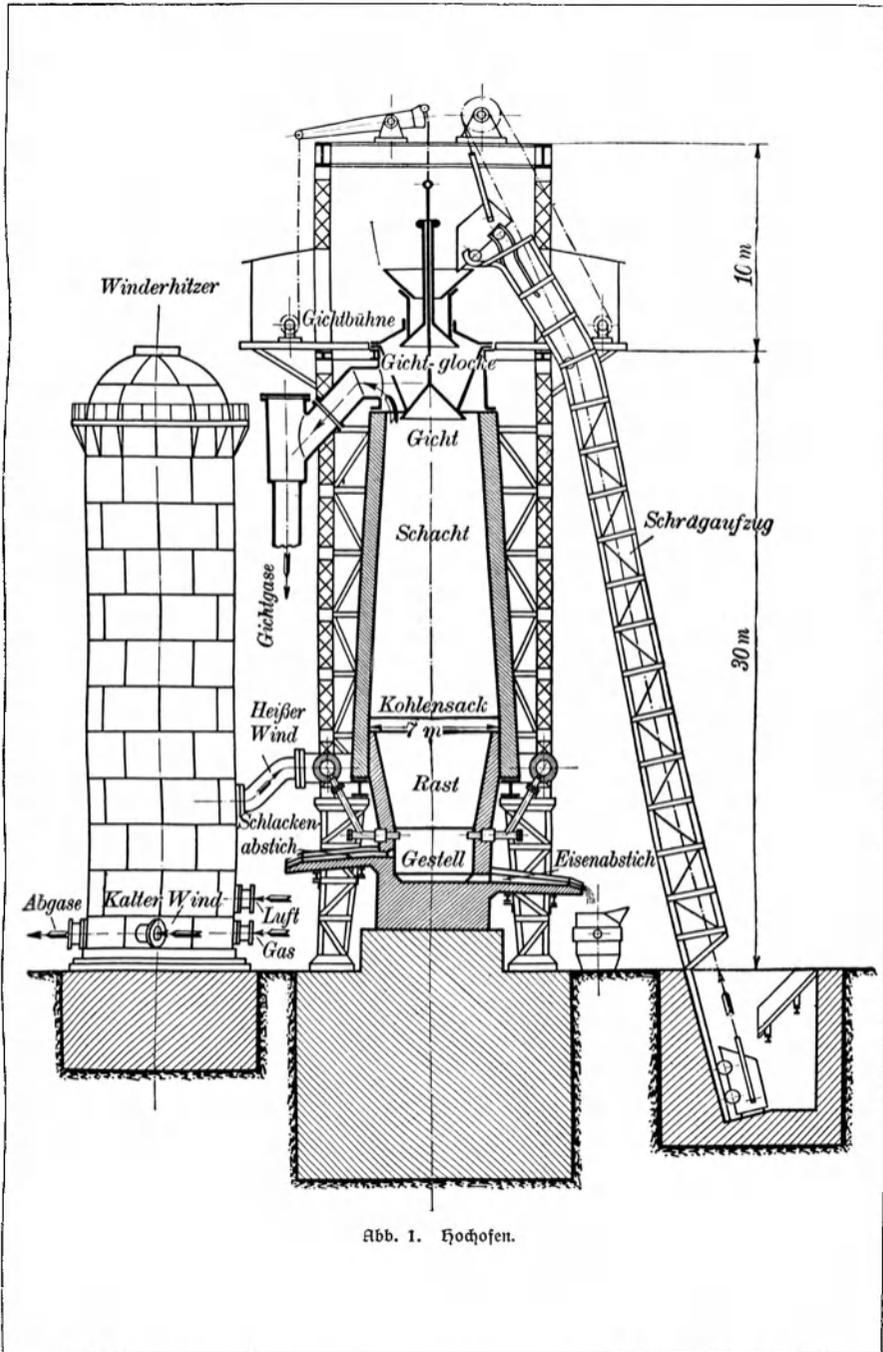


Abb. 1. Hochofen.

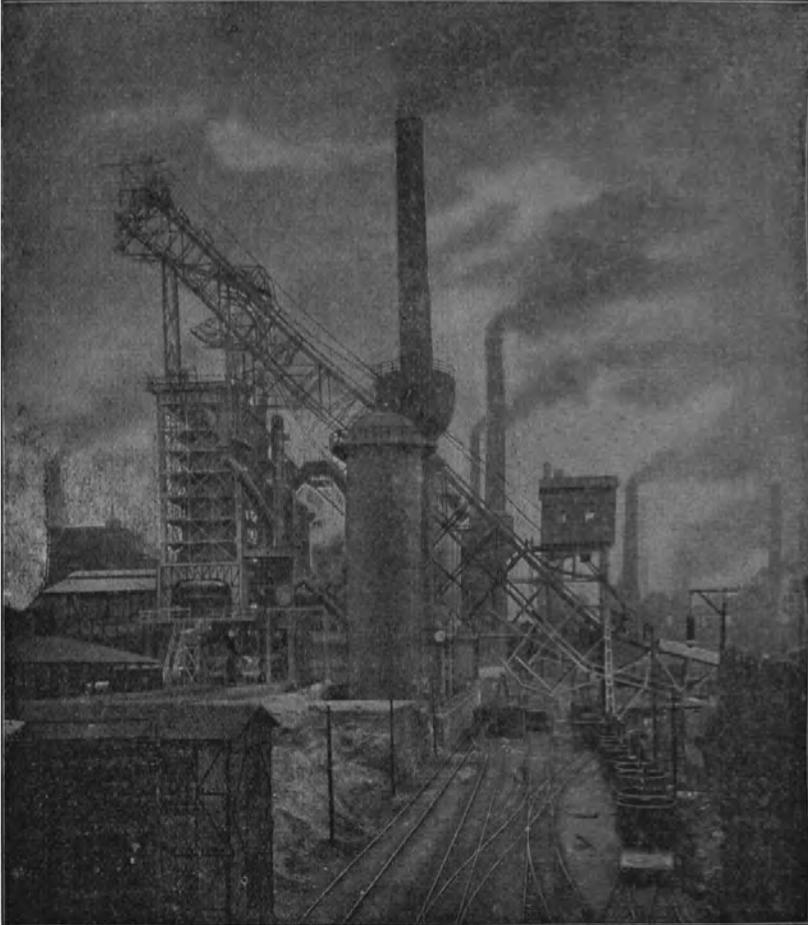


Abb. 1 a. Hochofenanlage.

abgestumpfter Kegel hat, die mit ihren großen Grundflächen aufeinanderstoßen. Der Durchmesser beträgt an dieser Stelle bis zu 7 m. Die Höhe des Ofens ist etwa 30 m. Man unterscheidet beim Hochofen:

Die Gicht, den Schacht, den Kohlensack, die Raft und das Gestell. Der eigentliche Ofenbau wird aus feuerfestem Material (Schamottesteinen) gemauert und von einem Eisengerüst gehalten. Oben am Schacht befindet sich die Gichtbühne mit der Gicht. Unter Gicht versteht man die Öffnung, durch die der Hochofen beschickt wird. Sie ist abgeschlossen durch den Gichtverschluß, die sogenannte Gichtlocke. Das Material zur Beschickung des Hochofens wird durch einen Schrägaufzug in Förderwagen zur Gicht befördert. Beim Entleeren eines Wagens (Abb. 1) senkt sich zunächst der Oberteil und dann der Unterteil der Gichtlocke. Dadurch bildet sich jedesmal ein ringförmiger Spalt, durch den der Inhalt des Wagens in den Schacht stürzen kann.

Die Beschickung des Hochofens erfolgt abwechselnd: auf einen Wagen Erz mit Zuschlägen folgt ein Wagen Brennstoff usw. Die Zuschläge haben die Aufgabe, die erdigen oder steinigen Bestandteile der Eisenerze zu binden. Sie schmelzen in der Glut des Ofens mit diesen Beimischungen zusammen und bilden dadurch die leichtflüssige Schlacke. Je nach der Art der Erze muß man die Zuschläge auswählen (Kalkstein, Tonerde, Tonschiefer). Das Mischen der Eisenerze mit den Zuschlägen nennt man Möllern.

Als Brennstoff verwendet man Hüttenkoks. Er ist von großer Festigkeit, so daß die Koksflächen von den über ihnen liegenden Erzschichten nicht zerdrückt werden, sondern locker und durchlässig bleiben. So können die zugeführte Luft und die Ofengase nach oben leicht durchziehen. Steinkohlen würden bei der Verbrennung baden und nicht mehr durchlässig genug sein.

Um eine lebhaftere Verbrennung im Hochofen zu erzielen, wird ihm Wind zugeführt. Im oberen Teil des Gestells (Abb. 1) münden rundum in den Ofen etwa 16 bis 20 Düsen, die an eine Windleitung angeschlossen sind. Der Wind wird in Gebläsemaschinen erzeugt und, bevor er in den Hochofen gelangt, in sogenannten Winderhitzern (Abb. 1 und 1a) vorgewärmt. Zu einem Hochofen gehören drei bis fünf Winderhitzer. Es sind Zylinder aus Eisenblech von etwa 6—8 m Durchmesser und 20—30 m Höhe, die von unten bis oben mit Steinzellen ausgefüllt sind. Die Steinzellen werden auf hohe Temperatur erhitzt und geben dann die Wärme an den durchgeleiteten Gebläsewind ab. Zum Erhitzen der Steinzellen benutzt man die Gase, die sich beim Schmelzvorgang im Hochofen bilden. Sie werden an der Gicht aufgefangen, weshalb man sie auch Gichtgase nennt. Bei Zuführung freier Luft sind sie brennbar. Man leitet sie durch Rohrleitungen zu den Winderhitzern und läßt sie in diesen verbrennen. Haben sich nun in einem Winderhitzer die Steinzellen genügend erhitzt, so stellt man die Gichtgase ab und leitet darauf den Gebläsewind hindurch. So wird immer ein Teil der Winderhitzer angewärmt, während ein anderer Teil seine Wärme an den Wind abgibt. Durch die Erwärmung des Windes wird bedeutend an Brennmaterial gespart, und gleichzeitig werden die Gichtgase zweckmäßig verwertet. Früher ließ man das Gas ins Freie entweichen, was einen großen Verlust bedeutete. Heute benutzt man es außerdem zu Kesselfeuerungen, dann auch als Kraftgas zum Antrieb von Großgasmaschinen.

b) Schmelzvorgang.

Ist der Hochofen beschickt und angeblasen, d. h. in Betrieb, so wickeln sich folgende Vorgänge ab: Die aufgeschichteten Materialien werden zunächst im oberen Teil des Schachtes durch die abziehenden Gase vorgewärmt. Dadurch verdampft die Feuchtigkeit der Erze, der Zuschläge und des Brennstoffs. Allmählich sinken die Stoffe tiefer und kommen in heißere Lagen. Ungefähr in der Mitte des Schachtes beginnt sich das Eisen aus dem Erz zu scheiden. Es schließt sich hier zu schwammigen Gebilden zusammen und dehnt sich etwas aus. Darum ist der Ofen an dieser Stelle auch weiter gehalten. Beim Tiefer sinken gelangen die Massen in den Kohlen sack. Hier nimmt das Eisen Kohlenstoff auf und wird damit leichter schmelzbar. Im oberen Teil der Raft wird dann das Eisen flüssig. Die erdigen Bestandteile der Eisenerze verbinden sich mit den Zuschlägen zu einer flüssigen Schlacke. Eisen und Schlacke sammeln sich

nun im Gestell. Hierbei sinkt das Eisen bis auf den Boden, den Eisenherd. Die Schlacke dagegen schwimmt auf dem Eisen wie Öl auf dem Wasser, weil sie leichter ist.

Hat sich genügend Eisen im Gestell gesammelt, so wird es abgestochen, d. h. man läßt es beim Eisenabstich (Abb. 1) abfließen. Dies geschieht alle 3—4 Stunden. Man fängt das Eisen dann entweder in Gießpfannen auf, um es in flüssigem Zustande weiter zu verarbeiten, oder man läßt es in die sandigen Formrinnen auf dem Boden der Gießhalle laufen, wo es zu Massen erstarrt. Die Schlacke fließt ständig beim Schlackenabstich ab. Nur beim Abstich des Eisens wird der Abfluß der Schlacke für kurze Zeit unterbrochen. Die ständig abfließende Schlacke heißt Laufschlacke. Die mit dem Eisen beim Abstich ausfließende Schlacke nennt man Abstichschlacke. Die Hochofenschlacke findet Verwendung als Schlackenpflastersteine, als Stückschlacke zum Beschothern von Straßen, als Schlackenbausteine an Stelle von Ziegelsteinen usw.

Das Roheisen.

Das im Hochofen gewonnene Eisen nennt man Roheisen. Es ist kein reines Eisen, sondern es enthält noch gewisse Beimengungen. Diese sind: Kohlenstoff, Silizium, Mangan, Schwefel und Phosphor. Sie beeinflussen das Eisen sehr in bezug auf seine Güte und Verwendbarkeit. In erster Linie ist hierfür der Kohlenstoffgehalt maßgebend. Roheisen hat etwa 3—5% Kohlenstoff und ist infolge dieses hohen Kohlenstoffgehaltes nur in wenigen Fällen ohne weiteres verwendbar. Es muß vielmehr durch Umschmelzen und Reinigen zu den verschiedenen Eisensorten verarbeitet werden.

Aus dem Roheisen werden alle andern Eisen- und Stahlsorten gewonnen. Man unterscheidet:

1. Graues Roheisen; es hat grauen Bruch, ist weicher und zäher, reich an Silizium und findet Verwendung als Gußeisen. (Siehe S. 42.)
2. Weißes Roheisen; es hat hellen Bruch, ist sehr spröde, reich an Mangan und wird zur Herstellung von Schmiedeeisen und Stahl benutzt. (Siehe S. 7 u. 15.)

Das verschiedene Aussehen des Roheisens wird durch die Art des Kohlenstoffes hervorgerufen, der in ihm enthalten ist. Im geschmolzenen Roheisen ist der Kohlenstoff gleichartig und gleichmäßig verteilt, ähnlich wie z. B. Salz in Wasser aufgelöst ist. Scheidet sich beim Erstarren des Roheisens der Kohlenstoff in Form von Graphit aus, so sieht man ihn zwischen den Eisentörnern liegen. Der schwarz aussehende Graphit ruft dann im Gemisch mit den weißen Eisentörnern die graue Farbe hervor. (Graues Roheisen.)

Scheidet sich beim Erstarren des Roheisens der Kohlenstoff nicht aus, so bleibt er legiert mit dem Eisen. Man sieht ihn nicht zwischen den Eisentörnern liegen, ähnlich wie man z. B. das Salz nicht sieht, welches in Wasser aufgelöst wurde. Die weißen Eisentörner bringen dann die weiße Farbe hervor. (Weißes Roheisen.)

Das verschiedene Verhalten des Kohlenstoffes beim Erstarren des Roheisens ist auf den Gehalt an Silizium oder Mangan zurückzuführen. Bei hohem Siliziumgehalt ergibt sich graues Roheisen, und ein hoher Mangangehalt ergibt weißes Roheisen.

Nachstehende Übersicht zeigt in schematischer Darstellung die Roheisenerzeugung der wichtigsten Länder in Millionen Tonnen für das Vorkriegsjahr 1913 und das Nachkriegsjahr 1920. Bemerkenswert ist es, daß außer in Nordamerika die Roheisenerzeugung in sämtlichen andern Ländern zurückgegangen ist, am meisten in Deutschland (Verlust der lothringischen und oberschlesischen Hüttenwerke).

		10	20	30	40	50	60	70	Millio- nen Tonnen
Nordamerika . .	1913	█	█	█	█	█	█	█	
	1920	█	█	█	█	█	█	█	
Deutsches Reich.	1913	█	█						
	1920	█							
Großbritannien.	1913	█	█						
	1920	█							
Frankreich . . .	1913	█							
	1920	█							
Belgien	1913	█							
	1920	█							

Roheisenerzeugung 1913 und 1920 in Millionen Tonnen.

Der Roheisenmischer.

Das flüssige Roheisen gelangt zur Weiterverarbeitung vom Hochofen meist in den Roheisenmischer (Abb. 2). Dies ist ein großer Behälter aus Eisenblech, der innen mit feuerfestem Material ausgekleidet ist. Der Mischer kann durch eine Vorrichtung mittels Wasserdruck gedreht werden. Dadurch ist es möglich, das Eisen auszugießen, um es nach Bedarf weiter zu verarbeiten (Abb. 2a). Der Mischer ist meist mit einer Heizvorrichtung versehen, damit das Roheisen nicht erfaltet. Zum Heizen benutzt man vielfach Gichtgas. Der Roheisenmischer dient zunächst als Sammelbehälter. Das aus mehreren Hochofen gewonnene Roheisen läßt sich nämlich nicht immer gleich weiter verwenden. Außerdem erzielt man eine gute Durchmischung der verschiedenen Roheisenabfälle. Schließlich scheidet noch beim ruhigen Stehen des Roheisens im Mischer ein großer Teil Schwefel an der Oberfläche aus.

3. Das Schmiedeeisen.

Schmiedeeisen wird in der Werkstatt gebraucht als Flachisen, Viertanteisen, Rundeisen, Winkelleisen, Wellen, Bolzen, Schrauben, Muttern usw.

Nimmt man ein Stück Flachisen und bearbeitet es auf dem Amboss mit dem Hammer, so zerspringt es nicht. Es ändert jedoch seine Form, wird breiter und

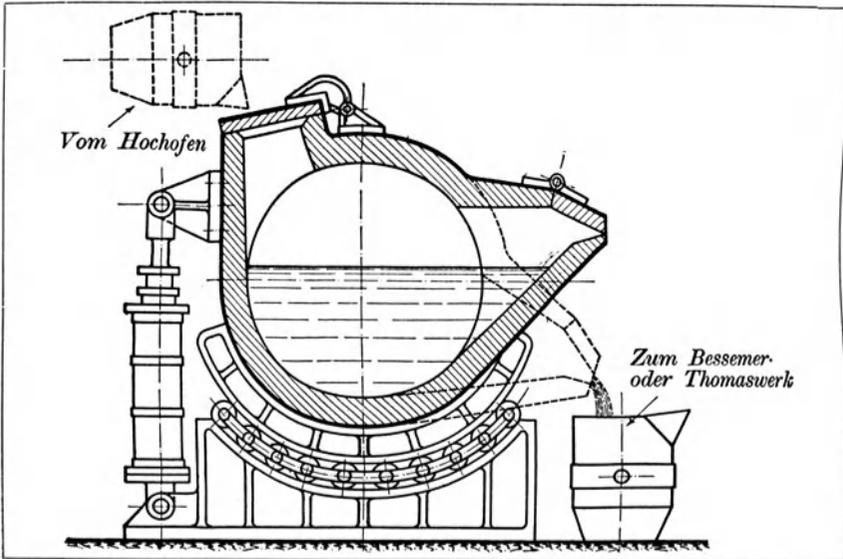


Abb. 2. Roheisenmischer.

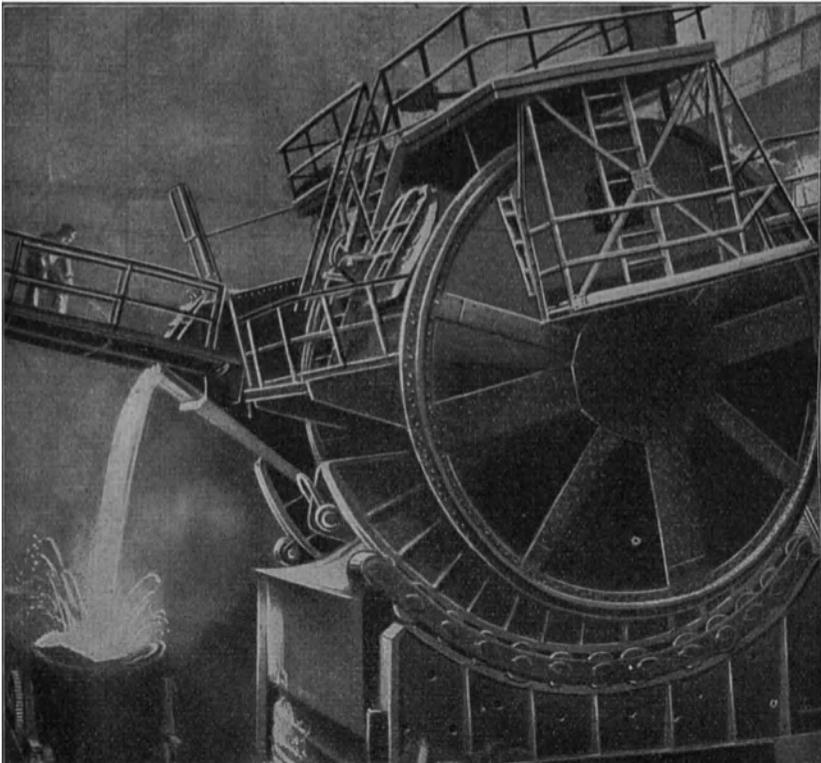


Abb. 2a. Roheisenmischer.

dünnere und streckt sich in die Länge. Erwärmt man das Eisen vorher auf Rotglut, so läßt es sich leichter bearbeiten, ohne in Stücke zu zerfallen. Das Schmiedeeisen ist also dehnbar oder schmiedbar. Legt man zwei Flacheisenstücke, die auf Weißglut erhitzt sind, auf dem Amboß aufeinander, so lassen sie sich durch Hammerschläge zu einem Stück vereinigen. Das Schmiedeeisen ist also auch schweißbar. Es enthält wenig Kohlenstoff (0,08 — 0,5%), der in chemisch kleinen Mengen fein verteilt ist. Die Bruchfläche des Schmiedeeisens ist daher hellgrau und feinkörnig, vielfach auch faserig. Wird eine Welle aus Schmiedeeisen auf der Drehbank abgedreht, so entstehen lange, spiralförmige Späne. Auch beim Meißeln von Schmiedeeisen ergeben sich lange, gerollte Späne, weil der Zusammenhang zwischen den Eisenteilchen groß ist. Das Schmiedeeisen läßt sich im Gegensatz zu Gußeisen schwer schmelzen und nicht gießen. Man verwendet es für Teile, die in Gußeisen wegen der Sprödigkeit desselben nicht halten würden.

Das Schmiedeeisen wird aus dem Roheisen gewonnen. Es unterscheidet sich von ihm dadurch, daß sein Kohlenstoffgehalt bedeutend geringer ist. Außerdem enthält Schmiedeeisen weniger fremde Bestandteile als Roheisen. Es ist also ein reineres Eisen. Um aus dem Roheisen Schmiedeeisen zu gewinnen, muß man:

1. den Kohlenstoffgehalt desselben verringern;
2. die anderen Bestandteile (Silizium, Mangan, Phosphor, Schwefel usw.) ganz oder zum Teil entfernen. Man erreicht dies durch einen Verbrennungsvorgang, der Frischen genannt wird. Je nach der Art des Verbrennungsvorgangs erhält man dann entweder Schweiß- oder Flußeisen.

a) Schweiß Eisen.

Das Schweiß Eisen wird im Puddelofen (Abb. 3) gewonnen. Der Puddelofen ist ein Flammofen, in dem nur die Flamme, nicht der Brennstoff mit dem Schmelzgut in Berührung kommt. Er besteht aus der Feuerung A mit dem Rost, dem mit Wasser gekühlten Arbeitsherd B, dem Suchs C

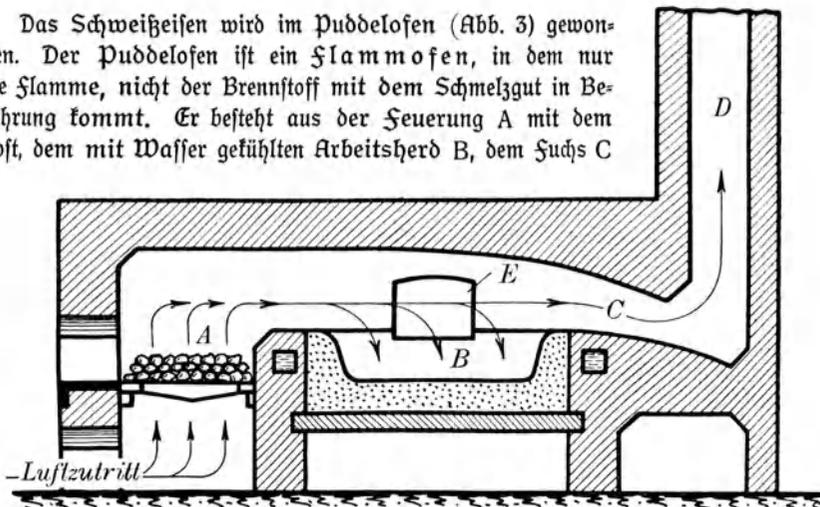


Abb. 3. Puddelofen.

und dem Schornstein D. E ist eine Arbeitstüre. Als Brennstoff wird Steinkohle benutzt.

Der Vorgang ist folgender:

Man bringt das Roheisen in Blockform auf den Arbeitsherd. Hier wird es durch die Feuerung zunächst bis auf Weißglut erhitzt, so daß es zum Schmelzen kommt. Jetzt beginnt die Arbeit des Puddlers. Mit einer hakenförmigen Brechstange rührt er das flüssige Eisen beständig um. Dadurch werden fortwährend Eisenteilchen mit der Flamme und der durchziehenden Luft in Berührung gebracht. Die Folge davon ist, daß zunächst Silizium, Mangan usw. verbrennen und sich in Form von Schlacke auf der Oberfläche des Roheisens absetzen. Schließlich steigen aus der Schlacke Gasblasen auf, die mit blauer Flamme verbrennen. Dies ist ein Zeichen, daß nunmehr der Kohlenstoff des Roheisens teilweise verbrannt wird. Die Gasentwicklung wird immer stärker, und das ganze Bad kocht auf. Der Herd füllt sich mit flüssiger Masse, und die Schlacke fließt durch die Arbeitstüre E ab. Nach längerem Umrühren nimmt der Kohlenstoff des Roheisens mehr und mehr ab. Das Eisen wird jetzt strengflüssiger. Es bildet sich ein Eisenteig, der mit der hakenförmigen Brechstange nicht mehr gerührt werden kann. Dann bricht der Puddler mit einer spitzen Brechstange den Eisenteig in einzelnen Klumpen los und wendet sie um. Dadurch werden immer wieder neue Eisenteilchen mit Flamme und Luft in Berührung gebracht. So findet eine gleichmäßige Entkohlung des Roheisens statt. Schließlich formt der Puddler aus der teigigen Masse Ballen, die man Luppen nennt. Die Luppen werden mit einer Zange aus dem Ofen geholt und unter den Schmiedehammer oder die Schmiedepresse gebracht. Hier werden sie zunächst unter leichten Schlägen oder leichtem Druck bearbeitet. Dadurch wird die noch vorhandene Schlacke ausgeschieden. Dann werden die Luppen starken Schlägen oder hohem Druck ausgesetzt. Hierdurch wird ein Zusammenschweißen der Eisenteilchen herbeigeführt. Die so vorgeschmiedeten Luppen werden dann im Walzwerk noch weiter verarbeitet und kommen als Schweiß Eisen in die Werkstatt.

Das Puddelverfahren wurde früher allgemein angewandt. Heute ist es durch andere Verfahren nahezu verdrängt.

b) Flußeisen.

Beim Puddelverfahren wird das Roheisen in fester Form in den Ofen eingebracht, und die Luft streicht über das Eisen. Der Engländer Bessemer erfand im Jahre 1855 ein anderes Verfahren. Er brachte flüssiges Roheisen in einen Behälter und preßte die Luft durch das Eisenbad hindurch. Dadurch wurde die Schmiedeeisenerzeugung bedeutend billiger. Es vollzog sich eine gewaltige Umwälzung auf dem Gebiete des Eisenhüttenwesens. Das Puddelverfahren kam fast ganz in Fortfall. An seine Stelle trat zunächst das Bessemerverfahren.

1. Das Bessemerverfahren. Das Bessemerverfahren wird in einem Behälter ausgeführt, der die Form einer Birne hat. Der Behälter führt daher den Namen: Bessemerbirne oder auch Konverter (Abb. 4 und 4 a).

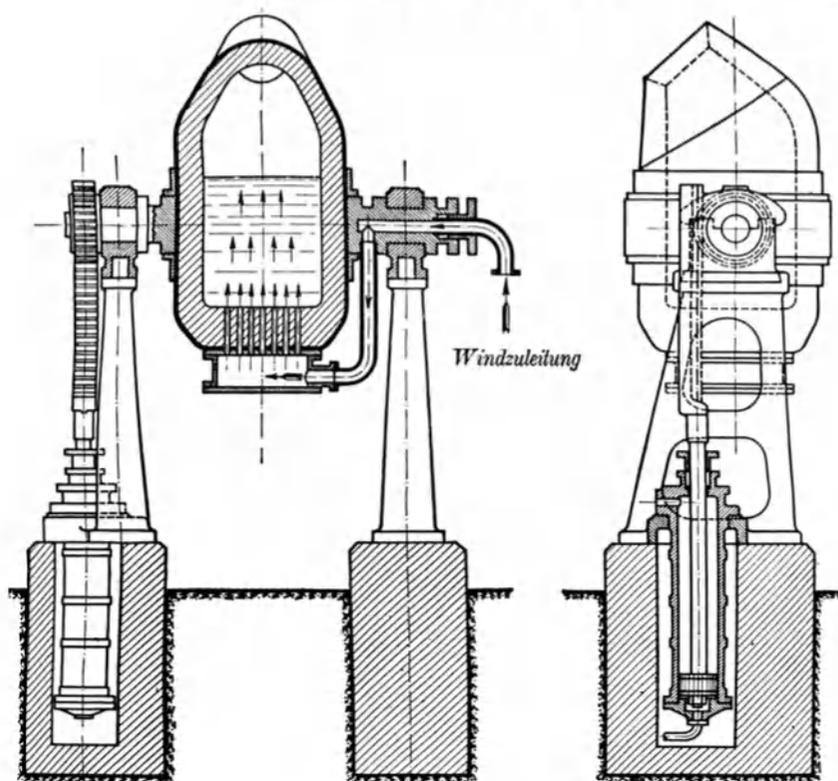


Abb. 4. Bessemerbirne.

Beschreibung. Die Bessemerbirne besteht aus Eisenblech und ist innen mit feuerfestem Material (Schamotte) ausgefüttert. Eine Bessemerbirne mittlerer Größe hat einen Durchmesser von etwa 4 m, eine Höhe von etwa 8 m und faßt etwa 35 t Flußeisen (1 t = 1 Tonne = 1000 kg). Die Birne ist in zwei Zapfen drehbar gelagert. Der eine Zapfen trägt ein Zahnrad, in welches eine Zahnstange eingreift. Diese trägt an ihrem unteren Ende einen Kolben. Er wird in einem Zylinder mit Hilfe von Wasserdruck auf- und abbewegt. Mittels der Zahnstange kann die Birne also gedreht und in verschiedene Stellungen gebracht werden. Der andere Zapfen ist hohl und dient als Windzuleitung. Von ihm aus führt ein Rohr nach dem Windkasten, der sich unter dem Boden der Birne befindet. Der Boden hat Kanäle oder Windlöcher, durch welche Luft in die Birne eintritt. Die Luft steht unter einem Druck von etwa 1,5 Atm. und tritt in kaltem Zustande ein. (1 Atm. = 1 kg Druck auf 1 qcm.)

Arbeitsvorgang. Die Birne wird durch fahrbare Gießpfannen mit flüssigem Roheisen beschickt. Hierbei hat sie eine wagerechte Lage, damit das Eisen nicht in die Bodenlöcher läuft und die Windzuführung verstopft. Um möglichst viel Eisen in der wagerechten Lage aufnehmen zu können, ist die Birne an einer Seite aus-



Abb. 4 a. Konverteranlage.

gebraucht. Dann wird sie in die senkrechte Stellung gedreht, und sogleich beginnt die Luftzuführung. Sofort verbrennen die im Roheisen mehr oder weniger enthaltenen Bestandteile: Silizium, Mangan, Kohlenstoff usw. Hierdurch findet eine bedeutende Temperaturerhöhung statt, so daß der Inhalt der Birne flüssig bleibt. Die ganze Masse kocht schließlich, und Eisen- und Schlackenteile werden in Feuergarben aus der Öffnung geschleudert. Wenn alle Beimengungen des Roheisens verbrannt sind, beruhigt sich der Inhalt der Birne wieder, und der Auswurf hört auf. Jetzt wird die Birne gedreht und die Schlacke abgegossen. Das nun vorhandene Eisen ist für die Werkstatt nicht verwendbar, da es keinen Kohlenstoff oder sonstige Beimengungen mehr enthält. Es würde zu weich sein. Deshalb fügt man ihm den nötigen Gehalt an Kohlenstoff, Silizium und Mangan in bestimmter Menge wieder zu. Dazu benutzt man kohlenstoff-, silizium- und manganhaltiges Roheisen. Diesen Vorgang bezeichnet man mit Rückkohlung. Hierdurch ist es möglich, dem Eisen genau die Zusammensetzung zu geben, die für seine jeweilige Verwendung erwünscht ist.

Das fertige Eisen läßt man durch Kippen der Birne in Gießpfannen laufen. Aus diesen wird es in Kokillen gefüllt, wo es zu Blöcken erstarrt. Je nach der Verwendung hat man Kokillen mit rechteckigem, achteckigem oder elliptischem Querschnitt. Abb. 5 zeigt eine Kokille und einen Block mit rechteckigem Querschnitt. Die Blöcke werden dann im Walzwerk zu Stabeisen, Profileisen, Trägern, Blechen usw. ausgewalzt.

Das Bessemerverfahren dauert etwa 20 Minuten.

2. Das Thomasverfahren.

In der Bessemerbirne kann nur aus phosphorfreiem Roheisen Flußeisen erzeugt werden, weil durch die Verbrennung des Phosphors das Futter der Birne angegriffen wird. Erst durch die Erfindung des Engländers Thomas im Jahre 1879 wurde es möglich, phosphorreiches Roheisen weiter zu verarbeiten. Er stellte aus einer Mischung von gebranntem Dolomit und Teer Siegel her und kleidete damit die Birne aus. Diese Ausfütterung hält den Einwirkungen der Phosphorsäure, die sich beim Verbrennen des Phosphors bildet, stand. Außerdem wird die Birne vor dem Einbringen

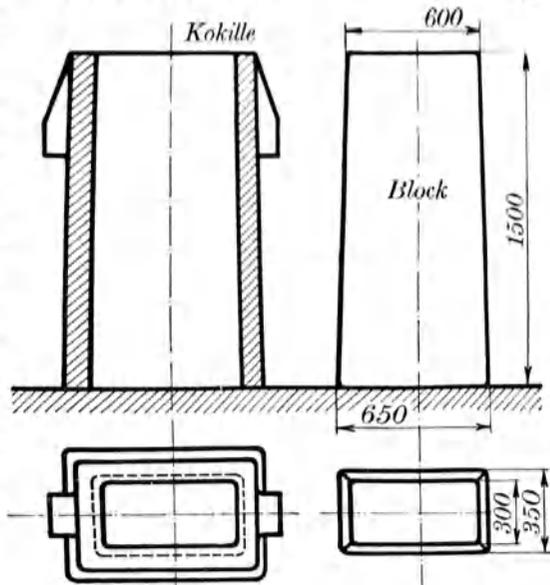


Abb. 5. Kokille und Block.

des flüssigen Roheisens mit einer größeren Menge von gebranntem Kalk beschickt.

Der Vorgang in der Thomasbirne ist nun ähnlich wie beim Bessemerverfahren. Beim Einsetzen der Luftzufuhr verbrennen zunächst Silizium, Mangan, Kohlenstoff und dann Phosphor. Die entstehende Phosphorsäure verbindet sich mit dem Kalk zu einer Schlacke (phosphorsaurer Kalk). Diese wird abgelassen, und dann findet wie beim Bessemerverfahren die Rückkohlung statt. Die Schlacke wird Thomaschlacke genannt und bildet ein wertvolles Düngemittel. Sie kommt in gemahlenem Zustande als Thomasmehl in den Handel.

3. Das Siemens-Martin-Verfahren. a) Allgemeines. Es dient ebenfalls zur Erzeugung von Flußeisen. In der ersten Zeit wurde dieses Verfahren hauptsächlich dazu benutzt, Schmiedeeisenabfälle, mit Roheisen vermischt, wieder einzuschmelzen. Allmählich hat es sich jedoch auch zu einem selbständigen Verfahren entwickelt, bei dem nur flüssiges Roheisen verarbeitet wird. Im Puddelofen lassen sich Schmiedeeisenabfälle nicht einschmelzen, da Schmiedeeisen erst bei hoher Temperatur zu schmelzen beginnt, die im Puddelofen nicht erzeugt werden kann. Das Bessemer- oder Thomasverfahren läßt ein Einschmelzen ebenfalls nicht zu, weil Schmiedeeisenschrott nur einen geringen Gehalt an Silizium, Phosphor, Mangan und Kohlenstoff hat. Infolgedessen kann in der Bessemer- oder Thomasbirne die zum Schmelzen erforderliche Hitze nicht erzeugt werden. Der Inhalt der Birne würde nicht genügend flüssig. Die Gebrüder Siemens erzeugten nun in einem Schachtlofen ein Gas, welches vorgewärmt und mit heißer Luft vermischt eine sehr hohe Temperatur entwickelt. Hiermit ist es möglich, Schmiedeeisenschrott zum Schmelzen zu bringen. Die Erfindung der Gebr. Siemens wurde in einem Herdofen der Gebr. Martin erprobt. Daher auch der Name des Verfahrens. Abb. 6 zeigt, wie ein Siemens-Martin-



Abb. 6. Beschickung des Siemens-Martin-Ofens.

Ofen mit flüssigem Roheisen beschickt wird. In Abb. 6 a ist ein Siemens-Martin-Ofen dargestellt.

b) Arbeitsvorgang. Das Roheisen wird in fester oder flüssiger Form, mit Schmiedeeisenschrott gemischt, auf den Herd A des Ofens gebracht. Der Herd ist mit einer Ausfütterung aus feuerfestem Material, ähnlich wie die Bessemer- oder Thomasbirne versehen. Die Beschickung des Ofens erfolgt durch die Arbeitstüren B. Unter dem Herd befinden sich rechts und links je zwei Kammern, die eine für Luft, die andere für Gas. Sie sind gitterartig mit feuerfesten Steinen ausgemauert. Aus den beiden rechten Kammern strömt durch getrennte Kanäle vorgewärmtes Gas und erhitzte Luft auf den Herd. Luft und Gas mischen sich über dem Herd und verbrennen. Durch die Verbrennung entsteht eine hohe Temperatur, und der Einsatz kommt zum Schmelzen. Die heißen Abgase strömen in die Kammern auf der linken Seite, erhitzen das Gitterwerk und gelangen dann durch den Schornstein ins Freie. Nach einiger Zeit wird die Luft- und Gaszufuhr durch Ventile von rechts nach links umgestellt. Luft und Gas werden jetzt in den beiden heißen Kammern links vorgewärmt, gelangen auf den Herd und verbrennen. Die heißen Abgase werden jetzt nach rechts abgeleitet und erhitzen das rechte Kammerpaar. Durch diese Vorwärmung von Gas und Luft wird die Temperatur auf dem Herd nach und nach auf 2000°C gesteigert.

Beim Schmelzen findet allmählich eine Verbrennung von Silizium, Mangan, Kohlenstoff und Phosphor statt. Je mehr die Entkohlung fortschreitet, desto höher muß die Temperatur des Ofens steigen. Durch Schöpfproben, Schmiede- und Bruchproben überzeugt man sich von der Zusammensetzung des Eisenbades. Die verbrannten Stoffe werden in Form von entsprechenden Roheisensorten wieder zu-

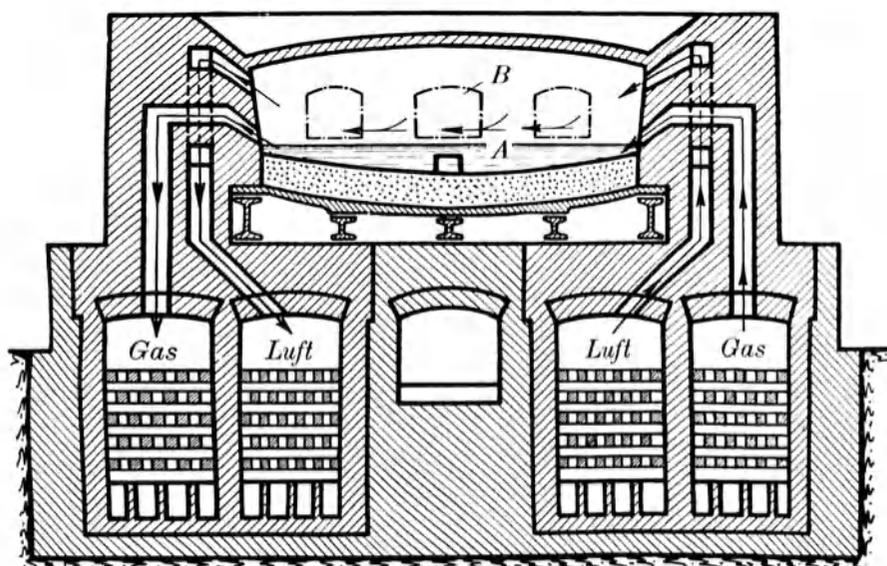


Abb. 6 a. Siemens-Martin-Ofen.

gesetzt. Man nimmt eine Rückföhlung vor, ähnlich wie beim Bessemer- und Thomasverfahren.

Wenn die gewünschte Zusammensetzung des Eisens erreicht ist, läßt man es durch ein Stichoß abfließen. Das Eisen wird in Gießpfannen aufgefangen und in Kokillen gegossen, wo es zu Blöcken erstarrt. Die Blöcke werden dann im Walzwerk weiter verarbeitet. Ein Siemens-Martin-Ofen faßt etwa 15 bis 80 t. Zum Einschmelzen werden je nach der Größe des Ofens 4—8 Stunden benötigt.

4. Der Stahl.

Stahl ist Schmiedeeisen mit höherem Kohlenstoffgehalt. Erhitzt man ein Stück Stahl auf Rotglut und kühlt es schnell in Wasser ab, so wird es glashart. Der Stahl läßt sich also härten. Der gehärtete Stahl kann nur mit dem Schleiffstein bearbeitet werden. Die Feile greift den gehärteten Stahl nicht an. Der Stahl läßt sich schmieden und schweißen, ähnlich wie das Schmiedeeisen.

Außerlich sieht Stahl schwarzgrau aus. Seine Bruchfläche ist hellgrau und noch feinkörniger als beim Schmiedeeisen, so daß sie samtartig ausieht. Man erkennt ihn auch an seinem reinen, hellen Klang, der beim Schmiedeeisen nicht vorhanden ist.

Der Stahl kommt als Werkzeugstahl in den Handel in Form von Flachstahl, Vierkantstahl, Dreikantstahl, Rundstahl usw. Aus diesem Stahl werden Werkzeuge aller Art angefertigt wie: Meißel, Durchschläge, Körner, Feilen, Bohrer, Gewindebohrer, Reibahlen, Drehstähle, Hobelstähle usw. Ferner findet Stahl Verwendung

für Maschinenteile, die stark beansprucht werden. Diesen Stahl nennt man Maschinenstahl. Er ist zur Anfertigung von Werkzeugen nicht geeignet.

Der Stahl wird ebenso wie das Schmiedeeisen aus dem Roheisen gewonnen. Er unterscheidet sich von Schmiedeeisen in der Hauptsache dadurch, daß er mehr Kohlenstoff enthält und infolgedessen härter ist. Schmiedeeisen hat bis 0,5% Kohlenstoff, Stahl 0,5—1,5% (Roheisen 3—5%).

Man unterscheidet: a) Schweißstahl, b) Flußstahl, c) Gußstahl (1. Tiegelstahl, 2. Elektro Stahl), d) Werkzeugstahl, e) Zementstahl.

a) Schweißstahl.

Der Schweißstahl wird wie das Schweißisen im Puddelofen gewonnen (S. 9). Er hat jedoch einen höheren Kohlenstoffgehalt als Schweißisen. Bei der Gewinnung des Schweißstahles unterbricht man daher die Entkohlung des Roheisens früher, als bei der Herstellung von Schweißisen. Man bezeichnet den Schweißstahl auch als Puddelstahl. Er wird in der Hauptsache als Rohmaterial bei der Gußstahlerzeugung verwandt.

b) Flußstahl.

Der Flußstahl wird ähnlich wie das Flußeisen in der Bessemerbirne, der Thomasbirne oder im Siemens-Martin-Ofen gewonnen. Man stellt ihn dadurch her, daß man dem Eisen bei der Rückkohlung mehr Kohlenstoff zuführt. Flußstahl hat einen feinkörnigen Bruch und besitzt eine hohe Festigkeit. Er wird zur Herstellung von Wellen, Kurbelwellen, Pleuellstangen und sonstigen Maschinenteilen benutzt, die sehr beansprucht werden. Zur Anfertigung von guten Werkzeugen wird er nicht verwendet.

c) Gußstahl.

Der Puddelofen, die Bessemer- und Thomasbirne, sowie der Siemens-Martin-Ofen liefern Stahl für Maschinenteile, die stark beansprucht werden. Für die Anfertigung von Werkzeugen ist dieser Stahl nicht geeignet. Der hierfür brauchbare Stahl muß erst durch Umschmelzen und Reinigen gewonnen werden. Nach der Art des Verfahrens für das Umschmelzen unterscheidet man Tiegel- und Elektro Stahl.

1. Tiegelstahl. Der Tiegelstahl wird im Tiegelofen gewonnen. Dies ist ein Ofen, der mit einer Gasfeuerung arbeitet, ähnlich wie der Siemens-Martin-Ofen. Auf den Herd des Ofens werden 20—100 Tiegel gesetzt, die mit Schweiß- oder



Abb. 7. Zustand des Schmelzgutes im Tiegel (an der Luft erkaltet)

nach $\frac{1}{2}$

1

$1\frac{1}{2}$

2

$2\frac{1}{2}$

3

4 Sid. Schmelzdauer.

flußstahl gefüllt sind. Die Tiegel sind aus feuerfestem Ton (Schamotte) hergestellt. Sie bleiben etwa vier Stunden auf Schmelztemperatur im Ofen. Hierbei nehmen die Tiegelwandungen die Unreinigkeiten des Stahls teilweise in sich auf. Ein anderer Teil wird durch die hohe Temperatur abgeschieden und setzt sich auf der Oberfläche des Schmelzgutes als Schlacke ab. Die Tiegel sind oben verschlossen, so daß der Stahl keine Verunreinigungen aus den Heizgasen aufnimmt. Nach dem Schmelzen werden die Tiegel aus dem Ofen geholt, und der Inhalt wird in Kokillen entleert. Hier erstarrt der Stahl zu Blöcken, die unter dem Schmiedehammer oder im Walzwerk weiter verarbeitet werden. Das fertige Erzeugnis ist der Werkzeugstahl. Durch Zusätze von anderen Metallen, wie Nickel, Chrom, Wolfram usw. beim Schmelzen des Stahls erhält man den hiernach benannten Werkzeugstahl. Er dient zur Anfertigung von hochwertigen Werkzeugen aller Art.

Der Tiegelstahl läßt sich auch in Formen gießen. Daher der Name Gußstahl. Die Firma Krupp in Essen ist auf dem Gebiete der Gußstahlerzeugung bahnbrechend gewesen.

2. Elektro Stahl. Elektro Stahl wird im Elektro Stahl Ofen gewonnen. Hier erzeugt man die zum Schmelzen erforderliche Hitze nicht durch Gas, sondern durch den elektrischen Strom. Abb. 8 zeigt einen Elektro Stahl Ofen, bei dem die zum Schmelzen erforderliche hohe Temperatur durch einen Lichtbogen erzeugt wird, der zwischen zwei starken Kohlen übergeht, wenn der elektrische Strom hindurch geleitet wird. (Beispiel: Bogenlampe.) Ein solcher Ofen wird auch Lichtbogen Ofen genannt. Der Elektro Stahl zeichnet sich durch große Reinheit aus und ist dem Tiegelstahl gleichwertig. Er findet Verwendung zur Anfertigung guter Werkzeuge. Elektro Stahl wird hauptsächlich in Ländern mit großen Wasserkräften und daher billiger elektrischer Stromversorgung gewonnen. (Amerika und Schweden.)

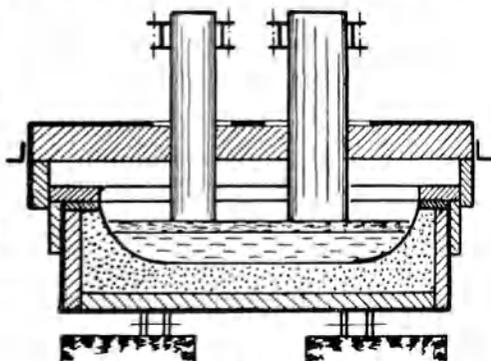


Abb. 8. Elektro Stahl Ofen (Lichtbogen Ofen).

d) Werkzeugstahl.

1. Einteilung des Werkzeugstahls. Für gute Schneid- und Meßwerkzeuge wird, wie schon besprochen, nur Tiegelstahl und Elektro Stahl benutzt. Man unterscheidet nun folgende Arten von Werkzeugstahl:

a) **Kohlenstoffstahl.** Dieses ist Stahl, der neben dem Eisen nur Kohlenstoff enthält. Der Gehalt an Kohlenstoff schwankt zwischen 0,5–1,5%. Nach dem Gehalt an Kohlenstoff unterscheidet man: zähen, zähhartem, mittelharten und hartem Stahl. Zähen Stahl nimmt man für Stoß- und Schlagwerkzeuge, Hämmer, Meißel und Federn; zähhartem und mittelharter Stahl eignet sich für Stangen, Schnitte,

Gewindeschneidwerkzeuge, Kaliber, Fräser, Bohrer; harten Stahl verwendet man für Dreh- und Hobelstähle, Seilen.

Der Kohlenstoffstahl hat körnigen bis schuppigen Bruch. Das Bruchaussehen hängt davon ab, wie der Bruch erzeugt wurde. Beim Zerreißen zeigt er meist eine sehnige, schuppige, mattgraue Bruchfläche. Wird der Stahl jedoch mit einem Meißel leicht eingekerbt und dann gebrochen, so ist der Bruch körnig. Bei der Beurteilung der Qualität des Stahls auf Grund seiner Bruchfläche ist daher die Art des Bruches zu berücksichtigen.

b) Sonderstahl (legierter Stahl). Hierunter versteht man Werkzeugstahl, der neben Kohlenstoff noch andere Bestandteile wie Nickel, Chrom, Wolfram enthält (Nickelstahl, Chromstahl, Wolframstahl). Der legierte Stahl dient zur Herstellung von Werkzeugen, an die besonders hohe Anforderungen gestellt werden, z. B. Preßluftmeißel, Dreh- und Hobelstähle für Hartguß, Formstähle für Revolverdrehbänke usw. Ein viel gebrauchter Sonderstahl ist der sogenannte Schnellstahl. Es ist dies Chrom-Wolfram-Stahl mit etwas Kohlenstoffgehalt. Er zeichnet sich durch große Härte aus. Bei der Arbeit als Drehstahl z. B. kann er sich stark erwärmen, ohne seine Härte zu verlieren. Dadurch wird die Arbeitsleistung sehr gesteigert.

2. Bearbeiten des Werkzeugstahls.

a) Erwärmen. Zur Herstellung von Werkzeugen muß der Stahl oft mehrmals erwärmt werden. Hierbei ist besondere Vorsicht notwendig, damit der Stahl nicht verdirbt. Vor allem ist darauf zu achten, daß er nicht überhitzt und damit verbrannt wird. Er darf niemals über hellrot warm gemacht werden. Die Erwärmung soll langsam und gleichmäßig erfolgen. Das beste Brennmaterial zur Erwärmung des Stahls im Schmiedefeuer ist Holzkohle. Sie ist die reinste Kohle und erzeugt eine gleichmäßige Hitze. Oft verwendet man auch backende Schmiedekohle, seltener Koks.

b) Glühen. Durch das Glühen soll der Stahl möglichst weich gemacht werden, damit er sich gut bearbeiten läßt. Außerdem sollen die inneren Spannungen aufgehoben werden, die beim Schmieden und Walzen sowie bei sonstiger Bearbeitung des Stahls entstehen. Oft muß auch ein schon gehärtetes Werkzeug neu aufgearbeitet werden, z. B. Seilen. Dann glüht man das Werkzeug vorher aus.

Zum Glühen erwärmt man den Stahl langsam und gleichmäßig auf Kirschrotglut und läßt ihn dann langsam erkalten, indem man ihn in Sand oder Asche einbettet. Je langsamer der Stahl erkaltet, um so besser glüht er aus.

c) Härten. Erwärmt man Werkzeugstahl bis zur hellen Kirschrotglut und kühlt ihn dann plötzlich in einer Flüssigkeit, z. B. in Wasser ab, so wird er glashart, während er bei langsamer Abkühlung weich bleibt. Für den Grad der Härte ist der Kohlenstoffgehalt des Stahls maßgebend. Je höher derselbe ist, um so größer ist die Härtebarkeit. Bei einer Erwärmung auf helle Kirschrotglut nimmt aller Kohlenstoff im Stahl die Form von Härtungskohle an. Von der Plötzlichkeit der Abkühlung hängt es ab, ob mehr oder weniger Kohlenstoff in Form von Härtungskohle erhalten bleibt. Neben dem Kohlenstoff üben allerdings auch die Zusätze von Nickel, Wolfram, Chrom usw. einen wesentlichen Einfluß auf die

härthbarkeit aus. Jeder dieser Stoffe wirkt auf den Stahl in anderer Weise ein. Sie vergrößern jedoch immer die Härte und die Festigkeit. Als Flüssigkeit zum Abkühlen des erhitzten Stahls benutzt man in der Regel Wasser, Öl oder Tran.

Werkzeuge aus Kohlenstoffstahl (Dreh- oder Hobelstähle, Meißel usw.) härtet man in Wasser, dem zur Verschärfung der Wirkung zuweilen etwas Salz- oder Schwefelsäure zugefügt wird.

Werkzeuge, die vorspringende Zähne haben (Fräser, Reibahlen, Gewindebohrer usw.), werden in Wasser gekühlt, bis die Glut gelöscht ist. Dann bringt man sie in ein Ölbad.

Teile, die weniger Härte, aber mehr Federung haben sollen (Federn, Spannpatronen, Stanzen usw.), werden nur in Öl abgekühlt. Das gleiche trifft für sehr dünne Werkzeuge (Sägen) zu.

Eine mittlere Härte erhält man durch Abschrecken in Wasser, auf dem eine Ölschicht schwimmt. Diese überzieht das Werkzeug beim Eintauchen mit einer dünnen Schicht Öl und schützt es so vor dem Wasser.

Werkzeuge aus Schnellstahl härtet man durch einen scharfen, kalten Luftstrom, den man auf die erhitzte Stelle des Werkzeugs richtet.

d) **Anlassen.** Durch das Abschrecken des erhitzten Stahls erhält das Werkzeug neben großer Härte auch eine außerordentliche Sprödigkeit. In diesem Zustande ist es daher in der Regel nicht brauchbar. Die Härte muß ihm zum Teil wieder genommen werden, damit es eine gewisse Zähigkeit erlangt. Man erwärmt es deshalb nach dem Abschrecken nochmals auf eine Temperatur, die unter der Glüh-temperatur liegt. Je wärmer es wird, um so mehr verliert der Stahl an Härtungs-kohle und um so weicher wird er. Dieses Erwärmen des schon gehärteten Stahls auf eine gewisse Temperatur nennt man Anlassen. Das Anlassen erfolgt auf verschiedene Weise.

1. Einfache Werkzeuge, wie Dreh- und Hobelstähle, Meißel, Stempel, Durchschläge usw. erhitzt man und schreckt nur die Schneide ab. Der hintere Teil der Werkzeuge besitzt dann noch genügend Wärme. Diese strömt allmählich nach der Schneide hin und führt ein Nachwärmen derselben herbei. Das Vordringen der Wärme erkennt man an den Anlaßfarben, die auf der blank geriebenen Schneide des Werkzeugs erscheinen. Ist die gewünschte Anlaßfarbe erreicht, so unterbricht man das Fortschreiten der Wärme durch Abkühlen in Wasser oder Öl.

Nachstehende Tabelle gibt die Anlaßfarbe für verschiedene Werkzeuge an:

Anlaßfarbe	Werkzeuge
Blaßgelb	Mehrwerkzeuge
Strohgelb	Dreh- und Hobelstähle, Meißel für harte Materialien
Goldgelb	Fräser, Reibahlen, Gewindebohrer
Purpur	Werkzeuge für Holzbearbeitung
Violett	Schrotmeißel, Gesteinbohrer
Hellblau	Federn
Dunkelblau	Hämmer, Döpper, Gesenke

2. Werkzeuge, wie Fräser, Reibahlen, Gewindebohrer, Spiralbohrer, Matrizen usw. schreckt man vollständig ab. Zum Anlassen wird ihnen dann die erforderliche Wärme in der Regel durch Kohlen- oder Gasfeuerung, Auflegen auf eine erhitzte Eisenplatte, heiße Luft usw. wieder zugeführt. Größere und wertvollere Werkzeuge bringt man zum Anlassen in erhitzte Öl-, Salz- oder auch Metallbäder. Ist die gewünschte Anlaßfarbe erreicht, so kühlt man in Wasser oder Öl ab.

Werkzeuge aus Schnellstahl brauchen nicht angelassen zu werden.

e) Zementstahl.

Nach den bisher besprochenen Verfahren wird der Stahl aus dem Roheisen gewonnen. Man kann jedoch auch aus Schmiedeeisen Stahl erzeugen, und zwar durch Zuführen von Kohlenstoff. Dieser Vorgang wird Zementieren genannt. Den erhaltenen Stahl bezeichnet man mit Zementstahl.

Das Zementieren vollzieht sich in folgender Weise: Flachstahlstäbe von 10 bis 20 mm Dicke und 50–100 mm Breite werden in feuerfesten Kästen zwischen zerkleinerter Holzkohle verpackt. Das Ganze wird in besonderen Öfen 8–12 Tage auf Rotglut erhitzt. Dadurch findet eine Wanderung des Kohlenstoffs aus der Holzkohle in das Eisen statt. Diese Wanderung setzt sich allmählich bis in das Innere der Stäbe fort. Sie verwandeln sich so in Stahl mit etwa 0,8–1,5% Kohlenstoffgehalt. Nach dem Erhitzen läßt man die Kästen mit ihrem Inhalt in 5–6 Tagen langsam erkalten.

Der so hergestellte Zementstahl wird meist noch verbessert. Er enthält nämlich Schlackenteile und sonstige Verunreinigungen, die entfernt werden müssen. Außerdem ist der Kohlenstoff nicht in allen Teilen gleichmäßig verteilt. Er erfordert eine Ausgleichung. Zu diesem Zweck vereinigt man mehrere Rohstäbe zu einem Paket oder einer Garbe. Dann werden sie auf Weißglut erhitzt und unter dem Schmiedehammer oder der Schmiedepresse bearbeitet. Hierdurch wird die Schlacke ausgepreßt, und der Kohlenstoff verteilt sich gleichmäßig. Zementstahl, der auf diese Weise verbessert wird, heißt auch Gärbstahl. Das Gärben wird jedoch nur dann angewandt, wenn zum Zementieren Schweißeeisen oder Schweißstahl benutzt wurde. Zementstahl aus Flußeisen wird nicht gegärbt, sondern durch Umschmelzen in Tiegeln gleichmäßiger gemacht (Tiegelstahl, S. 16).

Das Zementieren findet noch eine weitere Anwendung:

Maschinenteile, die starken Stößen und großem Verschleiß ausgesetzt sind, fertigt man nicht aus hartem Stahl, sondern aus Schmiedeeisen oder weichem Stahl an und zementiert sie. Solche Teile sind z. B. Kreuzkopfpapfen, Kurbelpapfen, Walzen, Automobilteile usw. Durch das Zementieren wird nur der äußeren Schicht Kohlenstoff zugeführt, wodurch diese Schicht härter wird. Der Kern bleibt weich und zähe. Solche Werkstücke brechen nicht so leicht, als wenn sie ganz aus Stahl angefertigt wären.

Zum Zementieren werden die Werkstücke in eisernen Kästen verpackt und mit einem Stoff umgeben, der kohlenstoffreich ist. Solche Stoffe sind: Holzkohle, Knochen-

kohle, Lederkohle. Die Kästen werden mit einem Deckel verschlossen und gut mit Lehm abgedichtet. Dann erhitzt man sie mehrere Tage auf Rotglut. Nachdem die Kästen aus dem Ofen geholt sind, läßt man sie langsam erkalten. Darauf werden die Werkstücke herausgenommen und gereinigt. Will man eine glasharte Oberfläche haben, so muß die zementierte Schicht noch gehärtet werden. Die Werkstücke werden dann nochmals auf Rotglut erhitzt und in einer Flüssigkeit abgekühlt (härten, S. 18). Einfache Teile bringt man sofort aus der Rotglut des Kastens in das Kühlbad.

Sollen kleinere Flächen, z. B. Kopf- und Druckenden von Schrauben zementiert werden, so kann man dies auch ohne Einpacken und Erhitzen in Kästen erreichen. Die Teile werden einfach auf Rotglut erhitzt und dann in ein Pulver von Blutlaugensalz (Kali) getaucht. Dann werden sie nochmals kurz erhitzt und abgedreht.

Zusammenfassung.

Die Abb. 9 zeigt noch einmal die ganzen Zusammenhänge aller besprochenen Vorgänge und ihrer Erzeugnisse: Erz, Koks und Zuschläge liefern unter Windzutritt

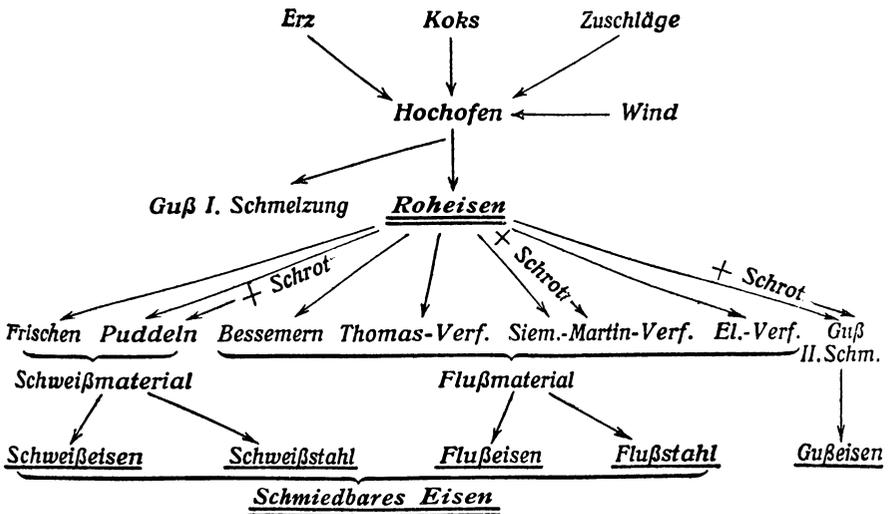


Abb. 9. Übersicht über die wichtigen Eisenarten.

im Hochofen das Roheisen. Von diesem wird ein kleiner Teil in die endgültige Form gegossen. Die große Masse wird aber umgewandelt a) im Puddelofen zu Schweißeisen und Schweißstahl, b) in der Birne, im Siemens-Martin-Ofen oder im elektrischen Ofen zu Flußeisen und Flußstahl, und schließlich c) im Kupolofen unter Zusatz von Schrot zu Gußeisen. (Vgl. S. 42.)

In folgenden Tabellen sind die wichtigsten Eigenschaften und Unterschiede für Gußeisen, Schmiedeeisen und Stahl übersichtlich zusammengestellt.

I.

Material	Kohlenstoffgehalt	Bruchfläche	Härte	Spez. Gewicht	Roß- und Handelsform
1. Gußeisen	ist hoch: 3—5 %	dunkelgrau und grobkörnig	große Härte	7,2	Roßeisenmasseln
2. Schmiedeeisen	ist niedrig: 0,05—0,5 %	hellgrau und feinkörnig	geringere Härte	7,9	Walzeisen: (Stach-, Vierkant-, Rundeseisen). Profileisen: Winkleisen, T-, I-, U-Eisen u. sw.
3. Stahl	ist höher als beim Schmiedeeisen: 0,5—1,5 %	hellgrau, sehr feinkörnig, samtartig	härtpbar	7,8	Werkzeugstahl: (Stach-, Vierkant-, Rundstahl). Maschinenstahl in Stäben, Knüppeln und Blöden

II.

Material	Schmelzbarkeit, Gießbarkeit	Verhalten bei Kaltbearbeitung	Verhalten bei Warmbearbeitung	Arbeitsstücke
1. Gußeisen	schmelzbar bei 1200°, leicht gießbar	ist spröde, zerspringt leicht, gibt beim Abdrehen feine, sandartige Späne	nicht schmiedbar, mit Hilfe des Schmiedefeuers nicht schweißbar	Riemscheiben, Zahnräder, Lager, Konsolen, Maschinenständer, Fundamentplatten u. sw.
2. Schmiedeeisen	schmelzbar bei 1600°, nicht gießbar	ist dehnbar, zerspringt nicht, gibt beim Abdrehen lange, gerollte Spähne	schmiedbar, schweißbar	Wellen, Bolzen, Schrauben, Muttern, Hebel u. sw.
3. Stahl	schmelzbar bei 1400°, gießbar	ist wenig dehnbar, gibt beim Abdrehen gerollte Späne	schmiedbar, schwer schweißbar	Werkzeuge: Meißel, Fräser, Durchschläge, Körner, Feilen, Bohrer, Gewindebohrer, Reibahlen, Drehstähle, Hobelstähle, Schnitt- und Stanzwerkzeuge, Scherenmesser Maschinenteile: Wellen, Kurbelwellen, Pleuelstangen, Schienen, Eisenbahnräder u. sw.

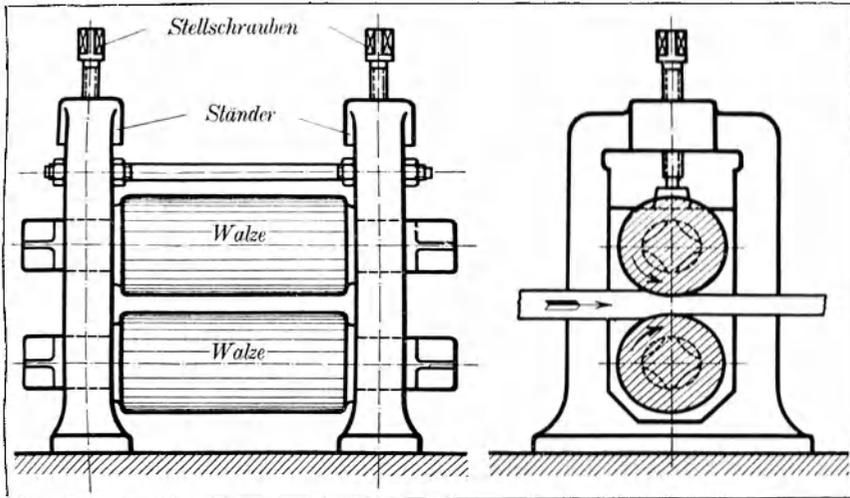


Abb. 10. Walzwerk.

5. Das Walzwerk.

a) Beschreibung und Wirkungsweise.

Die Eisen- und Stahlblöcke, wie sie durch das Bessemer-Thomas- oder Siemens-Martin-Verfahren gewonnen werden, sind für die Werkstätte noch nicht gebrauchsfertig. Sie müssen zunächst einer weiteren Bearbeitung unterworfen werden, damit sie eine zweckmäßige Form erhalten. Während Stahlblöcke meist durch Schmieden oder Pressen weiter bearbeitet werden, bringt man die Eisenblöcke in der Hauptsache durch Walzen auf die gewünschte Form.

Das Walzen geschieht in Walzwerken. Dies sind Maschinen, die im wesentlichen aus zwei oder drei Walzen bestehen, welche wagerecht übereinander liegen. Die Walzen sind aus Gußeisen oder Stahl hergestellt und in eisernen Ständern gelagert (Abb. 10).

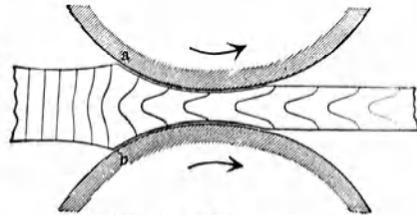


Abb. 10 a. Walzvorgang.

In der Regel stehen mehrere solcher Walzwerke nebeneinander. Sie werden von einer Kraftmaschine, z. B. einer Dampfmaschine, angetrieben. Die Dampfmaschine treibt eine Welle, auf der ein Zahnrad sitzt. Von diesem wird die Bewegung durch weitere Zahnräder auf die Walzen übertragen. Die einzelnen, nebeneinanderstehenden Walzwerke sind durch Kupplungen miteinander verbunden.

Das Eisen, welches gewalzt werden soll, erhitzt man auf helle Rotglut. Dann wird es zwischen die Walzen geschoben, welche sich in entgegengesetzter Richtung drehen. Infolge der Reibung zwischen den Walzen wird es erfaßt und zwischen ihnen hindurchgeführt (Abb. 10). Dadurch wird das Eisen zusammengedrückt und gestreckt (Abb. 10 a).

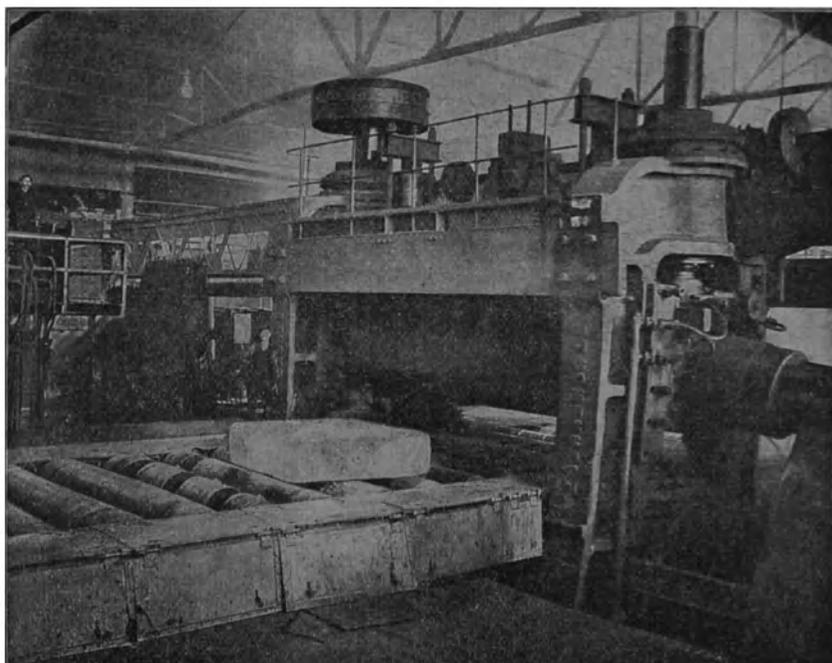


Abb. 10 b. Blechwalzwerk.

Zum Walzen von Blechen und Blöcken sind die Walzen glatt (Abb. 10 und Abb. 10 b). Sie haben dann zwischen sich einen Abstand, welcher der gewünschten Stärke entspricht. Der Abstand läßt sich durch Stellschrauben verändern.

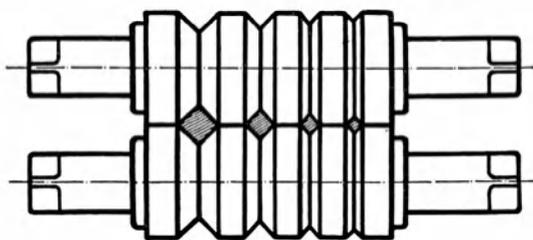


Abb. 11. Kaliber (offen).

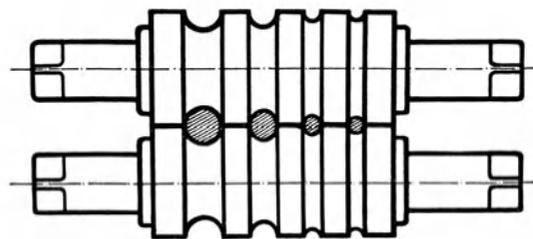


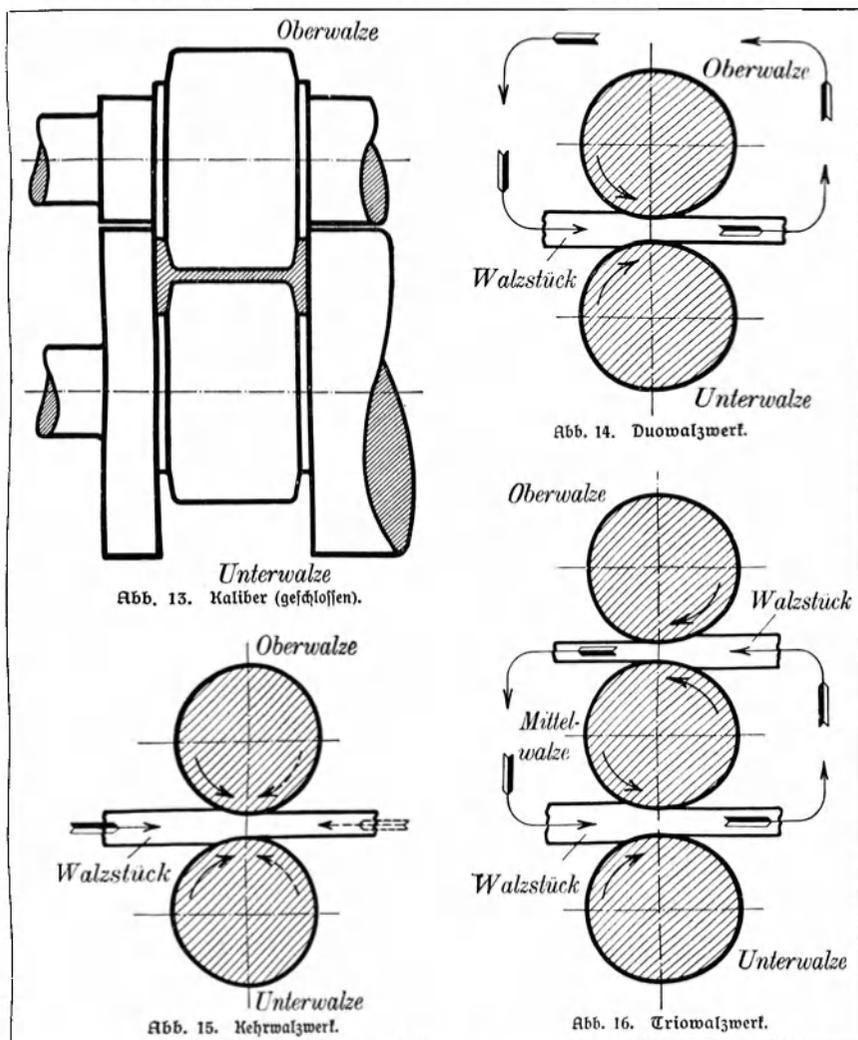
Abb. 12. Kaliber (offen).

Beim Walzen von Stab- und Profileisen benutzt man gefurchte Walzen. Die Furchen werden Kaliber genannt. Die Kaliber verjüngen sich stufenweise, bis die gewünschte Form erreicht ist (Abb. 11 u. 12). Man unterscheidet offene und geschlossene Kaliber. Die offenen Kaliber (Abb. 11 u. 12) öffnen sich an der Seite, wenn man die Walzen voneinander entfernt. Geschlossene Kaliber öffnen sich seitlich nicht, wenn die Walzen nur wenig voneinander entfernt werden. Abb. 13 zeigt ein geschlossenes I-Eisenkaliber.

b) Arten der Walzwerke.

Nach der Anordnung der Walzen unterscheidet man:

1. **Das Duowalzwerk** (Abb. 14). Es besteht aus zwei Walzen, einer Ober- und einer Unterwalze. Diese Anordnung ist die einfachste. Der Betrieb des Walzwerks wird jedoch dadurch umständlich, daß man das Walzstück nach jedem Durch-



gang über die Oberwalze hinwegheben muß. Man wendet daher das Duowalzwerk nur für leichtere Arbeiten an.

2. **Das Kehrwalzwerk** (Reversierwalzwerk, Abb. 15). Es ist ein Duowalzwerk, bei dem die Umlaufrichtung der Walzen nach jedem Materialdurchgang umgekehrt wird. Hierdurch kann das Walzstück auch von der Gegenseite durch die Walzen geschickt

werden, wodurch ein Hinwegheben über die Oberwalze fortfällt. Das Kehrwalzwerk wird zum Walzen schwerer Blöcke angewandt.

3. Das Triowalzwerk (Abb. 16). Es besteht aus drei Walzen. Die obere und untere Walze haben gleiche Drehrichtung, die mittlere läuft entgegengesetzt. Das Walzstück geht nun durch Unter- und Mittelwalze hindurch und dann durch Mittel- und Oberwalze zurück. Man hat auf diese Weise einen geringen Zeitverlust, da das Walzstück nur zu heben oder zu senken ist.

c) Erzeugnisse des Walzwerks.

Die Erzeugnisse des Walzwerks teilt man ein in Halb- und Fertigfabrikate. Halbfabrikate sind:

1. Brammen mit rechteckigem und Blöcke mit quadratischem Querschnitt. Sie dienen zur Herstellung von schweren Maschinenteilen, wie Kurbelwellen, Pleuelstangen, Schiffswellen usw.

2. Platinen von rechteckigem, mehr plattenförmigem Querschnitt. Man braucht sie ebenfalls zur Herstellung schwerer Maschinenteile.

3. Knüppel (Stäbe) von quadratischem Querschnitt, die zur Anfertigung von leichteren Maschinenteilen Verwendung finden.

Fertigfabrikate sind:

a) Stabeisen (Quadrat, Rund-, Flach-, Sechskanteisen usw.), b) Profileisen (L-, T-, I-, U-, Z-Eisen usw.), c) Schienen und Schwellen, d) Bleche, e) Draht, f) Röhre.

Zur Herstellung von Stabeisen, Profileisen, Schienen und Schwellen benutzt man meistens das Triowalzwerk.

Bleche werden im Duowalzwerk gewalzt. Die Walzen stellt man nach jedem Materialdurchgang etwas näher zusammen, bis die richtige Blechstärke erreicht ist. Bei einer Blechstärke von 5—40 mm heißen die Bleche Grobbleche. Bleche unter 5 mm Stärke nennt man Feinbleche. Beim Walzen von Feinblechen ist die Dickenabnahme gering, und die Walzen lassen sich nicht mehr genau genug verstellen. Dann doppelt man die Bleche; d. h. man legt 2, 4, 8 oder auch 16 Bleche aufeinander und walzt sie gemeinsam aus. Dünne Bleche werden ziemlich kalt gewalzt. Das warme Blech hat einen großen Materialverlust durch Abbrand. Durch das kalte Walzen werden die Bleche allerdings hart. Man glüht sie dann zwi- schendurch aus.

Draht wird aus Knüppeln bis zu einem kleinsten Durchmesser von 5 mm gewalzt. Draht von kleinerem Durchmesser wird mit Hilfe von Zieh-eisen gezogen (gezogener Draht). Das Zieh-eisen besteht aus einer Stahlplatte mit einer konischen Öffnung, durch die der Draht hindurchgezogen wird (Abb. 17). Dadurch wird der Durchmesser des Drahtes kleiner, und seine Länge nimmt zu. Man benutzt dann immer kleinere Zieh-eisen, bis die gewünschte Stärke des Drahtes erreicht ist.

Röhre werden auch durch Walzen hergestellt. Das bekann-

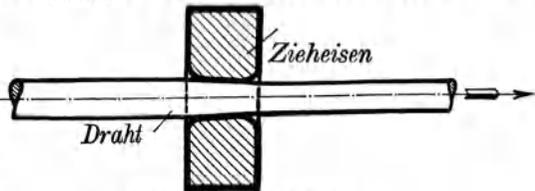


Abb. 17. Ziehen von Draht.

teste Verfahren hierfür ist das von Mannesmann. Mannesmannrohre sind nahtlose Rohre. Sie eignen sich für hohen Druck.

Außerdem findet die Herstellung von Rohren durch Ziehen statt. Zu diesem Zweck werden

Flacheisentreifen auf Rotglut erhitzt, durch ein Ziehisen gezogen und hierbei gerollt (Abb. 18). Die Breitedes Flach-

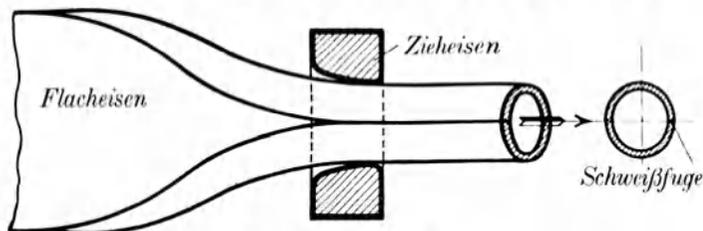


Abb. 18. Ziehen von Rohren.

eisens entspricht dem Umfange des gewünschten Rohres. In der entstehenden Längsnaht werden die Rohre zusammengeschnitten. Derartig hergestellte Rohre werden für Gasleitungen und ähnliche Zwecke gebraucht, wo sie einen geringen Druck auszuhalten haben.

B. Die Herstellung der Werkstücke.

1. Das Schmieden.

a) Allgemeines.

Die für eine Maschine erforderlichen Einzelteile oder Werkstücke werden teils durch Gießen in Formen, teils durch Schmieden hergestellt. Im ersteren Falle erhält man Gußstücke, im letzteren Schmiedestücke.

Zur Herstellung der Schmiedestücke dient das Schmiedeeisen. Es ist sehr dehnbar, d. h. es läßt sich durch entsprechende Bearbeitung in beliebige Formen bringen. Es gibt Metalle, die schon in kaltem Zustande sehr dehnbar sind, z. B. Blei. Schmiedeeisen ist zwar auch in kaltem Zustande dehnbar und läßt sich kalt biegen. In höherem Maße dehnbar wird es jedoch erst in warmem Zustande. Man erhitzt es deshalb zur Formgebung in der Regel auf helle Rotglut. Den Arbeitsvorgang hierbei nennt man Schmieden.

b) Vorrichtungen zum Erwärmen der Schmiedestücke.

Kleinere und mittlere Schmiedestücke werden im Schmiedefeuere erwärmt. Große Arbeitsstücke erwärmt man in einem sog. Schweißofen. Die feststehenden Schmiedefeuere sind je nach ihrer Anordnung:

1. Wandfeuer, die an einer Wand der Werkstatt angeordnet sind,
2. freistehende Feuer, die frei in der Werkstatt stehen. Sie haben den Vorteil, daß sie insbesondere bei sperrigen Arbeitsstücken leichter zugänglich sind. Eine besondere Art der freistehenden Feuer ist das Rundfeuer. Es hat seinen Namen nach der runden Bauart und ist besonders gut von allen Seiten zugänglich.

Die Herstellung der Werkstücke

Auf Montagen kommen bewegliche Schmiedefeuere zur Verwendung. Man nennt sie Feldschmieden.

Abb. 19 zeigt ein Wandfeuer, wie es in vielen Betrieben gebraucht wird. Die Hauptteile desselben sind: Der Herd oder die Esse, die Windzuführung und die Rauchgasableitung.

Der Herd wird entweder in Mauerwerk ausgeführt oder, wie Abb. 19 zeigt, in Gußeisen. Als Brennstoff wird in der Regel schwefelfreie, badende Steinkohle benutzt (Nuß III). Bei schweren Stücken verwendet man den festen Hüttentof. Zum Erwärmen von Werkzeugstahl sowie zum Lötten dient die Holzkohle.

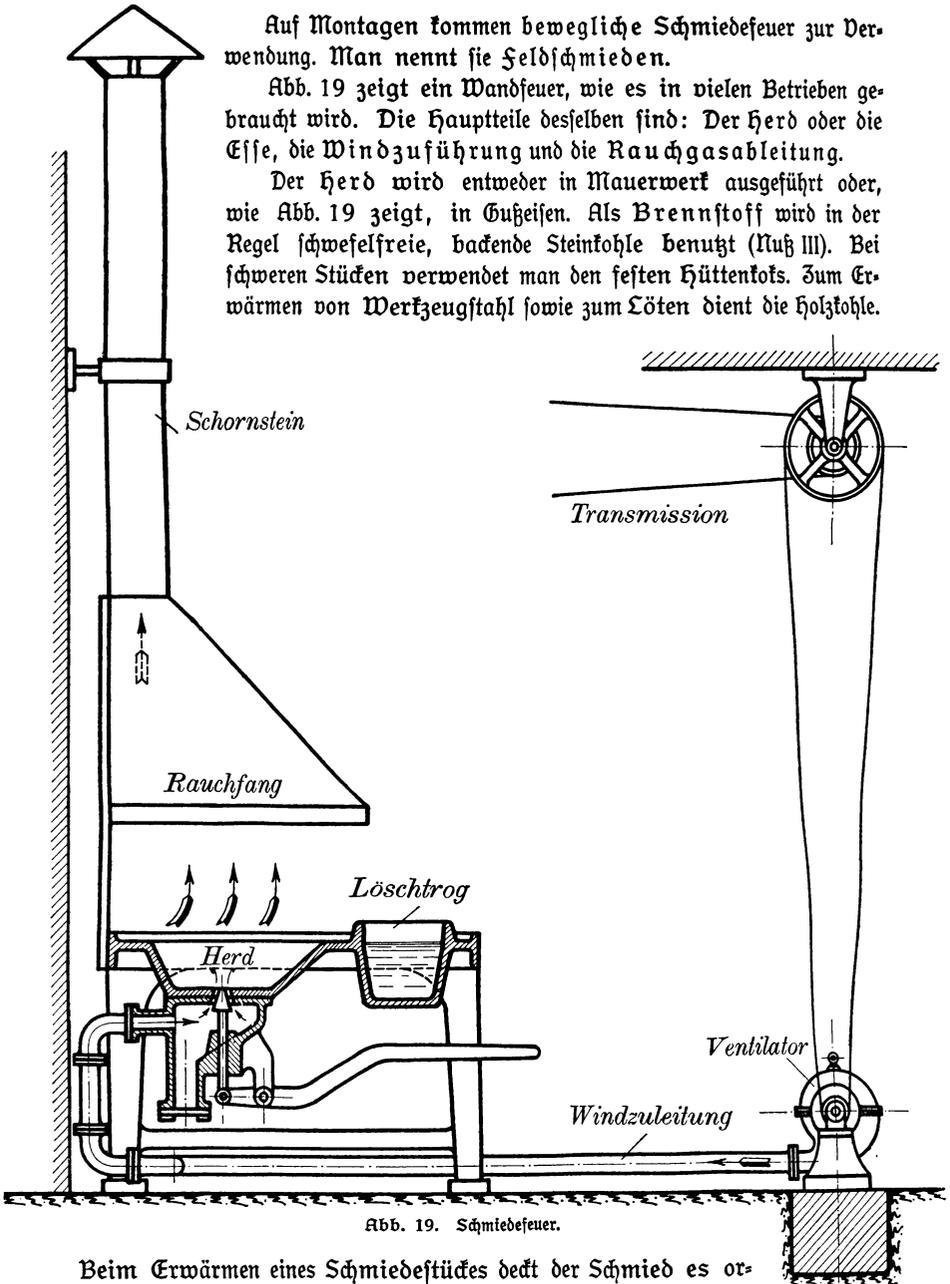


Abb. 19. Schmiedefeuere.

Beim Erwärmen eines Schmiedestückes deckt der Schmied es ordentlich mit Kohlen zu. Diese Kohlendecke muß er möglichst lange vor dem Verbrennen schützen, damit die Hitze im Innern des Feuers festgehalten wird. Er erreicht dies durch Aufspritzen von Wasser aus dem Löschtrog (Abb. 19).

Die Windzuleitung bringt dem Brennstoff den erforderlichen Wind (Sauerstoff). Dieser wird entweder durch einen Blasebalg, durch ein Kapselgebläse oder durch einen Ventilator (Abb. 19) erzeugt. In größeren Betrieben ist fast allgemein der Ventilator im Gebrauch. Den Blasebalg findet man nur noch in kleinen Werkstätten.

Der Rauchfang leitet die Gase durch einen Schornstein ins Freie. In größeren Schmieden werden die Rauchgase durch einen Exhaustor abgesaugt.

c) Die Werkzeuge zum Schmieden.

Die wichtigsten Werkzeuge zum Schmieden sind Hammer und Amboß. Mit dem Hammer werden Schläge ausgeführt. Dadurch wird eine Formveränderung des Schmiedestückes erzielt. Hämmer bis zu 2 kg Gewicht bezeichnet man als Handhämmer (Abb. 20), darüber hinaus bis zu 12 kg als Vorschlagshämmer. Man unterscheidet bei einem Hammer die Bahn und die Finne. Beide sind in der Regel aus Stahl hergestellt, während der mittlere Teil des Hammers aus Eisen besteht. Die Hammerbahn ist schwach gewölbt, um scharfkantige Eindrücke zu vermeiden. Die Finne ist eine gut abgerundete Schneide. Sie steht entweder rechtwinklig oder parallel zum Hammerstiel (Abb. 20 u. 21). Steht sie parallel zum Stiel, so heißt der Hammer Kreuzschlag (Abb. 21).

Der Hammer kann nur dann eine Wirkung ausüben, wenn das Werkstück auf einer festen Unterlage aufliegt. Diese feste Unterlage erhält es durch den Amboß (Abb. 22). Er besteht aus einem Eisenblock, der von oben gesehen eine rechteckige Form hat, an die sich in der Längsrichtung meistens zwei Hörner anschließen. Das eine ist viereckig, das andere ist rund. Auf einer Seite des Amboßes ist in der Regel ein sogenannter „Stauch“ oder „Stauchfloß“ für Staucharbeiten vorgesehen. Die obere Amboßfläche nennt man Amboßbahn. Bahn und Hörner sind verstärkt, damit sie nicht so leicht uneben werden. Die Bahn hat meistens eine viereckige Öffnung zum Einsetzen von Gesenktücken und eine runde Öffnung, die beim Lochen gebraucht wird. Der Amboß wird auf dem Amboßstod befestigt. Dieser besteht aus Eichenholz, Gußeisen oder Beton und ist etwa 1 m tief in die Erde eingelassen. Die Amboßbahn liegt in Arbeitshöhe, ungefähr $\frac{3}{4}$ m über der Werkstattsohle.

Außer Hammer und Amboß werden beim Schmieden noch folgende Werkzeuge gebraucht:

1. Die Zange (Abb. 23 bis 26). Sie dient zum Anfassen der Schmiedestücke. Das Maul der Zange hat eine Form, die sich dem jeweiligen Arbeitsstück anpaßt. Zum Festhalten des Arbeitsstückes wird vielfach ein Spannring über die Zangenschenkel geschoben. Dadurch läßt sich die Zange mit dem Schmiedestück leichter handhaben.
2. Die Gesenke (Abb. 27 u. 28). Sie bestehen aus Unter- und Obergesenk und dienen dazu, dem Schmiedestück eine bestimmte Form zu geben, z. B. eine runde oder eine viereckige Form. Durch die Benutzung der Gesenke wird das Werkstück sauber vorgearbeitet und eine Nacharbeit durch Drehen, Hobeln, Feilen usw. entweder überflüssig gemacht oder wenigstens verringert.

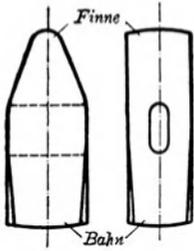


Abb. 20. Handhammer.

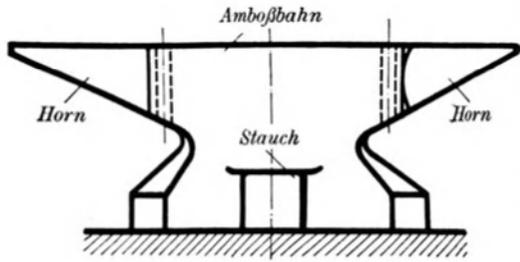


Abb. 22. Amboß.

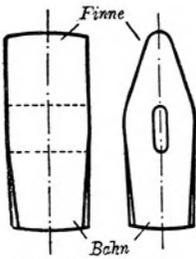


Abb. 21. Kreuzschlag.

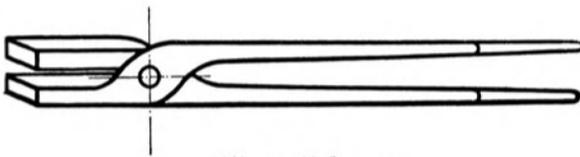
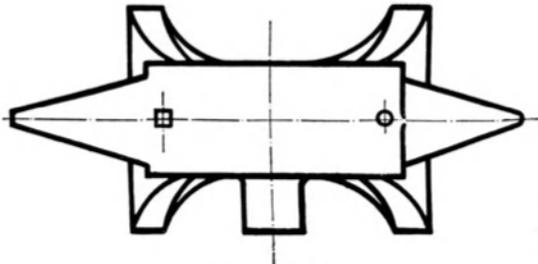


Abb. 23. Flachzange.

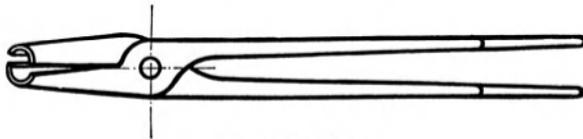


Abb. 24. Rundzange.

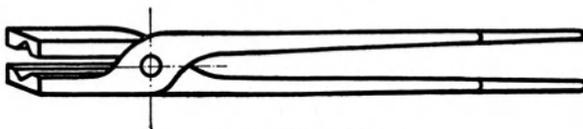


Abb. 25. Vierkantzange.

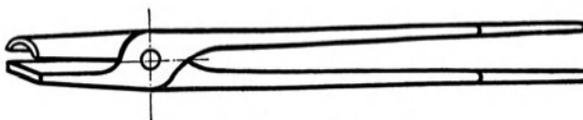


Abb. 26. Halbrundzange.

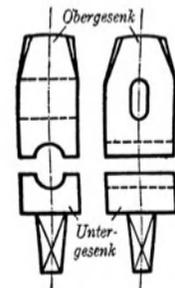


Abb. 27.

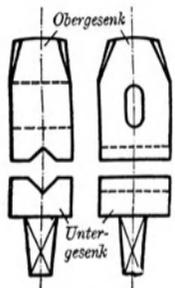


Abb. 28.

3. Der Seghammer und der Segstöß (Abb. 29 u. 30). Sie ermöglichen ein genaues Absetzen des Schmiedestückes an einer bestimmten Stelle.

4. Der Ballhammer (Abb. 31). Er wird zum Glätten von Hohlflehen, Ausrundungen u. dgl. benutzt.

5. Der Schlichthammer (Abb. 32). Er dient zum Schlichten größerer Flächen.

6. Der Schrotmeißel und der Abschrot (Abb. 33 u. 34).

Sie werden zum Abhauen der Werkstücke auf die erforderliche Länge gebraucht. Man unterscheidet Warm-Schrotmeißel und Kalt-Schrotmeißel. Ersterer hat eine ziemlich schlanke Schneide, letzterer ist kurz abgeschärft, damit er auf dem kalten Material besser hält.

7. Der Durchtreiber (Abb. 35 u. 36).

Der Durchtreiber ist entweder quadratisch oder rund. Er dient zum Lochen von Werkstücken in warmem Zustande. Hierbei wird eine gelochte Platte als Unterlage benutzt. Bei kleineren Lochungen dient oft der Amboß mit seiner runden oder quadratischen Öffnung als Unterlage.

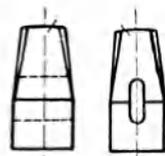


Abb. 29. Seghammer.

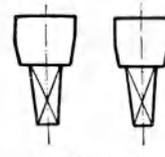


Abb. 30. Segstöß.

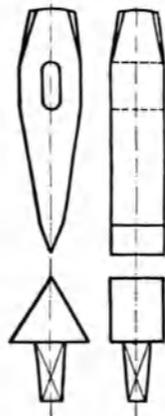


Abb. 33. Schrotmeißel. Abb. 34. Abschrot.

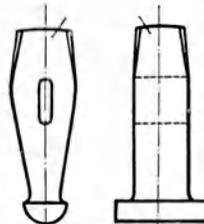


Abb. 31. Ballhammer.

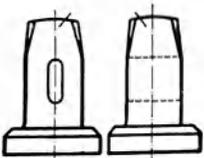


Abb. 32. Schlichthammer.

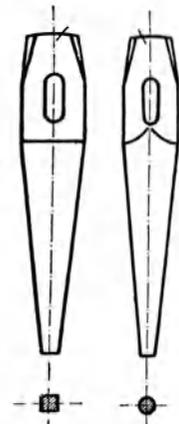


Abb. 35. Durchtreiber. Abb. 36. Durchtreiber.

d) Die wichtigsten Schmiedearbeiten.

Die Schmiedearbeiten werden meist von einem Schmied und von einem oder mehreren Zuschlägern ausgeführt. Sobald das Arbeitsstück genügend erhitzt ist, zieht der Schmied dasselbe aus dem Feuer heraus und legt es auf den Amboß. Dann beseitigt er durch Aufschlagen auf den Amboß, Schaben oder Abtragen die anhaftende Schlacke und den Hammerschlag. Zum Abtragen benutzt er den Handhammer oder ein besonderes Krageisen. Dann erfolgt die Bearbeitung auf dem Amboß. Der Schmied gibt mit dem Handhammer die Stelle an, auf die der Zuschläger schlagen soll. Schlägt der Schmied stark oder schwach, so muß auch der Zuschläger entsprechend zuschlagen.

Die wichtigsten Schmiedearbeiten sind:

1. Das Strecken (Abb. 37). Beim Strecken wird der Querschnitt des Werkstückes verringert und die Länge vergrößert. Der Schmied arbeitet hierbei meist mit der Hammerfinne, während der Zuschläger mit der Bahn des Vorschlaghammers zuschlägt.

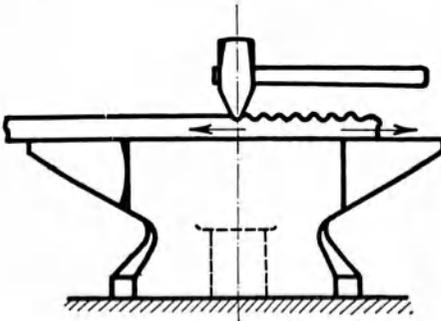


Abb. 37. Strecken.

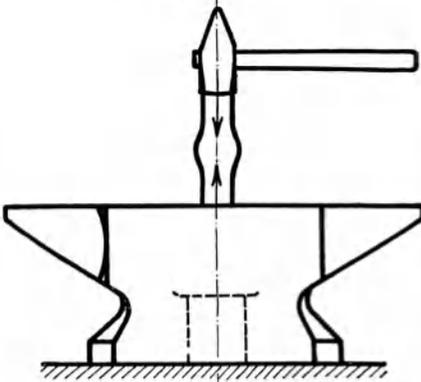


Abb. 38. Stauchen.

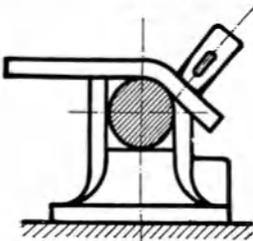


Abb. 39. Rollen.

2. Das Stauchen (Abb. 38).

Durch das Stauchen wird der Querschnitt des Werkstückes an einer bestimmten Stelle vergrößert. Die Länge verringert sich hierbei. Beim Stauchen wird das Arbeitsstück nur an der Stelle erhitzt, die verdichtet werden soll. Ist ein Schmiedestück etwas vom Ende entfernt zu stauchen, so kühlt man das miterhitzte Ende vorher im Wasser ab.

3. Das Rollen (Abb. 39).

Es erfolgt in der Regel auf dem Amböshorn.

4. Das Biegen (Abb. 40).

Scharfkantige Biegungen führt der Schmied an der Ecke des Ambosses aus. Hierbei setzt der Zuschläger den Vorschlaghammer auf, während der Schmied mit dem Handhammer die Biegungen vornimmt.

5. Das Absetzen (Abb. 41 u. 42).

Hat der Schmied einen zweiseitigen Absatz herzustellen, so legt er das erhitzte Stück auf die Amböskante oder auf den Setzstoß und setzt den Setzhammer auf (Abb. 41). Der Zuschläger schlägt mit dem Vorschlaghammer auf den Setzhammer, wodurch ein Absetzen erreicht wird. Ist das Arbeitsstück nur einseitig abzusetzen, so genügt ein Auflegen auf die Amböskante. Der Setzhammer ist dann nicht notwendig (Abb. 42).

6. Das Abschrotten (Abb. 43).

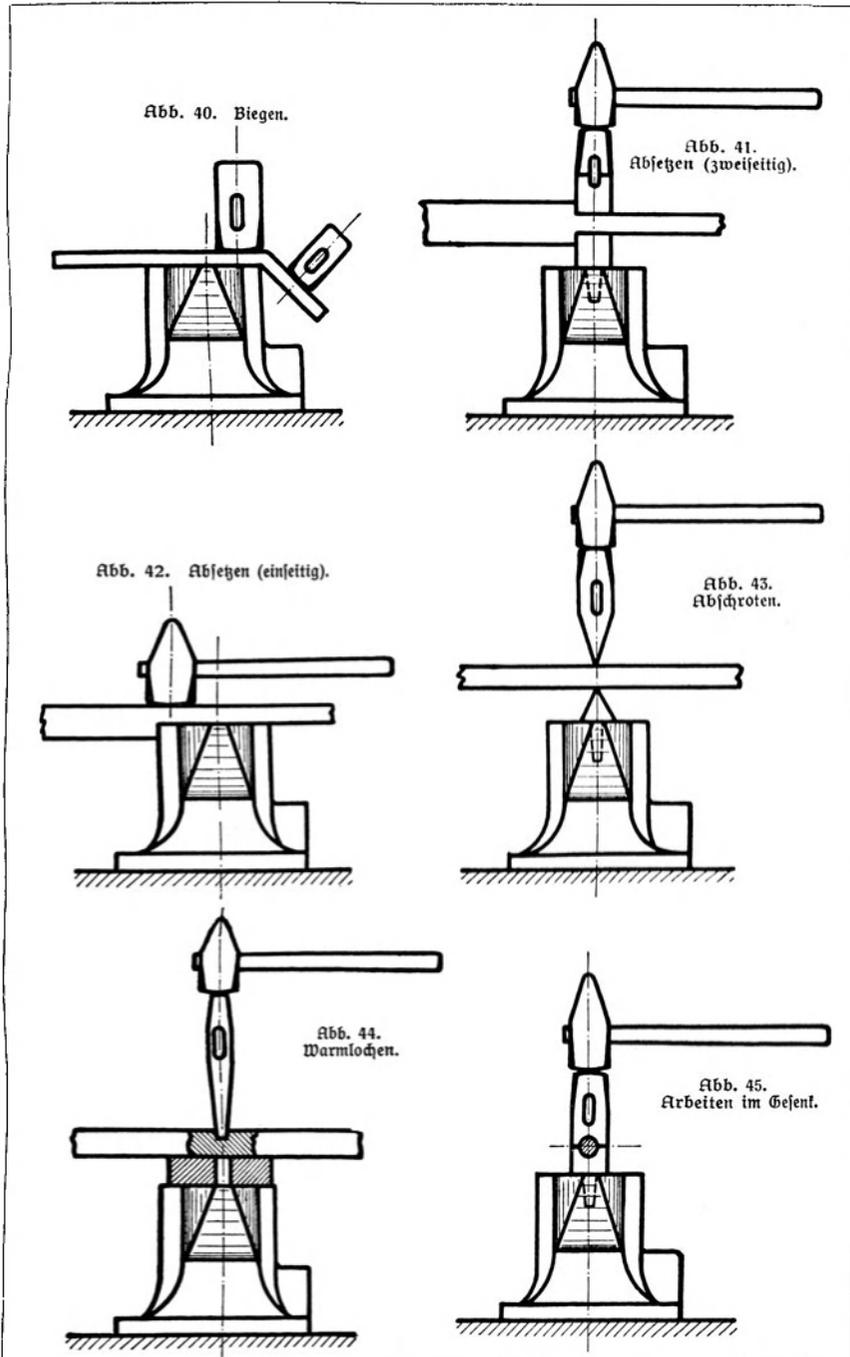
Der Abschrot wird in den Amböf eingesetzt.

Die Stelle, an der das Schmiedestück getrennt werden soll, legt der Schmied auf den Abschrot und setzt den Schrotmeißel auf. Durch den Vorschlaghammer wird dann das Abschrotten herbeigeführt.

7. Das Warmlöchen ist in Abb. 44 dargestellt.

8. Das Arbeiten in Gefenken zeigt Abb. 45.

9. Das Schweißen. Unter Schweißen versteht man die Verbindung zweier Schmiedestücke in großer Hitze. Es ist eine der wichtigsten Schmiedearbeiten. Nicht alle Metalle lassen sich schweißen. Schmiedeeisen und Stahl lassen sich gut schweißen.



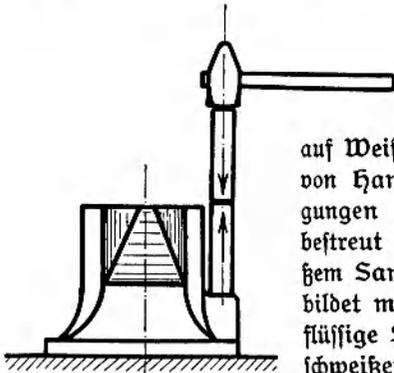


Abb. 46. Stumpfe Schweißung.

Beim Schweißen geht der Schmied folgendermaßen vor:

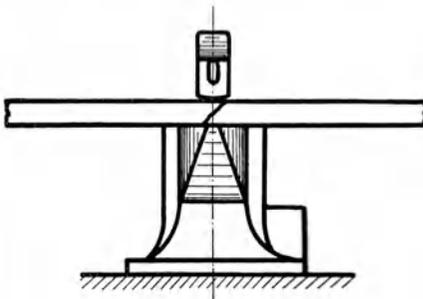
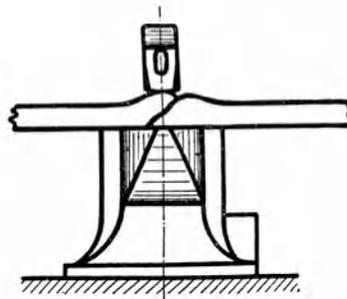
Die beiden zu schweißenden Stücke werden im Schmiedefeuer auf Schweißhitze, d. h. auf Weißglut gebracht. Hierbei bildet sich eine Schicht von Hammerschlag (Zunder) und sonstigen Verunreinigungen auf dem Eisen, die entfernt werden muß. Man bestreut das erhitzte Eisen deshalb mit reinem, weißem Sand oder einem besonderen Schweißpulver. Dieses bildet mit dem Zunder und den Verunreinigungen eine flüssige Schlacke. Der Schmied nimmt nun die beiden zu schweißenden Stücke schnell aus dem Feuer und schlägt sie auf das Ambosshorn auf. Dadurch fließt die etwa am

Eisen hängende Schlacke ab. Hiermit sind die Verunreinigungen entfernt und die Schweißstellen metallisch rein. Dann legt der Schmied die beiden Teile passend auf die Ambosshorn und fügt sie durch schnelle, leichte Schläge zusammen. Das fertige Stück darf von einem aus dem Vollen geschmiedeten nicht zu unterscheiden sein.

Man hat verschiedene Arten der Schweißung, und zwar:

a) Die stumpfe Schweißung (Abb. 46). Die beiden Schweißenden werden stumpf gegeneinander gelegt. Durch Schläge in der Längsrichtung vereinigt man die beiden Endflächen. Die Schweißung ist einfach, jedoch wegen der geringen Ausdehnung der Schweißfuge wenig haltbar.

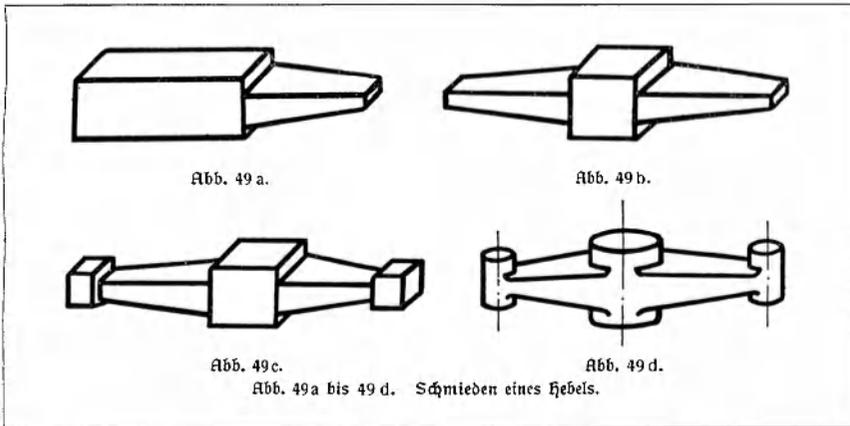
b) Die Schweißung mit Feder (Abb. 47). Hierbei werden die beiden Schweißenden vor dem Schweißen schräg angeschärft. Dadurch bekommt die Schweißfuge eine größere Anhaftungsfläche. Die Schläge erfolgen bei dieser Schweißung senkrecht zur Längsrichtung des Stabes. Hierbei verringert sich der Querschnitt an der Schweißstelle, was ein Nachteil ist.

Abb. 47.
Schweißung mit Feder.Abb. 48.
Schweißung mit Feder und Stauung.

c) Die Schweißung mit Feder und Stauchung (Abb. 48). Die Stabenden werden vor dem Schweißen angestaucht und schräg angeschärft. Durch das Anstauchen verhütet man die Verringerung des Querschnitts an der Schweißstelle. Diese Art der Schweißung wird meistens angewandt.

e) Arbeitsbeispiele.

Ein Hebel nach Abb. 49 d läßt sich folgendermaßen schmieden. Das Eisen wird zunächst abgelängt. Dann werden die beiden Seiten abgesetzt (Abb. 49 a u. b).



Hierauf werden die Arme weiter gelängt, die Endnaben abgesetzt (Abb. 49 c) und schließlich die Naben rund geschmiedet (Abb. 49 d). Man kann auch das rohe Stück (Abb. 49 c) in ein etwa vorhandenes passendes Gesenk bringen (Abb. 50) und schmieden. Man muß dann aber noch den Grat entfernen, was man entweder mit dem Schrotmeißel oder in einem besonderen Abgratgesenk (Abb. 51) vornehmen kann. Sind die Arme des Hebels lang, so werden sie angeschweißt. Sind die Naben hoch, so werden sie nach Abb. 52 besonders aufgeschweißt.

Eine Öse (Abb. 53) an einem Stangenende kann man entweder nach Abb. 53 a durch Biegen über einen Dorn und Schweißen unter Verwendung eines Füllstückchens herstellen oder nach Abb. 53 b anfertigen, indem man zunächst den Ring schmiedet und die Stange anschweißt.

Abb. 54 a bis d zeigen die Arbeitsgänge beim Schmieden einer

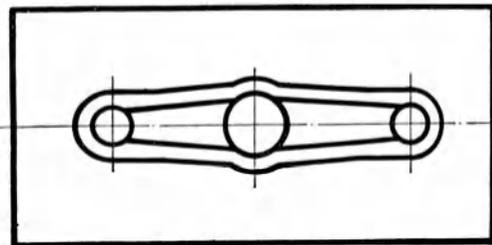
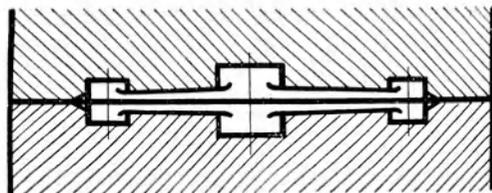


Abb. 50. Schmieden eines Hebels im Gesenk.

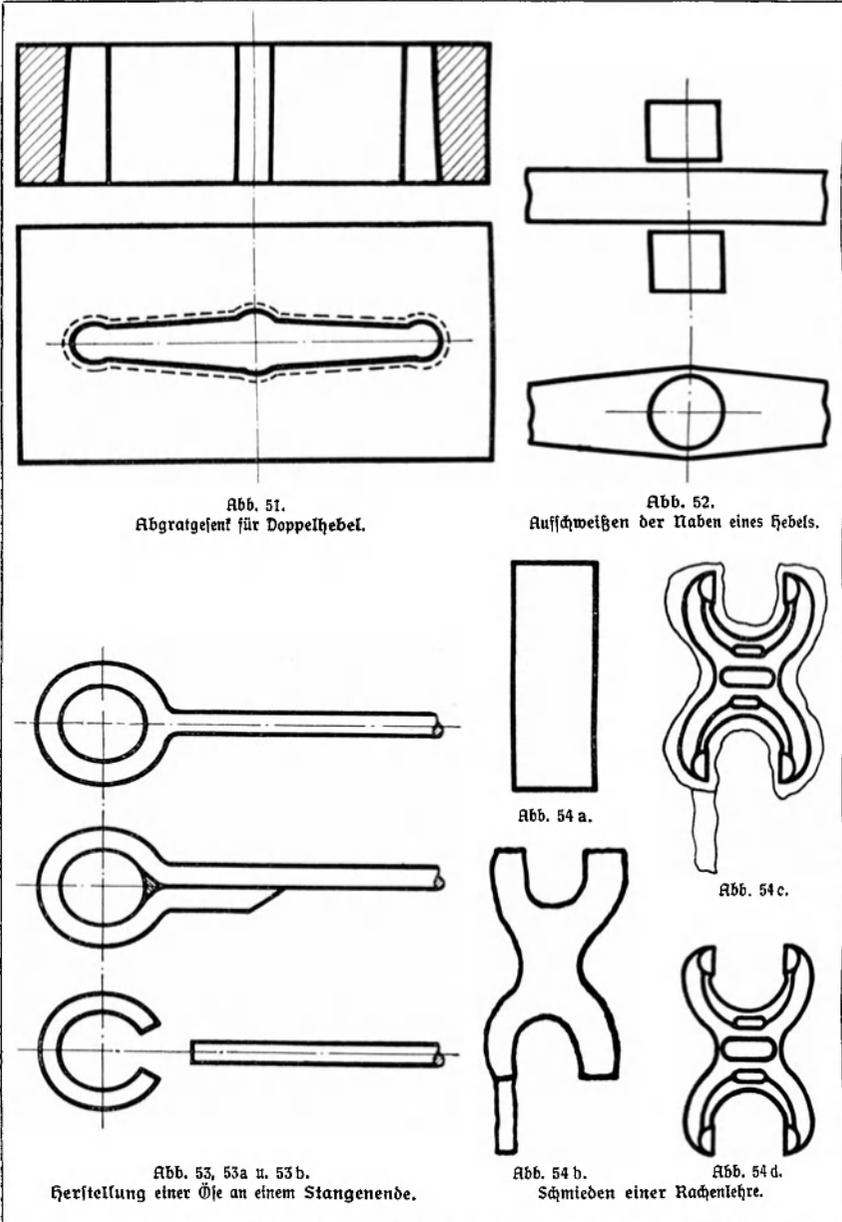


Abb. 51.
Abgratseisen für Doppelhebel.

Abb. 52.
Aufschweißen der Naben eines Hebels.

Abb. 53, 53a u. 53b.
Herstellung einer Öse an einem Stangenende.

Abb. 54 a.

Abb. 54 c.

Abb. 54 b.

Abb. 54 d.

Schmieden einer Rachenlehre.

Rachenlehre, und zwar Abb. 54 a das abgelängte Stahlstück, Abb. 54 b das geschlichte und roh vorgeschmiedete Stück, Abb. 54 c das Stück, wie es aus dem Ofen kommt, Abb. 54 d das abgegratete fertige Schmiedestück.

f) Die Maschinenhämmer und die Schmiedepressen.

Bei der Herstellung schwerer Schmiedestücke reicht der Hand- und Vorschlaghammer nicht aus. Man benutzt dann entweder Maschinenhämmer oder Schmiedepressen zum Schmieden. Sie finden jedoch auch bei der Bearbeitung kleinerer Schmiedestücke Anwendung, um dieselben billiger herstellen zu können.

Maschinenhämmer sind z. B.: Stielhämmer, Fallwerke, Federhämmer, Luft-hämmer und Dampfhammer. Die vier ersteren erhalten ihren Antrieb von einer Transmiffion her. Der Dampfhammer wird durch Dampfdruck betätigt.

Sämtliche Hämmer wirken durch das Fallgewicht eines hammerbaren. Dadurch werden insbesondere bei großen Hämmern starke Erschütterungen in der Umgegend des Hammers hervorgerufen. Bei schweren Arbeitsstücken benutzt man heute fast allgemein die Schmiedepressen.

Sie verursachen im Gegensatz zu den Hämmern fast keine Erschütterungen. Beim Schmieden wird der hammerbar der Presse langsam auf das Arbeitsstück gesenkt. Erst dann gibt man den eigentlichen Preßdruck. Es findet also ein Pressen oder Drücken des Materials statt, im Gegensatz zu den harten Schlägen des Hammers. Der Preßdruck wird durch hohen Wasserdruck hervorgerufen. Der Wasserdruck schwankt je nach der Bauart der Presse zwischen 100—500 Atm. (1 Atm. = 1 kg Druck auf 1 qcm). Für die Größe der Presse ist der Preßdruck maßgebend. Man baut Pressen von etwa 100 t bis 10000 t Preßdruck.

Man unterscheidet dampfhydraulische und rein hydraulische Schmiedepressen. Die dampfhydraulische Schmiedepresse besteht in der Hauptsache aus der eigentlichen Presse und einem Dampf-Treibapparat (Drucküberseher). Der Drucküberseher dient zur Erzeugung des hohen Wasserdruckes.

Bei der rein hydraulischen Schmiedepresse wird der erforderliche Wasserdruck in besonderen Hochdruckpumpen erzeugt. Der Dampftreibapparat fällt hier fort.

g) Beobachtungen beim Schmieden.

Je reiner das Schmiedeeisen ist, um so besser läßt es sich schmieden. Nimmt der Kohlenstoffgehalt zu, so nimmt die Schmiedbarkeit ab. Enthält das Schmiedeeisen viel Silizium, so läßt es sich schlecht schmieden. Viel Manganerhalt erhöht die Schmiedbarkeit. Ein hoher Phosphorgehalt macht das Eisen kaltbrüchig, d. h. es bricht leicht in kaltem Zustande. Beim Schmieden in rotwarmem Zustande übt Phosphor keinen Einfluß aus. Ein hoher Schwefelgehalt wirkt besonders ungünstig auf das Schmiedeeisen. Er macht das Eisen rotbrüchig. Wird schwefelhaltiges Eisen bei dunkler Rotglut geschmiedet, so bricht es in Stücke. Sind viel Schlackenteile im Schmiedeeisen enthalten, so bilden sich beim Schmieden leicht Risse. Dies nennt man Faulbruch. Wird das Eisen bei einer Temperatur von etwa 400° C bearbeitet, so bricht es leicht. Da diese Temperatur der blauen Anlaßfarbe entspricht, bezeichnet man dies als Blaubruch.

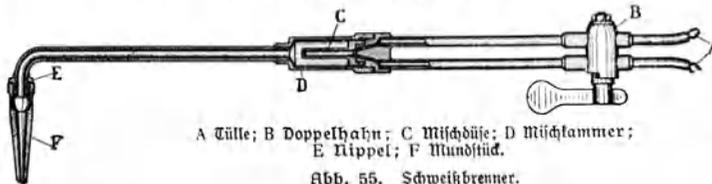
2. Das autogene Schweißen und Schneiden.

Neben dem Schweißen, wie es der Schmied mit Hilfe des Schmiedefeuers ausführt, wird im Maschinenbau das autogene Schweißen angewandt. Hierbei erfolgt die Verbindung der Schweißstücke mit Hilfe einer Gasstichflamme. Diese wird durch einen Schweißbrenner in geringem Abstände über die Schweißfuge geführt. Durch die dabei entstehende hohe Wärme kommt die Schweißstelle allmählich auf Schweißhitze. Es findet ein Zusammenschmelzen der Teile statt. Etwa entstehende Lücken werden durch geschmolzenen Eisendraht ausgefüllt.

Man unterscheidet verschiedene Arten der autogenen Schweißung, und zwar:

a) Die Wasserstoff- und Sauerstoffschweißung.

Bei dieser Art der Schweißung wird die erforderliche Stichflamme mit Hilfe von Wasserstoff- und Sauerstoffgas erzeugt. Beide Gase werden in Stahlflaschen geliefert. Sie stehen unter einem Druck von etwa 150 Atm. und kommen so in die Werkstatt. Zum Schweißen benötigt man zunächst zu jeder Flasche ein Reduzierventil. Es dient dazu, die hochgespannten Gase auf einen geringeren



A Tülle; B Doppelhahn; C Mischdüse; D Mischkammer;
E Nippel; F Mündstück.

Abb. 55. Schweißbrenner.

Arbeitsdruck (etwa 0,2 bis 1,5 Atm.) zu bringen.

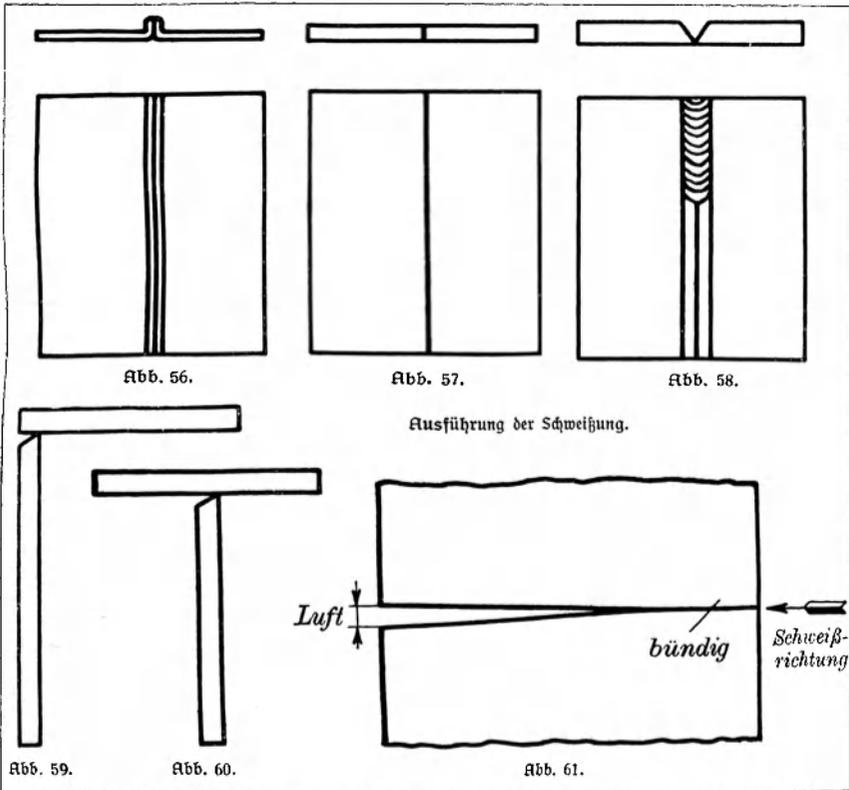
Außerdem ist noch ein Sicherheitsventil

angebracht, welches auf den zulässigen Arbeitsdruck eingestellt ist. Von dem Reduzierventil jeder Flasche führt ein Gummischlauch zum Schweißbrenner Abb. 55. Hier gelangen die Gase durch zwei getrennte Leitungen in eine Mischkammer. Durch einen Hahn können die beiden Leitungen gleichzeitig abgesperrt werden. Bei geschlossenem Hahn brennt eine kleine Wasserstoffzündflamme weiter. Zum Schweißen von Eisen ist ein Gemisch von 1 Teil Sauerstoff und 4 Teilen Wasserstoff notwendig. Dieses Gemisch tritt am Brennermündstück aus und wird angezündet. Die hierdurch entstehende Stichflamme ergibt eine Hitze von etwa 2000° C. Bei dieser Temperatur wird das Eisen flüssig, so daß ein Zusammenschweißen stattfindet. Bis zu 10 mm Blechstärke ist dieses Schweißverfahren sehr vorteilhaft. Für dickere Bleche genügt die Temperatur der Stichflamme nicht.

b) Die Acetylen- und Sauerstoffschweißung.

Hier wird die Stichflamme durch Acetylen und Sauerstoff erzeugt. Kalkstein und Kohle, in einem elektrischen Ofen zusammengeschmolzen, ergeben Karbid.

Berieselt man Karbid mit Wasser, so entwickelt sich Acetylen gas (Fahrradlaterne). Dieses leitet man in Sammelbehälter. Der Schweißbrenner hat ebenfalls zwei getrennte Leitungen. Das Sauerstoffgas kommt von einer Stahlflasche und tritt unter



Druck aus der einen Leitung aus. An die andere Leitung ist das Acetylen gas angeschlossen. Im Sammelbehälter herrscht jedoch ein geringer Druck, so daß das Acetylen gas nicht ohne weiteres zum Brenner strömen kann. Das Sauerstoffgas, welches unter Druck aus einer Düse im Innern des Brenners austritt, übt eine Saugwirkung aus. Dadurch wird Acetylen gas angefaugt und mitgerissen. In der Mischkammer findet eine Mischung der beiden Gase statt. Dieses Gemisch tritt am Brennermündstück aus und wird hier angezündet. Die so erzeugte Stichtflamme hat eine Temperatur von etwa 3000°C . Sie ermöglicht das Schweißen von Blechstärken bis zu 30 mm.

c) Die Wassergasschweißung.

Bei dieser Schweißung wird durch sogenanntes Wassergas die erforderliche Stichtflamme erzeugt. Das Wassergas wird in besonderen Anlagen gewonnen. Die Kosten für derartige Anlagen sind jedoch sehr hoch, so daß Wassergasschweißung nur für Groß- und Spezialbetriebe in Frage kommt.

d) Die elektrische Schweißung.

Hier wird die zum Schweißen notwendige Hitze mit Hilfe des elektrischen Stromes erzeugt. Die elektrische Schweißung findet keine große Anwendung.

e) Ausführung der Schweißung.

Die Ausführung der Schweißung ist nach der Stärke des Materials, welches geschweißt werden soll, verschieden.

Sind dünne Bleche bis zu 1 mm zu schweißen, so bördelt man die Schweißanten etwa 3 mm hoch um (Abb. 56). Durch diese Umbördelung fällt das Zugeben von Schweißmaterial fort.

Bis zu einer Blechstärke von etwa 4 mm kann man die Schweißanten stumpf gegeneinanderstoßen (Abb. 57). Zum Füllen der entstehenden Lücken beim Schweißen verwendet man dann Schweißdraht aus schwedischem Holzkohleneisen.

Für stärkere Bleche als 4 mm ist es nötig, die Schweißanten abzuschrägen, so daß eine Rille entsteht (Abb. 58). In dieser Rille kann die Stichflamme besser bis auf den Grund wirken. Damit die Schweißnaht nicht schwächer wird als das übrige Material, schmilzt man den Schweißdraht tropfenweise in die Rille ein. Hierbei muß jeder flüssige Drahttropfen auf flüssiges Material in der Rille treffen.

Stehen die Bleche im Winkel zueinander, so werden die Blechanten nach Abb. 59 und 60 abgescrägt. Dünne Bleche sind an der Stoßfuge nicht auf der ganzen Länge hündig zu legen, sondern nur am Anfang der Schweißung. Am anderen Ende muß man der Stoßfuge einige Millimeter Luft geben (Abb. 61). Durch die Einwirkung der Wärme verzieht sich das Blech nämlich etwas. Würde man an dem einen Ende keine Luft geben, so legten sich die beiden Blechstücke hier übereinander.

f) Das autogene Schneiden.

Im Gegensatz zum autogenen Schweißen steht das autogene Schneiden. Durch dieses Verfahren ist man in der Lage, Werkstücke schnell und sauber abzuschneiden. Man benutzt hierzu einen Schneidbrenner (Abb. 62). Er arbeitet entweder mit Wasserstoff und Sauerstoff oder mit Acetylen und Sauerstoff.

Soll ein eiserner Gegenstand abgeschnitten werden, so erwärmt man eine kleine Stelle mit Hilfe der Stichflamme auf hellrotglut. Der Schneidbrenner arbeitet hierbei wie ein Schweißbrenner. Dann stellt man den Schneidbrenner durch Ventile um, so daß nur noch reiner Sauerstoff am Brennermundstück austritt. Diesen Sauerstoffstrahl hält man auf die vorher erhitzte

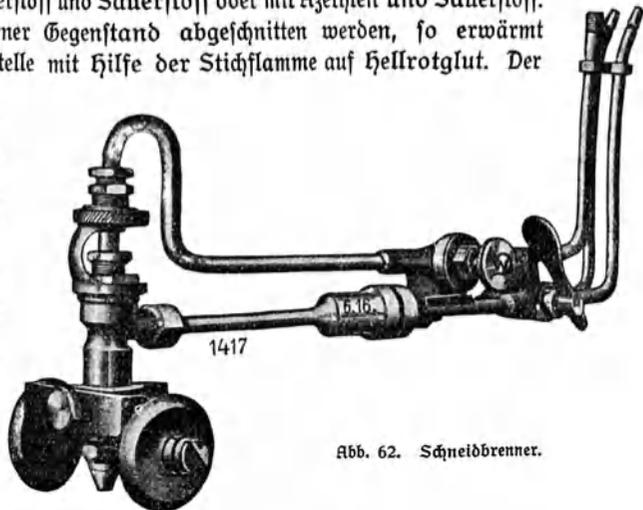


Abb. 62. Schneidbrenner.

Stelle. Sofort verbrennt das Eisen an dieser Stelle und wird durchschnitten. Führt man nun den Schneidbrenner langsam weiter, so findet ein weiteres Verbrennen des Eisens statt. Das Material wird auf diese Weise allmählich durchschnitten. Je nach der Führung des Brenners lassen sich gerade Linien und auch Kurven schneiden. Das autogene Schneidverfahren wird im Maschinenbau viel angewandt, insbesondere zum Ausschneiden von Mannlöchern bei Dampfkesseln, Ausklinken von Profilleisen, Abschneiden von verlorenen Köpfen und Gießtrichtern bei Gußstücken, Zugschneiden von Blechen usw. Werkstücke von 250 mm Stärke und mehr lassen sich noch durchschneiden.

3. Die ThermitSchweißung.

Neben der autogenen Schweißung wird auch vielfach das Schweißen mit Thermit angewandt. Thermit besteht aus einem Gemisch von Eisenoxyd und Aluminium. Entzündet man dieses Gemisch, so brennt es mit einer Temperatur von etwa 3000°C. Hierbei bildet sich flüssiges, schmiedbares Eisen und eine Schlacke. Das Schweißen mit Thermit erfolgt auf folgende Weise:

Die Schweißstellen werden zunächst sauber gemacht, so daß sie metallisch rein sind. Dann preßt man sie mittels eines Klemmapparates fest gegeneinander. Die Schweißstelle umgibt man mit einer Gießform. In diese Form gießt man nun das flüssige Thermit. Die in dem Thermit enthaltene Wärme genügt, um die Schweißfuge auf Schweißhitze zu bringen. Ist die Schweißhitze erreicht, so zieht man mit Hilfe des Klemmapparates die Schweißstellen nochmals fest gegeneinander. Dadurch findet eine innige Verbindung statt, so daß die Schweißstücke nach dem Erkalten fast dieselbe Festigkeit aufweisen wie ein nicht geschweißtes Stück.

Das Thermitverfahren findet Anwendung zum Schweißen von Werkstücken aus Schmiedeeisen, Stahlguß und Gußeisen. Insbesondere wird es bei Reparaturen, z. B. Schweißen eines Maschinenständers, einer Grundplatte, einer Welle u. dgl., benutzt. Man ist dadurch in der Lage, Betriebsstörungen schnell zu beheben. Ferner dient es neuerdings zum Schweißen der Stoßstellen von Eisen- und Straßenbahnschienen.

4. Das Gußeisen.

a) Gewinnung des Gußeisens.

Das im Hochofen gewonnene Roheisen ist sehr dünnflüssig. Man benutzte es früher zum Gießen und erhielt damit sogenannte Gußstücke. Das hierzu verwendete Roheisen bezeichnete man als Gußeisen. Es wurde jedoch nur zur Herstellung einfacher Gußstücke wie Wasserleitungsrohre, Kaminplatten, Ofenplatten für Zimmeröfen usw. gebraucht.

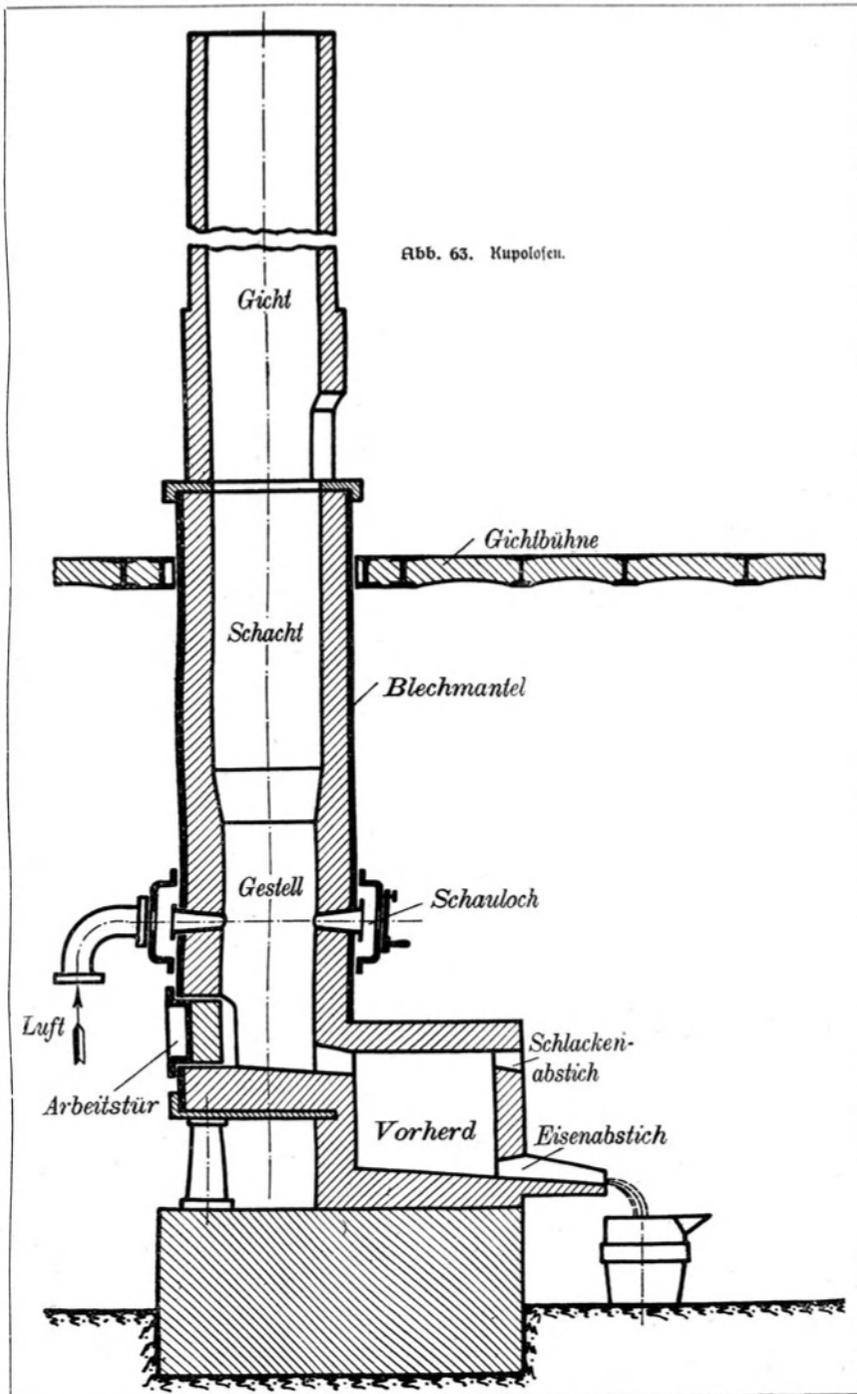
Die gewaltige Entwicklung unserer Industrie erfordert aber jetzt die verschiedenartigsten Gußstücke. Sie müssen eine große Festigkeit haben und sich leicht bearbeiten lassen. Das im Hochofen gewonnene Roheisen genügt diesen Anforderungen nicht. Es muß durch Umschmelzen und Mischen in ein brauchbares Gußeisen verwandelt

werden. Man versteht daher heute unter Gußeisen ein Roßeisen, welches nochmals umgeschmolzen worden ist. Hierzu benutzt man den Kupolofen (Abb. 63).

Er ist ein zylindrischer Schachtofen von etwa 1 m Durchmesser und einer Höhe von ungefähr 6 m. Man unterscheidet beim Kupolofen, ähnlich wie beim Hochofen: die Gicht mit der Gichtbühne, den Schacht und das Gestell. Vielfach hat der Kupolofen anschließend an das Gestell noch einen sogenannten Vorherd (Abb. 63). Der Ofen ist aus feuerfestem Material (Schamottesteinen) gemauert und zur Verstärkung mit einem Blechmantel umgeben. Von der Gichtbühne aus wird der Kupolofen beschickt. Abwechselnd erhält er eine Gicht Eisen mit Zuschlag und eine Gicht Brennstoff. Als Eisen verwendet man Roßeisen und Gußschrot vermischt. Schmiedeeisenabfälle werden nicht verwandt. Durch diese Mischung wie auch durch besondere Auswahl des Roßeisens hat man es in der Hand, weiches oder hartes Gußeisen zu erzeugen. Bei überwiegendem grauen Roßeisen und wenig Gußschrot erhält man ein weiches Gußeisen. Es ist genügend fest und läßt sich leicht bearbeiten. Dies sind die Eigenschaften, die man an die meisten Gußstücke stellt. Daher wird im Kupolofen in der hauptsache graues Roßeisen verarbeitet. Es kommt als Gießereiroßeisen in den Handel und wird teurer bezahlt als anderes Roßeisen. Nimmt man viel Gußschrot, so erhält man ein hartes, schwer zu bearbeitendes Gußeisen. Man verwendet es für besondere Gußstücke, z. B. Hartgußwalzen. Als Zuschlag benutzt man Kalkstein. Er verbindet sich mit der Asche, die sich bei der Verbrennung bildet, zu einer flüssigen Schlacke. Außerdem wird der im Brennstoff enthaltene Schwefel von der Schlacke aufgenommen. Als Brennstoff verwendet man ähnlich wie beim Hochofen Koks.

Um eine gute Verbrennung zu erzielen, führt man dem Ofen durch Düsen, die im Gestell angebracht sind, gepresste Luft zu. Sie wird durch ein Gebläse, einen Ventilator oder Kompressor erzeugt und gelangt nicht wie beim Hochofen vorgewärmt, sondern kalt in den Ofen. Der Schmelzvorgang im Kupolofen ist folgender:

Die aufgegebenen Materialien werden im oberen Teil des Schachtes vorgewärmt. Allmählich sinken sie tiefer, und im Gestell, wo die Hitze am größten ist, wird das Eisen flüssig. Durch ein Schauloch, welches einer Düse gegenüber angebracht und mit einem bunten Glase versehen ist, kann man das Schmelzen beobachten. Das flüssige Roßeisen sammelt sich im Vorherd. Hier wird es durch den Eisenabstich in untergestellte Gießpfannen abgelassen und in bereitstehende Formen gegossen. Die auf dem Gußeisen schwimmende Schlacke läßt man durch den Schlackenabstich abfließen. Wenn der Kupolofen außer Betrieb gesetzt wird, so entleert man ihn mit langen eisernen Haken durch die Arbeitstüren. Dies muß sofort nach dem Gießen geschehen, weil dann die Massen im Ofen noch weich und glühend sind. Im anderen Falle werden sie kalt, erstarren und können nur schwer herausgeholt werden. Beim Entleeren kommen glühender Koks, glühende Schlacke und oft noch etwas flüssiges Eisen aus dem Ofen.



b) Eigenschaften des Gußeisens.

Schlägt man mit dem Hammer auf ein Gußstück, oder läßt man es fallen, so zerbricht es leicht in Stücke. Das Gußeisen ist also spröde. Erwärmt man ein Gußstück auf Rotglut und bearbeitet es mit dem Hammer, so zerfällt es ebenfalls in Stücke. Also auch in rotwarmem Zustande ist das Gußeisen spröde. Es läßt sich nicht schmieden. Das Gußeisen enthält viel Kohlenstoff, der in Form von Graphitteilchen zwischen den Eisentheilchen liegt. Die Bruchfläche ist daher dunkelgrau bis schwarz und grobkörnig. Infolge der zwischen den Eisentheilchen lagernden Graphitteilchen ist der Zusammenhang lose. Trotzdem macht der hohe Kohlenstoffgehalt das Gußeisen hart. Eine gußeiserne Riemscheibe, die auf der Drehbank abgedreht wird, gibt krümelige, sandartige Späne. Ebenso springen beim Meißeln eines Gußstückes kurze Späne ab, die leicht die Augen des Arbeiters verletzen (Schutzbrillen). Das Gußeisen läßt sich leicht schmelzen und in Formen gießen. Es dient daher in der Gießerei zur Herstellung von Gußstücken, wie: Riemscheiben, Zahnrädern, Lagern, Konsolen usw. Maschinenteile, die jedoch starken Schlägen und Stößen ausgesetzt sind oder große Biegungen auszuhalten haben, fertigt man nicht aus Gußeisen an, weil die Festigkeit desselben für diese Beanspruchungen zu gering ist.

c) Das Formen und Gießen.

1. Modelle. Soll ein Werkstück aus Gußeisen hergestellt werden, so ist zunächst ein Modell aus Holz oder Metall anzufertigen. Die meisten Modelle werden aus Holz hergestellt. Man verwendet hierzu in der Hauptsache Kiefern- und Erlenholz. Metallmodelle wendet man an, wenn dasselbe Gußstück in größerer Anzahl abgegossen werden soll. Das flüssige Gußeisen nimmt einen größeren Raum ein als das erstarrte. Es zieht sich beim Erkalten zusammen, was man Schwinden nennt. Diesen Umstand muß der Modellschreiner berücksichtigen. Er fertigt die Modelle etwas größer an, als das fertige Werkstück werden soll. Das Maß des Schwindens ist für die einzelnen Metalle verschieden und beträgt z. B. für Gußeisen 1%, für Stahlguß 2%. Der Modellschreiner benutzt bei seiner Arbeit daher einen Schwindmaßstab. Dies ist ein Maßstab, der genau wie der Meterstab in 1000 gleiche Teile geteilt, in Wirklichkeit aber länger als 1 m ist. Für jedes Metall ist ein besonderer Schwindmaßstab nötig. Der Schwindmaßstab für Gußeisen ist $1000 \text{ mm} + 1\% = 1010 \text{ mm}$, für Stahlguß $1000 \text{ mm} + 2\% = 1020 \text{ mm}$ lang.

Die Modelle werden nicht aus dem vollen Stamm gearbeitet, sondern meistens aus mehreren Holzstücken zusammengeleimt. Die einzelnen Stücke verleimt man in der Längs- und Querrichtung des Holzes und erreicht damit ein Sperren desselben. Das Sperren hat den Zweck, ein Verziehen und Werfen des Modells zu verhindern. Die Kanten der Modelle sollen möglichst rund gehalten werden. Scharfe Kanten reißen beim Eingießen des Gußeisens in die Form leicht ab. Außerdem entstehen infolge von Spannungen im Gußstück leicht Risse durch die scharfen Kanten. An den Stellen, wo das Werkstück später bearbeitet werden soll, muß der Schreiner am Modell einige Millimeter zugeben. Diese Stellen werden vom Techniker auf der Zeichnung daher besonders gekennzeichnet. Das fertige Modell wird

mit einem roten Spirituslaß gestrichen. Dadurch schützt man es gegen Feuchtigkeit. Außerdem bleibt es durch den glatten Überzug nicht so leicht an der Form haften. Sämtliche Modelle werden mit Ordnungsziffern versehen, damit sie leicht gefunden und nicht verwechselt werden. Sie werden in ein Modellbuch eingetragen und in der Modellkammer geordnet aufbewahrt.

2. Die Formstoffe. Die Modelle werden zur Herstellung der Hohlräume, die man Formen nennt, in Formstoffe wie Sand, Lehm oder Masse eingeformt. Ein guter Formstoff muß zwei Eigenschaften haben:

- a) Er muß bildsam sein, d. h. er muß sich leicht formen und gestalten lassen, ohne zu bröckeln oder zu zerfallen;
- b) er muß durchlässig sein, d. h. die Gase, die beim Eingießen des flüssigen Metalls in der Form entstehen, müssen abziehen können.

Sand, wie er in der Natur vorkommt, ist nur in seltenen Fällen genügend bildsam, denn die glatten und abgerundeten Sandkörner haften schlecht aneinander. Feuchtigkeit und Tonzusatz erhöhen das Zusammenhaften. Um die Durchlässigkeit zu erhöhen, vermischt man den Sand mit gemahlener Steinkohle, die außerdem das Einbrennen von Sandstellen in den Gußkörper verhindert. Nach dem Guß ist der Sand nicht mehr bildsam und durchlässig genug. Er muß dann neu angefeuchtet und aufgearbeitet werden. Das Einformen in Sand kommt für einfachen Maschinenguß, Massenartikel usw. in Anwendung und ist sehr verbreitet.

Lehm ist ein mit Sand vermischter Ton. Er ist sehr bildsam, aber wenig durchlässig. Um ihn durchlässiger zu machen, vermengt man ihn mit Pferdemist, Spreu, Häcksel, Torf usw. Der Lehm wird mit Wasser angerührt und recht naß verarbeitet. Die Lehmformen sind also zunächst sehr feucht. Sie müssen vor dem Gießen gut getrocknet werden. Hierbei schwinden und reißen sie leicht. Letzteres wird durch die Beimengungen verhütet. Die Lehmformerei findet Anwendung besonders bei großen Gußstücken, z. B. Turbinengehäusen, Dampfzylindern, Glocken usw.

Masse besteht in der Hauptsache aus reinem Ton. Der Ton ist sehr bildsam, doch wenig durchlässig. Deshalb wird er ähnlich wie der Lehm mit Sand, Graphit, Kofsmehl usw. vermischt. Die Masseformen werden auch in feuchtem Zustande hergestellt. Sie werden ebenfalls getrocknet und hierbei oft bis zur Dunkelrotglut erhitzt. Die Masseformerei findet Anwendung, wenn beim Gießen hohe Temperaturen entstehen. Dies ist der Fall bei Stahlgußstücken, weil Stahlguß eine hohe Schmelztemperatur hat. Auch die Kerne werden gewöhnlich aus Masse, zuweilen aber auch aus Lehm hergestellt.

Die aus Sand, Lehm oder Masse hergestellten Formen halten nur einen Guß aus. Sollen die Formen öfters zum Gießen benutzt werden, so fertigt man sie aus Metall, meist aus Eisen, an. Diese nennt man Schalenformen oder Kokillen. Man benutzt sie meist zur Herstellung von Hartguß. Gießt man nämlich in solche Formen weiches Gußeisen, so erstarren die äußeren Teile des Gußstückes, die mit den Formwandungen in Berührung kommen, schneller als das Innere desselben. Dadurch wird die äußere Schicht in hartes Gußeisen verwandelt, während der Kern weich bleibt. Eine Bearbeitung der äußeren Schicht ist fast ausgeschlossen. Des-

halb kommt der Schalen- oder Kokillenguß nur für besondere Gußstücke in Anwendung. Solche Stücke sind z. B. Walzen, Platten, Panzertürme usw.

3. Das Einformen. Das Einformen der Modelle erfolgt entweder im Sande der Gießereihalle (dem Herd) oder in eisernen Formkästen, die mit Sand gefüllt sind. Danach unterscheidet man Herdformerei und Kastenformerei.

a) Die Herdformerei. Sie findet Anwendung bei der Herstellung einfacher, meist flacher Gußstücke. Solche sind z. B. ebene Platten, Roststäbe, Fensterrahmen

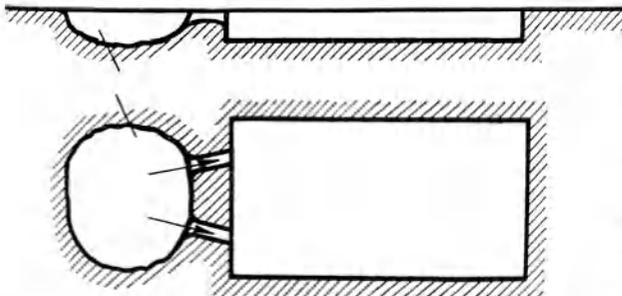


Abb. 64. Gußform einer Platte (Herdformerei).

u. dgl. Abb. 64 zeigt das Einformen einer ebenen Platte. Der Former hebt zunächst etwas Sand aus dem Herd der Gießereihalle aus. Dann füllt er den ausgehobenen Raum mit frischem Formsand. Nun wird die Oberfläche mit Hilfe einer geraden Latte und einer Wasserrampe genau eben gemacht.

Jetzt drückt der Former das Modell der Platte in den Sand ein und stellt so die Form her. Neben der Form macht er eine flache Vertiefung, den Sumpf. Vom Sumpf aus stellt er rinnenartige Einläufe nach der Form her. Dann hebt er das Modell heraus und bessert die Form aus. Schließlich wird die Form mit Holzkohlenpulver oder Graphit bestäubt. Sie ist damit fertig zum Gießen. Das flüssige Gußeisen wird in den Sumpf gegossen und läuft von hier durch die Rinnen in die Form.

Die Herdformerei erfordert wenig Arbeit und ist daher nicht teuer. Sie hat aber folgende Nachteile:

Die Oberfläche des Gußstückes kommt mit der Luft in Berührung. Dadurch erkaltet sie schnell und wird hart, so daß sie sich nur schwer bearbeiten läßt.

Die Oberfläche wird rauh und blasig. Um sie etwas glatter zu bekommen, bestreut man sie gleich nach dem Gießen mit trockenem Sand, Holzkohlenpulver u. dgl.

b) Die Kastenformerei. Die Kastenformerei wird zur Herstellung der verschiedensten Gußstücke benutzt. Für die meisten Gußstücke genügen zweiteilige Formkästen (Unter- und Oberkasten). Bei unregelmäßig geformten Gußstücken sind oft drei-, vier- und mehrteilige Kästen erforderlich.

1. Einformen einer einfachen Leiste. Abb. 65 zeigt das Holzmodell der Leiste. Zunächst wird das Modell mit der breiten Seite auf eine glatte Unterlage, z. B. ein Brett, gelegt und der Unterkasten darübergesetzt (Abb. 66). Dann sibt der Former frischen Formsand auf das Modell und füllt den Kasten mit gebrauchtem Sande weiter aus. Der Sand wird mit einem Stampfer festgestampft. Hierauf dreht der Former den Unterkasten um und setzt ihn auf das Brett. Das

Modell befindet sich jetzt oben. Die obere Sandfläche glättet er und bestreut sie mit Holzkohlenpulver. Dann setzt er den Oberkasten auf und stampft auch diesen mit Formsand aus (Abb. 67). Gleichzeitig setzt er zwei tonische Holzstäbe ein. Der eine dient zur Herstellung eines Trichters für den Einguß des flüssigen Gußeisens. Der andere stellt einen Trichter für das Steigen des Eisens dar. Durch den Steiger entweicht die Luft beim Gießen aus der Form. Außerdem drücken der mit Gußeisen gefüllte Einguß und der Steiger auf den Abguß, wodurch dieser dichter wird. Mit einem Luftspieß werden jetzt Löcher in den Oberkasten gestochen, damit die Gase besser abziehen können. Nun nimmt der Former die Holzstäbe für Einguß und Steiger heraus und hebt den Oberkasten ab. Das Modell wird aus dem Unterkasten entfernt, die Form ausgebeffert und mit Holzkohlenpulver bestäubt. Nachdem auch der Oberkasten ausgebeffert und bestäubt ist, wird er wieder auf den Unterkasten gesetzt. Damit ist die Form fertig zum Gießen (Abb. 68). Um ein Anheben des Oberkastens insbesondere bei großen Gußstücken zu verhindern, wird er mit Eisenteilen beschwert.

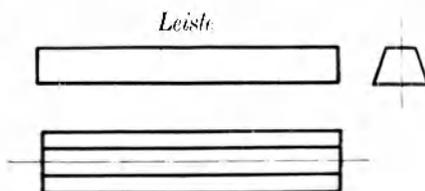


Abb. 65.

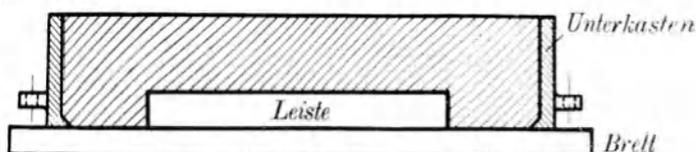


Abb. 66.

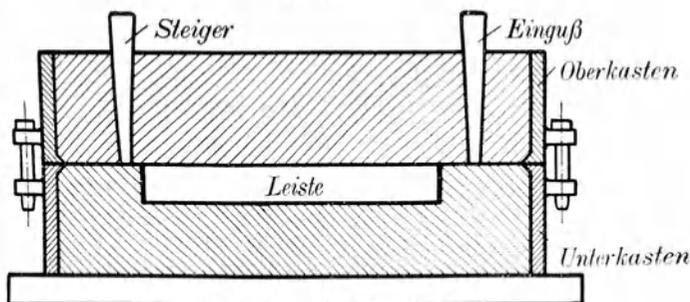
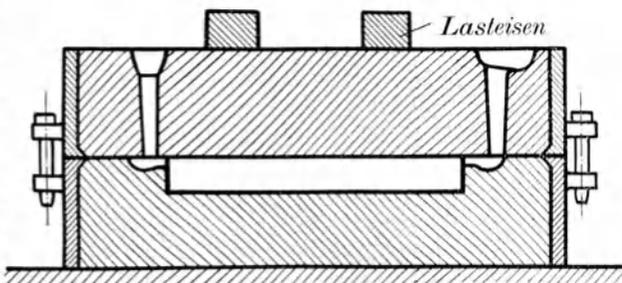


Abb. 67.



Fertige Form

Abb. 68. Fertige Form.

Um ein Anheben des Oberkastens insbesondere bei großen Gußstücken zu verhindern, wird er mit Eisenteilen beschwert.

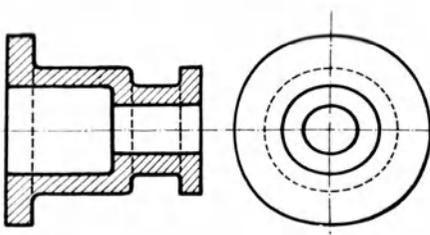


Abb. 69.

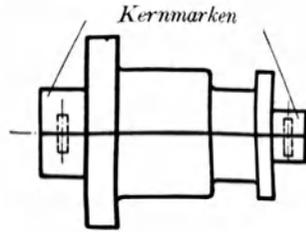


Abb. 70.

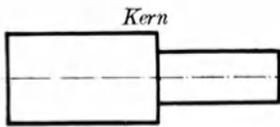


Abb. 71.

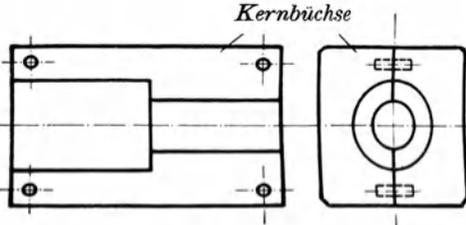


Abb. 72.

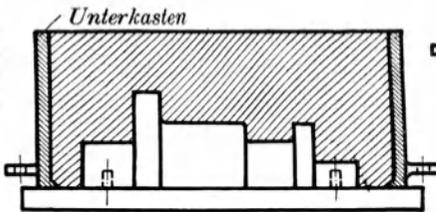


Abb. 73.

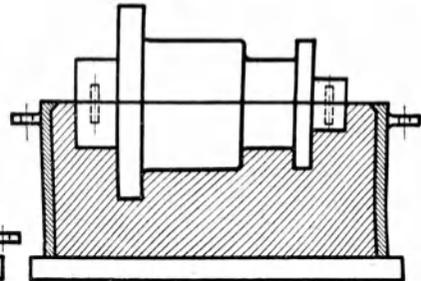


Abb. 74.

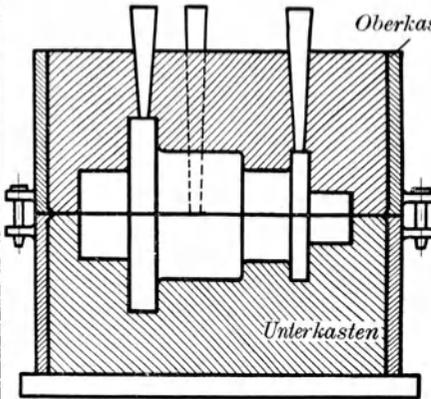


Abb. 75.

Kastenformerei.

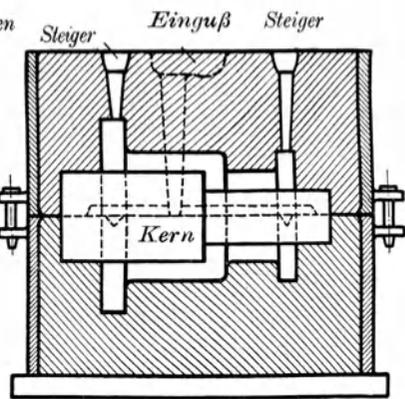


Abb. 76.

2. Einformen eines Rohrstückes. Abb. 69 zeigt die Zeichnung und Abb. 70 das zweiteilige Modell des Rohrstückes mit den zugehörigen Kernmarken. Das fertige Gußstück ist hohl. Um die Höhlung zu erhalten, legt man in die Form einen Kern nach Abb. 71 ein. Er paßt sich in seinen Abmessungen dem Hohlraum des Rohrstückes an. Man stellt ihn mit Hilfe einer aus Holz angefertigten Kernbüchse (Abb. 72) her. Als Formstoff für den Kern benutzt man Lehm mit den entsprechenden Beimengungen. Durch Einschieben dünner Eisenstäbe in der Längsrichtung macht man ihn fester. Zunächst wird der Unterkasten durch Umstampfen der einen Modellhälfte hergestellt (Abb. 73). Dann dreht der Former den Unterkasten um und legt die andere Modellhälfte auf (Abb. 74). Nun setzt er den Oberkasten auf. Diesen stampft er auch mit Formsand aus und setzt Steiger und Einguß ein (Abb. 75). Jetzt hebt er den Oberkasten ab, wobei die eine Modellhälfte mit abgehoben wird. Die andere Hälfte bleibt im Unterkasten sitzen. Beide Modellhälften werden nun vorsichtig entfernt, und etwaige Beschädigungen der Form werden ausgebessert. Dann legt der Former den fertigen Kern in die Form ein. Das Bett für den Kern ist durch die am Modell befindlichen Kernmarken entstanden. Unter- und Oberkasten werden jetzt mit Holzkohlenpulver bestäubt. Der Oberkasten wird wieder aufgesetzt, und die Form ist fertig zum Gießen (Abb. 76).

c) Die Schablonenformerei. Zur Herstellung der Formen für große Um-drehungskörper, z. B. Schwungräder, Riemscheiben, Deckel usw., benutzt man vielfach Schablonen. Das Formen mit Schablonen erfordert mehr Zeit, die Form wird also teurer. Dafür spart man jedoch die Kosten für ein Modell und braucht nur die viel billigere Schablone anzufertigen. Die Form wird meistens im Herde der Gießerei hergestellt. Als Formstoff werden Sand, Lehm oder Masse benutzt.

Einformen eines gußeisernen Deckels. In Abb. 77 ist der zu gießende Deckel dargestellt. Zunächst wird der Spindelfuß mit der Spindel in den Herd eingefetzt. Die Spindel trägt eine drehbare Schere, an der die Schablonen befestigt werden können. Der Former bringt zuerst die Schablone I an der Schere an, die sich dem oberen Umriß des Deckels anpaßt. Mit dieser Schablone wird eine Form aus dem Sande herausgedreht (Abb. 78). Die so hergestellte Form wird glatt verputzt. Man nennt sie blinde oder falsche Form. Sie dient nur zur Anfertigung des Oberkastens. Der Former nimmt jetzt die Spindel mit der Schablone ab, füllt das Loch derselben aus, glättet die Stelle und setzt den Oberkasten auf. Diesen stampft er mit Formsand aus und bringt gleichzeitig Einguß und Steiger an (Abb. 79). Dann wird der Oberkasten abgehoben, ausgebessert und mit Holzkohlenpulver bestäubt. Nun wird die Spindel wieder eingefetzt und die Schablone II an ihr befestigt, die sich dem unteren Umriß des Deckels anpaßt. Mit dieser streicht der Former so viel Sand von der blinden Form ab, als der Wandstärke des Deckels entspricht (Abb. 80). Dann hebt er die Schere mit der Schablone sowie die Spindel aus der Form, bessert sie aus und bestäubt sie. Hierauf wird der Oberkasten wieder aufgesetzt, und die Form ist fertig zum Gießen (Abb. 81).

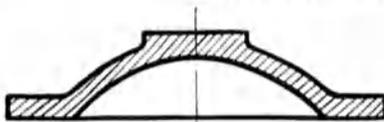


Abb. 77.

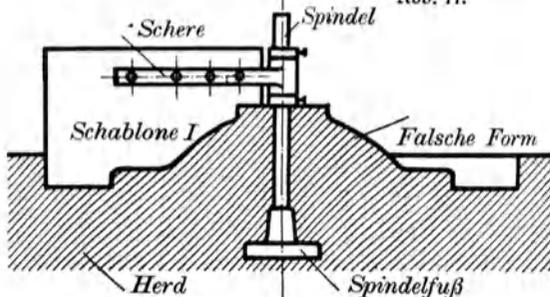


Abb. 78.

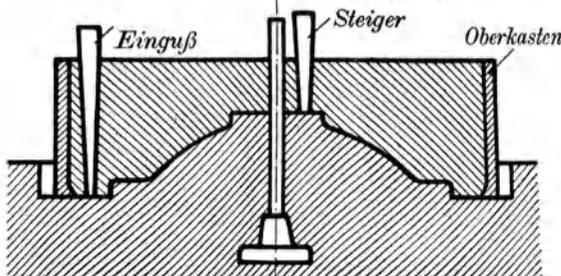


Abb. 79.

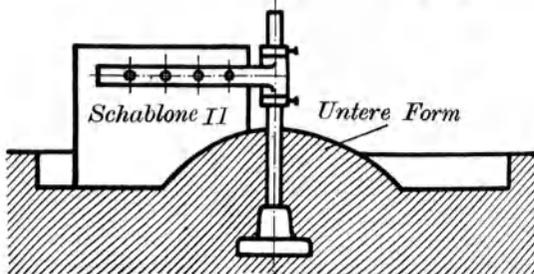


Abb. 80.

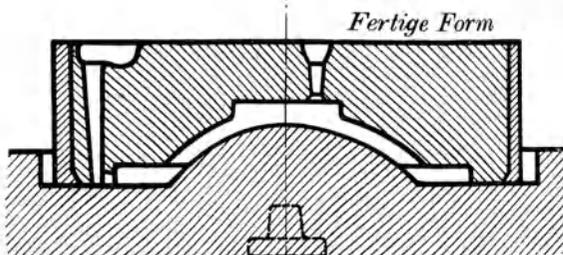


Abb. 81. Schablonenformerei.

4. Die Formmaschinen.

Die besprochenen Sand-, Lehm- und Mafformen sind jedesmal nur für einen Abgüß brauchbar. Die Herstellung der Formen erfordert tüchtige Arbeiter und ist sehr kostspielig. Infolgedessen ging man bei Massenabgüssen dazu über, das Einformen von Hand durch Maschinenarbeit zu ersetzen. Man baute Formmaschinen. Mit Hilfe derselben ist es möglich, in kurzer Zeit auch durch ungelernete Arbeiter einwandfreie Formen herzustellen. Die bei den Formmaschinen benutzten Modelle sind nicht aus Holz, sondern aus Metall hergestellt.

5. Die Gießpußerei.

Nachdem die Gießstücke erkaltet sind, löst man sie aus der Form. Sie sind dann noch mit Einguß und Steiger, vorstehenden Graten, Formsand usw. behaftet. Dies alles wird zunächst in der Gießpußerei entfernt.

Einguß und Steiger werden mit Hammer und Meißel abgeschlagen oder besser mit Sägen und autogenen Schneidvorrichtungen abgeschnitten. Zum Entfernen von Grat dient in der Regel der Preßluftmeißel. Für geringere Gratbildungen benutzt man Schmirgelscheiben. Der Formsand sitzt nicht immer lose auf dem Gießstück, sondern ist stellenweise

fest eingebrannt. Man entfernt ihn mit der Stahlbrahtbürste oder durch Sandstrahlgebläse. Durch den Sandstrahl wird nicht nur der Formsand, sondern auch die harte Krustenschicht der Gußstücke heruntergeblasen. Dadurch leiden die Schneidwerkzeuge beim späteren Bearbeiten nicht so sehr, und die Gußstücke bekommen ein gutes Aussehen.

Die Zeichnungen am Schlusse des Buches zeigen Beispiele aus dem 126 Blatt enthaltenden Lehrgang für Formerlehrlinge des Deutschen Ausschusses für das techn. Schulwesen, Berlin NW 7, Sommerstr. 4 a. Auf dieses einzigartige Werk weisen wir empfehlend alle diejenigen hin, die sich mit diesen Gegenständen besonders eingehend beschäftigen wollen.

d) Der Temperguß.

Gußeiserne Gegenstände von geringer Stärke lassen sich dadurch in eine Art Schmiedeeisen verwandeln, daß man sie tempert, d. h. man entzieht ihnen Kohlenstoff. Zum Tempern eignen sich: Schraubenschlüssel, Haken, Rohrverschluß- und Verbindungsstücke, kleinere Teile für landwirtschaftliche Maschinen, Fahrradteile, Automobileteile und ähnliche Massenartikel. Diese Teile werden in der Gießerei in Formen gegossen. Als Gießereieisen verwendet man weißes Roßeisen, welches im Kupolofen eingeschmolzen wird. Die so aus sprödem, weißem Roßeisen gegossenen Gußstücke werden in einem besonderen Ofen in Schmiedestücke umgewandelt. Zu diesem Zweck bringt man die zu tempernden Stücke in gußeiserne Töpfe und verpackt sie mit feinkörnigem Roteisenstein. Bei langsamer Anheizung des Ofens werden dann die Töpfe mit ihrem Inhalt auf helle Rotglut gebracht. Diese Erhitzung dauert etwa sechs bis acht Tage und wird während der letzten Tage wieder langsam herabgemindert. In der Hitze des Temperfeuers verbindet sich der Sauerstoff des Roteisensteins mit dem in den Gußstücken enthaltenen Kohlenstoff. Dadurch wird den Gußstücken Kohlenstoff entzogen. Sie werden kohlenstoffärmer. Ihre Sprödigkeit nimmt ab, und sie werden weicher und zäher. Bei nicht zu hoher Temperatur lassen sie sich biegen und schmieden, was mit gewöhnlichen Gußstücken nicht möglich ist. Die Tempergußstücke haben ein gefälliges Aussehen und sind billiger als geschmiedete Teile.

e) Der Stahlguß.

Maschinenteile, die besonders zäh, fest und widerstandsfähig sein müssen, wie Maschinenständer, Maschinenfundamente, Lokomotivräder usw. stellt man vielfach nicht aus Gußeisen her, sondern gießt sie in Stahlguß. Der Stahlguß hat ähnliche Eigenschaften wie weicher Stahl. Das Material läßt sich schmieden, biegen und hat eine höhere Festigkeit als Gußeisen.

Der Stahlguß ist ein besonderer Flußstahl, der im Siemens-Martin-Ofen oder in der Bessemerbirne gewonnen wird. Letztere sind jedoch bedeutend kleiner als die sonst gebräuchlichen Öfen und Birnen. Man gießt den Stahlguß ebenso wie Gußeisen in Formen. Die Herstellung der Formen ist die gleiche wie die der Gußeisenformen. Als Formmaterial wird Masse gebraucht. Die Anfertigung von Stahlgußstücken ist schwieriger als die von Gußeisenstücken. Stahlguß hat nämlich einen höheren Schwund (2%). Das starke Schwinden ruft leicht die Bildung von Hohlräumen

(Lunkerstellen) hervor. Um diese im Gußstück zu vermeiden, gießt man einen verlorenen Kopf mit an (Abb. 82 und 83). Die Lunkerstellen bilden sich so nur oben im verlorenen Kopf, der am fertigen Gußstück abgeschnitten wird. Die Stahlgußstücke werden nach dem Gießen in eine Glühkammer gebracht, wo sie langsam erkalten. Bekannt für die Herstellung von guten Stahlgußstücken sind die Firma Krupp in Essen und der „Bochumer Verein“ in Bochum.

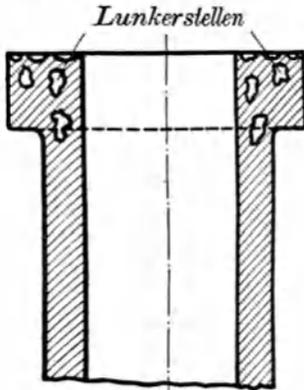


Abb. 82.

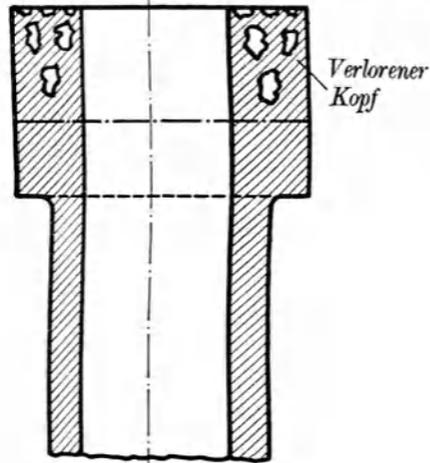


Abb. 83.

C. Wichtige Metalle und Legierungen.

I. Das Kupfer.

a) **Vorkommen.** Das Kupfer war schon in den ältesten Zeiten bekannt und wurde zuerst gediegen gefunden. Auch jetzt noch kommt es vereinzelt gediegen vor am Obern See in Amerika und in Chile. Meistens ist es aber mit Eisen und Schwefel oder Sauerstoff verbunden. Die wichtigsten Kupfererze sind: Kupferkies (messinggelb), Buntkupfererz (kupferrot), Rotkupfererz (rotgrau).

b) **Gewinnung.** Die Erze werden zunächst geröstet und dann mit Holzkohle in Schachtöfen geschmolzen. Man erhält so das sog. Schwarzkupfer. Durch nochmaliges Schmelzen wird es von Verunreinigungen befreit, und man hat so das reine Kupfer. Neuerdings gewinnt man das Kupfer auch auf chemischem Wege. Das in den Erzen enthaltene Kupfer wird in einer Mischung von Salzsäure und verdünnter Schwefelsäure gelöst und setzt sich am Boden ab. Durch Zusammenschmelzen erhält man das sog. Zementkupfer.

c) **Eigenschaften.** Kupfer ist das einzige Metall von roter Farbe. Es hat einen schönen, starken Glanz, ist geschmeidig und dehnbar. Es läßt sich leicht schmieden, löten und unter Umständen auch schweißen. Durch öftere Bearbeitung wie Schmieden, Pressen, Drücken usw. wird es spröde. Diese Sprödigkeit kann jedoch durch Erhitzen auf Rotglut und darauffolgendes Abkühlen in Wasser wieder

aufgehoben werden. Das Kupfer läßt sich nicht gießen. Der Guß würde porös und blasig werden. Man kann es zu Draht ausziehen und zu Platten walzen. An der Luft überzieht es sich mit Patina oder Edelrost von leuchtend grüner Farbe. Die Patina bildet für das Kupfer eine dauerhafte Schutzschicht. (Beispiele!) Von Salzsäure wird das Kupfer nicht angegriffen, dagegen wird es von Schwefel- und Salpetersäure beim Kochen gelöst. Wenn sich Kupfer mit Säuren verbindet, entstehen Salze (Grünspan). Alle Kupfersalze sind giftig. Speisen dürfen daher in Kupfergeschirren nicht aufbewahrt werden. Kupfer schmilzt bei 1100°C. , sein spezifisches Gewicht beträgt 8,9.

d) Verwendung. Die deutsche Industrie verbraucht große Mengen von Kupfer, die meist aus Amerika eingeführt werden müssen, weil Deutschland nur $\frac{1}{7}$ seines Verbrauches selbst erzeugen kann. Wegen seiner guten Wärmeleitfähigkeit und Haltbarkeit im Feuer findet Kupfer Verwendung zu Heiz- und Siederohren, Feuerbuchsen für Lokomotiven, zu Kochkesseln und Braupfannen, Kühlschlangen, Lötcolben u. dgl. Die Wetterbeständigkeit des Kupfers macht es geeignet für Dachdeckungen an Monumentalbauten und Kirchtürmen, für Dachrinnen und Abfallrohre. In der Leitfähigkeit für elektrischen Strom wird das Kupfer nur von Silber übertroffen. Daraus ergibt sich die fast ausschließliche Verwendung des Kupfers für Leitungsdrähte aller Art und für Verbindungssteile in elektrischen Maschinen und Apparaten. Außerdem dient Kupfer zur Herstellung von Kupfermünzen, Kupferdruckplatten u. dgl. Eine umfangreiche Verwendung findet Kupfer in vielen Legierungen:

- | | |
|----------------------------------|---------------------------------|
| 1. Bronze mit 90 bis 95 % Kupfer | 4. Duranametall mit 65 % Kupfer |
| 2. Rotguß „ 85 % „ | 5. Deltametall „ 56 % „ |
| 3. Messing „ 65 % „ | 6. Weißmetall „ 4–5 % „ |

2. Das Blei.

a) Vorkommen. Das Blei kommt in der Natur nicht rein vor, sondern als Erz. Das wichtigste Bleierz ist der Bleiglanz, eine Verbindung von Blei und Schwefel. Bleiglanz ist metallisch glänzend und wird im Erzgebirge und im Harz gefunden.

b) Gewinnung. Blei wird fast nur aus Bleiglanz gewonnen. Das Erz wird in Schachtöfen geschmolzen. Das so gewonnene Blei heißt Werkblei. Es wird manchmal noch umgeschmolzen und heißt dann Raffinierblei.

c) Eigenschaften. Das Blei hat eine bläulichgraue Farbe und im frischen Schnitt einen starken Glanz. Es ist ein weiches Metall und färbt ab. Es läßt sich zu Draht und zu Platten walzen sowie zu Röhren pressen. An der Luft überzieht es sich mit einer Oxidschicht, die es vor der Zerstörung schützt. Auch beim Schmelzen bildet sich auf dem Blei eine Oxidschicht, die sogenannte Bleiasche. In Schwefelsäure und Salzsäure löst es sich nicht auf, weil die entstehenden Bleisalze unlöslich sind und das darunter befindliche Metall schützen. Blei ist also säurebeständig. Von organischen Säuren (z. B. Essig) wird es gelöst, weshalb es für Küchengeräte nicht geeignet ist. Blei schmilzt schon bei 335°C. Sein spezifisches Gewicht ist sehr hoch. Es beträgt 11,4.

d) Verwendung. Beim Hausbau dient das Blei zum Decken der Dächer (größere Kirchenbauten), als Leitungsröhre, zum Verbleien der Fenster usw. Das Blei wird ferner gebraucht zur Herstellung von Plomben, Kugeln und Schrot. Besonders wichtig ist die Verwendung des Bleis in Akkumulatoren, deren Platten aus Bleigittern bestehen, die z. T. mit Bleiglätte und Mennige ausgestrichen werden. Da Blei gegen Säuren widerstandsfähig ist, kleidet man Heizbottiche und Säurebehälter damit aus. Im Maschinenbau findet Blei Verwendung zu Bleibädern für Schraubstöcke, als Bleibäder für Härtezwecke, zu Dichtungsringen und Scheiben, zum Befestigen von Eisenteilen in Steinsockeln sowie zu Legierungen (S. 57). Aus Blei wird auch Bleiweiß und Mennige hergestellt. Beide dienen als Anstrichfarbe, das erstere auch zur Herstellung von Bleiwasser zum Kühlen der Augen. Alle Bleiverbindungen sind giftig und führen leicht zu Bleivergiftungen. Deshalb ist überall Vorsicht geboten, wo mit Blei und Bleiverbindungen gearbeitet wird.

3. Das Zinn.

a) Vorkommen. Das einzige Erz, aus dem Zinn mit Erfolg gewonnen werden kann, ist Zinnstein. Zinnstein wird gefunden in Sachsen, Böhmen, vor allem aber in England, Australien, Malakka und Banta. Am bekanntesten ist das Bantazinn.

b) Gewinnung. Bei der Gewinnung wird das Erz zunächst zerkleinert und geröstet, alsdann in Schachtöfen geschmolzen.

c) Eigenschaften. Das Zinn ist fast silberweiß und weich, jedoch etwas härter als Blei. Beim Biegen hört man ein leises Knistern, das sogenannte Zinn-geräusch. Das Zinn ist sehr dehnbar. Beim Schmelzen bildet sich ein gelblichweißes Zinnoxyd. Zum Gießen ist es ohne Zusatz eines anderen Metalles nicht geeignet. Es wird deshalb stets mit etwas Blei vermischt. Das Zinn schmilzt bei 230° C. und hat ein spezifisches Gewicht von 7,3.

d) Verwendung. Das Zinn wird im Haushalt gebraucht für Zinngeschirre (Zinnteller, Zinnlöffel, Zinndeckel für Bierkrüge usw.). Zinngeschirre dürfen nicht mehr als 10% Blei enthalten. Auch Spielwaren werden viel aus Zinn hergestellt. Zinn läßt sich sehr fein auswalzen und heißt dann Stanniol. Dieses dient zum Einpacken von Schokolade, Käse, Seife, zur Herstellung von Flaschentapfeln usw. Auch Orgelpfeifen werden viel aus Zinn hergestellt. Ein Teil Blei und ein Teil Zinn zusammengeschmolzen ergibt das Weichlot (Lötzinn). Weichlot schmilzt schon bei 215°. Eisen wird verzinkt, indem man es mit Schwefelsäure beizt und dann in geschmolzenes Zinn taucht, über dem sich flüssiger Talg befindet. Man erhält so das Weißblech. Im Maschinenbau findet Zinn Verwendung zu den verschiedensten Legierungen (S. 57).

4. Das Zink.

a) Vorkommen. Das Zink kommt in der Natur nicht frei vor, sondern ist entweder mit Schwefel oder mit Kohlenensäure verbunden. Im ersten Falle heißt das Erz Zinkblende, im letzten Falle Zinkspat oder Galmei. Galmei sieht ähnlich wie Kalkstein aus. Die wichtigsten Fundstätten dieser Erze liegen in Oberschlesien, Belgien und England.

b) Gewinnung. Die Erze werden geröstet und alsdann in tönernen Muffeln oder Retorten geschmolzen. Es bildet sich das Tropfzink, welches zu Barren geformt wird.

c) Eigenschaften. Das Zink hat eine bläulichweiße Farbe und einen starken Glanz. Bei gewöhnlicher Temperatur ist das Zink spröde. Zwischen 100 und 150° wird es dehnbar, und über 200° wird es wieder spröde. An der Luft überzieht sich das Zink mit einer grauweißen Schicht, die es vor weiterer Zerstörung schützt. Zink schmilzt bei 410°; sein spezifisches Gewicht beträgt 7.

d) Verwendung. Eine große Verwendung findet das Zink als Zinkblech. Zinkblech wird angewandt für Dachrinnen, Dachbedeckungen, Kisteneinlagen, Eimer, Wannen usw. Ferner dient das Zink zum Verzinken von Eisenblech. Zink oxydiert im flüssigen Zustand leicht und bildet dann weiße Flocken, das Zinkweiß. Letzteres dient als Anstrichfarbe und ist für Innenräume besser geeignet als Bleiweiß, weil es nicht durch Schwefelwasserstoff geschwärzt wird. Wenn man Zink in Salzsäure löst, erhält man Chlorzink. Eine Verbindung von Chlorzink mit Salmiak gibt das Lötwasser. Im Maschinenbau findet Zink Verwendung zu den verschiedensten Legierungen.

5. Das Aluminium.

a) Vorkommen. Aluminium wurde erst im Jahre 1827 durch Woehler in Göttingen entdeckt. Es kommt nie gediegen vor, sondern ist enthalten in Tonerde und Bauxit.

b) Gewinnung. Tonerde und Bauxit werden in großen Retorten der Einwirkung des elektrischen Lichtbogens ausgesetzt, wobei das Aluminium ausgeschmilzt. Das Verfahren ist nur da lohnend, wo starke elektrische Ströme billig gewonnen werden (in Deutschland z. B. bei Rheinfelden in der Nähe von Schaffhausen, in Amerika an den Niagarafällen).

c) Eigenschaften. Aluminium ist ein Leichtmetall und nur ein Drittel so schwer wie Eisen (spez. Gewicht 2,6). Es ist bläulich-weiß, steht in der Härte zwischen Zinn und Zink, läßt sich gut walzen, ziehen und drücken, aber schlecht gießen. Aluminium ist auch ein guter Leiter für Wärme und Elektrizität. Es oxydiert an der Luft und im Wasser nicht. Das im Handel befindliche Aluminium enthält meist etwas Eisen.

d) Verwendung. Wegen seines geringen Gewichtes wird Aluminium zu Konstruktionsteilen an Flugzeugen, Luftschiffen und tragbaren Apparaten verwandt. Seine Wärmeleitfähigkeit macht es geeignet für Kochtöpfe, Kochkessel u. dgl. Ein Gemisch von Eisenoxyd und Aluminium ergibt das Thermit. Es verbrennt mit hoher Temperatur (3000°) und wird bei der Thermiterschweißung verwandt (vgl. S. 41). Legiert man Aluminium mit anderen Metallen, so werden seine Festigkeit und Gießbarkeit wesentlich besser. Solche Legierungen sind Duralumin

und Zinkaluminium für gegossene Gehäuse an Automobil- und Flugzeugmotoren. Nachteilig für die Verwendung des Aluminiums ist es, daß es sich schlecht löten läßt.

Tabelle über Schmelzpunkte und spezifische Gewichte der wichtigsten Metalle.

	Schmelzpunkt	Spezifisches Gewicht
1. Schmiedeeisen	1600 °	7,9
2. Stahl	1400 °	7,8
3. Graues Roßeisen	1200 °	7,2
4. Weißes "	1100 °	7,2
5. Kupfer	1100 °	8,9
6. Aluminium	650 °	2,6
7. Zink	410 °	7
8. Blei	330 °	11,4
9. Zinn	230 °	7,3
10. Weichlot (50 % Zinn, 50 % Blei)	215 °	8,9

6. Die Legierungen.

a) Allgemeines.

Die einfachen Metalle besitzen nicht immer die erforderlichen Arbeitseigenschaften für die einzelnen Arbeitsverfahren (Schmelzen, Gießen, Löten, Hämmern, Strecken, Walzen usw.). Im Maschinenbau benutzt man die reinen Metalle selten, da sie schwer gießbar, zu weich oder zu spröde sind. Durch Zusammenschmelzen geeigneter Metalle erhält man ein neues Metall mit den gewünschten Eigenschaften. Kupfer z. B. ist weich und dehnbar; es läßt sich jedoch schlecht gießen. Zink ist hart und spröde. Legiert man beide, so erhält man Messing. Es hat vom Kupfer die Dehnbarkeit, vom Zink die Härte und läßt sich gut gießen.

Die Legierungen werden hergestellt, indem man die Metalle in flüssigem Zustande vereinigt. Das schwer schmelzbare Metall wird zuerst flüssig gemacht. Dann löst man das leichter schmelzbare in dem flüssigen Metall auf. Die Fähigkeit der Metalle, sich zu legieren, ist sehr verschieden. Eisen z. B. legiert sich leicht mit Mangan, Wolfram, Chrom, Nickel usw. Die Vereinigung von Kupfer mit Eisen ist schon schwieriger, leicht dagegen die des Kupfers mit Zink.

Die Legierungen haben meist einen niedrigeren Schmelzpunkt als das Mittel der verwendeten einfachen Metalle. Sie sind immer härter als das in demselben enthaltene weichste Metall. Mit der Härte steigt auch die höhere Polierfähigkeit. Die Legierungen haben immer eine höhere Festigkeit als die einfachen Metalle, verlieren aber die Leitfähigkeit für Wärme und Elektrizität gegenüber diesen Metallen.

b) Die wichtigsten Legierungen und ihre Verwendung.

Legierung	Kupfer	Zinn	Zinn	Blei	Alumin.	Antimon	Eisen Magnes.	Eigenschaften und Verwendung
Aluminium- bronze	95				5			Schwer bearbeitbar, geeignet für Schleif- ringe bei hoher Umfangsgeschwindigkeit, für Achsen und Wellen
Phosphor- bronze	92	8						Leichter gießbar, verwendet für hoch be- anspruchte Maschinenteile, z. B. Zahn- und Schneckenräder
Maschinen- bronze	86	12	2					Leicht gießbar, beständig gegen Witte- rungseinflüsse, geeignet für Ventile, Ex- zenterbügel und Zapfenlager, Büchsen, Schieber und Pumpenkolben
Rotguß	86	3	11					Rötliche Farbe, rostet nicht, läßt sich sehr gut gießen und sauber bearbeiten. Aus- gezeichnetes Lagermetall, auch für dünn- wandige Gußstücke, z. B. Gehäuse für wasserdichte Apparate, Ventile, Ventilsitze, Ventilgehäuse, Armaturen für Dampf- kessel und Pumpen
Messing	65		35					Gelbliche Farbe, rostet nicht, läßt sich blasenfrei gießen und sauber bearbeiten. Geeignet für Gußteile mit dünnen Wan- dungen, die auf Zug, Druck und Biegung beansprucht werden, z. B. Schieber, Hähne, Schlauchverbindungen, Ventile
Durana- metall	65	2	30		1,5		1,5 E	Schmiedbar, besitzt große Festigkeit, läßt sich gut gießen, gegen Witterungseinflüsse und Säuren fast unempfindlich, geeignet für stark beanspruchte Maschinenteile
Dehtametal	56		42	1			1 E	Ähnlich dem Duranametal
Weißmetall	4	85				11		Leicht gießbar, geeignet für Maschin- teile, die einer reißenden oder drehenden Bewegung ausgesetzt sind, Lagermetall für Dampfmaschinen, Turbinen, Dynamo- maschinen und Motoren
Spritzmetall "	3 1	65 10	17 77			15 12		Geeignet für Gußstücke mit scharfen Rän- dern und großer Genauigkeit, aber ge- ringer Festigkeit, z. B. Zählrädchen, Meß- instrumenten-, Schreib- und Rechenmaschi- nenteilen
Duralumin	4,5				95		0,5 M	Verwendet für Luftschiff- und Flugzeug- bau sowie für tragbare Apparate
Zinn- aluminium	2		10		88			Geeignet für Gußgehäuse an tragbaren Apparaten und Automobilmotoren
Weichlot		50		50				Schnellot für Weichlötlungen

D. Die Materialprüfung.

1. Allgemeines.

Unsere Industrie ist darauf angewiesen, ihre Erzeugnisse nicht nur im Inlande sondern auch im Auslande abzusetzen. Das Ausland tritt hierbei in einen scharfen Wettbewerb mit uns ein. Es wird uns nur dann möglich sein, wettbewerbsfähig zu bleiben, wenn wir in der Lage sind, die besten Qualitätserzeugnisse zu Weltmarktpreisen zu liefern. Qualitätserzeugnisse bedingen jedoch neben der Qualitätsarbeit vor allem Qualitätsmaterial. Insbesondere muß unsere Maschinenindustrie Wert auf die Verwendung von Materialien legen, die in bezug auf Haltbarkeit, Verschleiß usw. allen Anforderungen entsprechen. Beim Bezug der Rohmaterialien verlangt daher der Besteller, die Maschinenfabrik, von ihrem Rohstofflieferanten, z. B. von der Eisenhütte oder dem Stahlwerk, daß das zu liefernde Material bestimmte, genau vorgeschriebene Eigenschaften besitzt. Die Hütten und Stahlwerke überwachen zu diesem Zweck die Gewinnung und Herstellung ihrer Eisen- und Stahlsorten und unterziehen sie einer eingehenden Prüfung. Gut eingerichtete Betriebe, z. B. größere Maschinenfabriken, haben auch meistens eine besondere Abteilung, in der das angelieferte Material vor seiner Verwendung eingehend untersucht und geprüft wird. Es kommt nur dann zur weiteren Verwendung in die Werkstatt, wenn es fehlerfrei ist und die für seinen Zweck vorgeschriebenen Eigenschaften besitzt.

2. Die Materialeigenschaften.

Für den Maschinenbau sind insbesondere die Eigenschaften der Metalle, an erster Stelle die Eigenschaften der verschiedenen Eisen- und Stahlsorten von Wichtigkeit. In der Hauptsache kommen folgende Eigenschaften der Metalle und ihre Prüfung in Frage:

Festigkeit, Härte, Zähigkeit und Sprödigkeit, Formänderungsvermögen, Bearbeitbarkeit oder Bildsamkeit.

Andere Eigenschaften, deren Prüfung auch oft notwendig ist, sind:

Spezifisches Gewicht, Ausdehnung durch Wärme, Schmelzpunkt, Siedepunkt, Leitfähigkeit für den elektrischen Strom usw.

Die Prüfung der Metalle erstreckt sich besonders auf Festigkeit, Elastizität und Bruch.

a) Festigkeit der Metalle.

Jedes Metall läßt sich teilen, z. B. zerschneiden, zerfeilen, zerreiben usw. Eine solche Teilung kann man sich beliebig weit fortgesetzt denken, so daß schließlich Teilchen entstehen, die nicht mehr teilbar sind. Diese kleinsten Teilchen, die man mit dem bloßen Auge nicht mehr wahrnehmen kann, von denen jedoch jedes einzelne Teilchen die Eigenschaften des ursprünglichen Materials besitzt, nennt man Massenteilchen oder Moleküle. Der Zusammenhang der einzelnen Moleküle wird durch die zwischen denselben wirkende Zusammenhängskraft oder Kohäsion herbeigeführt. Bei der Teilung eines Metalles muß die Zusammenhängs-

kraft überwunden werden. Das Material setzt seiner Trennung einen inneren Widerstand entgegen. Diesen inneren Widerstand bezeichnet man mit Festigkeit. Je größer die Zusammenhangskraft eines Materials ist, um so größer ist seine Festigkeit. Stahl z. B. erfordert eine größere Kraft zum Zerschneiden als Blei, weil die einzelnen Massenteilchen des Stahls eine größere Zusammenhangskraft besitzen als die des Bleis. Stahl hat also eine größere Festigkeit als Blei.

b) Elastizität der Metalle.

Wird an einer Eisenstange ein Gewicht aufgehängt, so übt es einen Zug auf die Eisenstange aus. Dieser Zug verlängert die Stange. Eine solche Verlängerung nennen wir Formänderung. Die Formänderung ist oft nur klein; sie ist jedoch in jedem Falle vorhanden. Ein vollkommen starres Material, welches unter einer Belastung oder Beanspruchung keine Formänderung erleidet, gibt es nicht. Auch die geringste Belastung oder Beanspruchung ruft eine Formänderung hervor, die man messen kann, sofern die erforderlichen feinen Meßapparate zur Verfügung stehen.

Die Formänderung kann entweder eine vorübergehende, elastische oder eine bleibende sein. Elastisch heißt sie, wenn der Körper nach Aufhören der Belastung in seine ursprüngliche Form zurückgeht. Die Eigenschaft der Metalle, nach einer Belastung oder Beanspruchung wieder ihre ursprüngliche Form anzunehmen, nennt man Elastizität. Die Zusammenhangskraft bringt die einzelnen Massenteilchen des Körpers wieder in ihre ursprüngliche Lage zurück, wenn die Belastung aufhört. Nicht immer nehmen die Massenteilchen eines Körpers ihre ursprüngliche Lage wieder ein. Wenn die Formänderung ein bestimmtes Maß überschreitet, behält der Körper dieselbe teilweise oder ganz bei. Er bleibt verlängert, verfürzt, durchgebogen, verdreht usw. Die Grenze, bis zu der man einen Körper belasten oder beanspruchen darf, ohne daß eine bleibende Formänderung eintritt, nennt man Elastizitätsgrenze.

Beispiele:

1. Gummi ist sehr elastisch. Wird z. B. ein Gummiband an einem Ende gezogen, so verändert sich sein Querschnitt; sowohl die Breite als auch die Dicke des Bandes verringern sich, während sich seine Länge vergrößert. Hört das Ziehen des Bandes auf, so nimmt es seine ursprüngliche Form wieder an. Durch die äußeren Zugkräfte wurden die einzelnen Gummiteilchen voneinander entfernt. Nachdem die äußeren Kräfte aufhörten, kam die Zusammenhangskraft der Massenteilchen zur Wirkung und brachte sie wieder in ihre ursprüngliche Lage.

2. Blei ist unelastisch. Wird z. B. ein Bleidraht an seinen Enden gezogen, so verlängert er sich, und sein Querschnitt wird verringert. Nach Aufhören des Ziehens kehren die Massenteilchen des Drahtes nicht mehr in ihre ursprüngliche Lage zurück, weil ihre Zusammenhangskraft nicht groß genug ist.

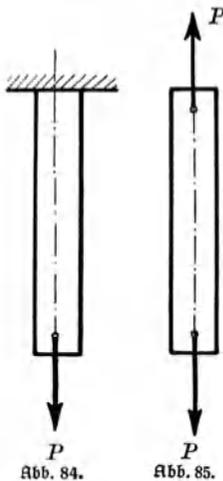
c) Bruch der Metalle.

Wird ein Körper, z. B. ein Metallstab, über seine Elastizitätsgrenze hinaus belastet oder beansprucht, so tritt schließlich eine Zerstörung oder ein Bruch ein. Die Grenze, bis zu der man einen Körper belasten oder beanspruchen kann, ohne

daß seine vollständige Zerstörung eintritt, nennt man Festigkeitsgrenze. Die Elastizitätsgrenze und die Festigkeitsgrenze liegen bei den verschiedenen Metallen sehr verschieden zu einander. Bei Gußeisen z. B. liegen die beiden Grenzen sehr nahe zusammen. Überschreitet man hier die Elastizitätsgrenze, so wird sehr bald die Festigkeitsgrenze erreicht, d. h. bei geringer Belastung über die Elastizitätsgrenze hinaus geht schließlich der Zusammenhang der einzelnen Teilchen verloren. Es tritt eine Zerstörung oder ein Bruch ein. Schmiedeeisen dagegen kann nach Überschreiten der Elastizitätsgrenze noch große Formveränderungen erleiden, bevor es zum Bruch kommt.

3. Die Festigkeitsarten.

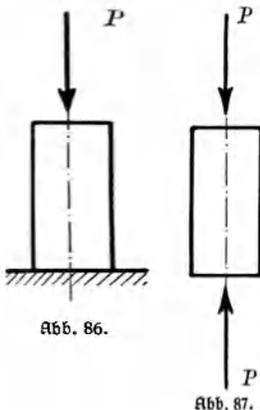
Für den Maschinenbau sind die Festigkeitseigenschaften der Metalle von besonderer Bedeutung. Je nachdem die Körper (Maschinenteile) belastet oder beansprucht werden, unterscheidet man folgende Arten der Festigkeit:



a) Die Zugfestigkeit.

Ein Körper wird auf Zugfestigkeit beansprucht, wenn er an einem Ende festgehalten wird und am anderen Ende eine in der Mittellinie wirkende Zugkraft P auftritt, die den Körper zu verlängern oder zu zerreißen versucht (Abb. 84). Dasselbe ist der Fall, wenn zwei in der Längsrichtung auftretende, entgegengesetzt gerichtete Kräfte P auf einen Körper wirken (Abb. 85).

Beispiele aus dem Maschinenbau sind: Lastseile, Kranketten, Zugstangen, Riemen usw.



b) Die Druckfestigkeit.

Ein Körper wird auf Druckfestigkeit beansprucht, wenn er auf einer festen Unterlage aufliegt und eine in der Mittellinie wirkende Druckkraft P ihn zu verkürzen oder zu zerdrücken versucht (Abb. 86). Es können auch zwei in der Längsrichtung wirkende, entgegengesetzt gerichtete Kräfte P eine Beanspruchung auf Druckfestigkeit hervorrufen (Abb. 87).

Beispiele aus dem Maschinenbau sind: Fundamente, Unterlagplatten, kurze Stützen usw.

c) Die Scher- oder Schubfestigkeit.

Ein Körper wird auf Scher- oder Schubfestigkeit beansprucht, wenn zwei Kräfte P senkrecht zur Mittellinie des Körpers angreifen und den Körper in seinem Querschnitt durchzuschneiden oder durchzuscheren suchen (Abb. 88). Ein Beispiel hierfür bietet die Nietverbindung (Abb. 89). Die

beiden Kräfte P suchen die Nietverbindung zu zerstören, wobei schließlich der Niet in seinem runden Querschnitt durchgeschert wird (Abb. 90).

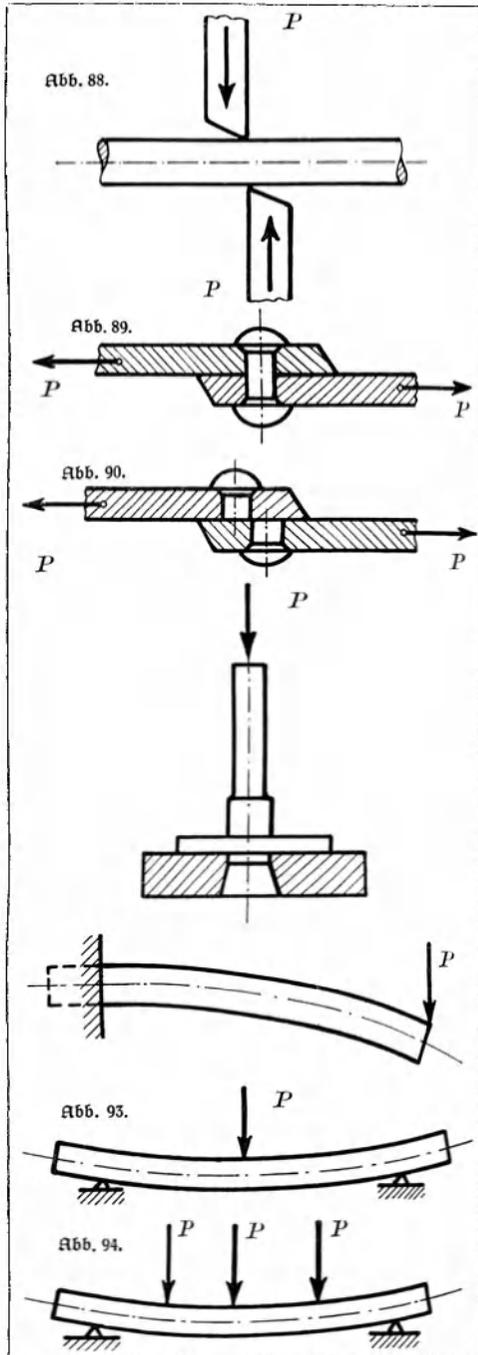
Beispiele aus dem Maschinenbau sind: Nietverbindungen, Gestängeverbindungen, Schraubenverbindungen usw. Bei diesen Verbindungen werden die Nieten, die Gestängebolzen, die Schraubenbolzen usw. auf Scherfestigkeit beansprucht.

Ein treffendes Beispiel für die Scher- oder Schubfestigkeit bietet auch das Lochn. Hier muß die Kraft P , welche auf den Lochstempel wirkt, die Scher- oder Schubfestigkeit des Materials überwinden, wenn ein Lochn erfolgen soll (Abb. 91).

d) Die Biegefestigkeit.

Ein Körper wird auf Biegung beansprucht, wenn er an einem Ende fest eingespannt ist und eine Kraft P , die senkrecht zu seiner Längsachse wirkt, ihn durchzubiegen oder durchzubrehen sucht (Abb. 92). Eine Biegebeanspruchung tritt ebenfalls ein, wenn ein Körper an seinen Enden unterstützt ist und dazwischen eine Kraft P einwirkt, die ihn durchzubiegen sucht (Abb. 93). Es können auch mehrere Kräfte P in dieser Weise wirken und eine Biegebeanspruchung hervorrufen (Abb. 94).

Beispiele aus dem Maschinenbau sind: Träger, Hebelarme, Wagenachsen, Kurbelzapfen, Zähne der Zahnräder usw.



e) Die Drehungsfestigkeit.

Ein Körper wird auf Drehungsfestigkeit beansprucht, wenn er an einem Ende fest eingespannt ist und am anderen Ende zwei Kräfte P wirken, die ihn um seine Längsachse zu verdrehen suchen (Abb. 95). Zwei Kräfte, die in dieser Weise wirken, nennt man ein Kräftepaar. Die Beanspruchung auf Drehungsfestigkeit kann man sich praktisch auf einfache Weise klar machen. Man spannt ein dünnes Rund-eisen oder einen Draht mit einem Ende in den Schraubstod. Auf das andere Ende setzt man einen Feilkolben auf und sucht mit Hilfe einer durchgesteckten Stange das Rund-eisen zu verwinden oder zu verdrehen. Das Rund-eisen wird in diesem Fall auf Drehungsfestigkeit beansprucht.

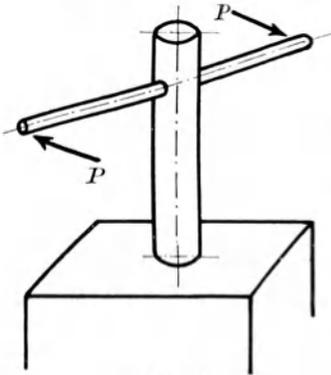


Abb. 95.

Beispiele aus dem Maschinenbau sind: Transmissionswellen, Achsen, Spindeln von Pressen, Gewindebohrer, Reibahlen, Spiralbohrer usw.

f) Die Zerknicksfestigkeit.

Ein Körper wird auf Zerknicksfestigkeit beansprucht, wenn er im Verhältnis zu seinem Querschnitt eine große Länge hat und eine in seiner Längsrichtung wirkende Kraft ihn zu zerdrücken bzw. zu zerknicken sucht (Abb. 96 u. 97). Durch die verhältnismäßig große Länge tritt noch vor dem Zerdrücken ein Zerknicken ein.



Abb. 96.

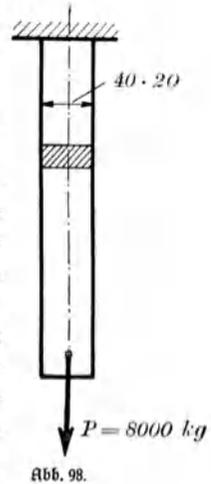


Abb. 97.

Beispiele aus dem Maschinenbau sind: Säulen, Kolbenstangen, Pleuelstangen usw.

4. Die Festigkeitsberechnung.

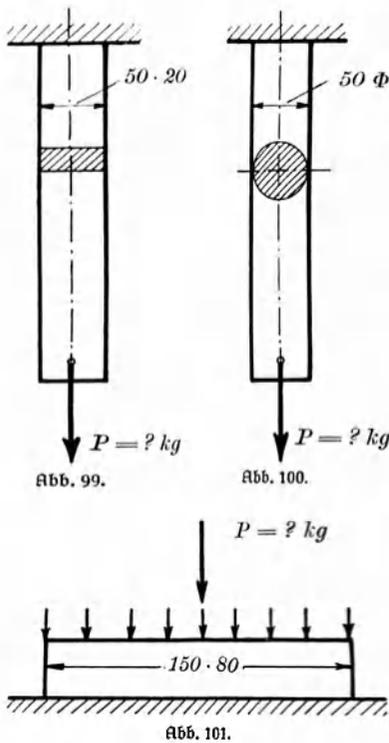
Wird ein Flacheisenstab von 8 qcm Querschnitt mit 8000 kg auf Zugfestigkeit beansprucht (Abb. 98), so hat jedes qcm eine Belastung oder Beanspruchung von $8000 : 8 = 1000$ kg auszuhalten. Man schreibt dies „1000 kg/qcm“. (Les: „1000 kg je Quadratcentimeter“.) Bei Konstruktions- oder Maschinenteilen darf die Elastizitätsgrenze niemals überschritten werden. Die Beanspruchung oder Belastung, welche man einem Material auf die Dauer mit Sicherheit zumuten darf, nennt man die zulässige Beanspruchung oder Belastung. Dieselbe muß weit unter der Elastizitätsgrenze liegen, damit keine bleibende Formänderung eintritt. Die Elastizitätsgrenze der einzelnen Materialien läßt sich verhältnismäßig schwer bestimmen. Einfacher gestaltet sich die Feststellung der Bruchgrenze. Man nimmt daher als zulässige Beanspruchung oder Belastung stets einen bestimmten Teil der Bruchbelastung an. In der Regel wählt man die zulässige Beanspruchung nur als $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{3}$ der Bruchbelastung. Das Material wird dann erst bei einer Belastung zerstört, die 4 bis 5 mal so groß ist als die zulässige Belastung. Man erreicht damit eine 4 bis 5 fache Sicherheit. Die untenstehende Tabelle gibt die Bruchbelastung und die zulässige Belastung der wichtigsten Eisen- und Stahlsorten für die verschiedenen Festigkeitsarten in kg/qcm an.



Beispiele:

1. Schweißeisen hat nach der Tabelle eine mittlere zulässige Beanspruchung auf Zug von 750–1000 kg/qcm. Die mittlere Bruchfestigkeit beträgt 3300–4000 kg/qcm. Hieraus ergibt sich, daß die zulässige Beanspruchung rund $\frac{1}{4}$ der Bruchfestigkeit beträgt. Berechnet man also einen Konstruktions- oder Maschinenteil aus Schweißeisen mit dieser zulässigen Beanspruchung, so hat man etwa eine 4fache Sicherheit gegen Bruch.

Material	Mittlere Bruchfestigkeit in kg/qcm auf		Mittlere zulässige Beanspruchung in kg/qcm auf				
	Zug	Druck	Zug	Druck	Schub	Biegung	Drehung
Schweißeisen	3300–4000	3300–4000	750–1000	750–1000	600–750	750–1000	300–330
Flüßeisen	3800–4400	3800–4400	850–1200	850–1200	700–950	900–1200	500–800
Flüßstahl	4500–9000	4500–9000	1200–1500	1200–1500	950–1200	1200–1500	900–1200
Stahlguß	4000–7000	4000–7000	600–900	900–1200	500–850	750–1000	500–850
Gußeisen	1200–1800	7500–9000	250–300	500–900	250–300	300–450	250–300



2. Flußeisen hat nach der Tabelle eine zulässige Bruchbeanspruchung von 850 bis 1200 kg/qcm. Seine Bruchfestigkeit beträgt 3800 bis 4400 kg/qcm. Die zulässige Beanspruchung beträgt also kaum mehr als $\frac{1}{4}$ der Bruchfestigkeit. Konstruktionen oder Maschinenteile, die mit dieser zulässigen Beanspruchung von 850–1200 kg/qcm berechnet werden, haben also etwa eine 4fache Sicherheit.

Aufgaben:

1. Welche Belastung P kann eine Flachstange nach Abb. 99 aus Flußeisen auf die Dauer mit genügender Sicherheit aufnehmen? Die zulässige Beanspruchung auf Zug sei 800 kg/qcm.

Lösung:

Querschnitt des Flach Eisens:

$$50 \cdot 20 = 1000 \text{ qmm} = 10 \text{ qcm.}$$

Belastung P :

$$800 \text{ kg} \cdot 10 = 8000 \text{ kg.}$$

2. Welche Belastung P kann eine Rundstange nach Abb. 100 aus Flußeisen mit

Sicherheit aufnehmen, wenn die zulässige Belastung auf Zug mit 1000 kg/qcm angenommen wird? Löse ähnlich wie Aufgabe 1.

3. Eine gußeiserne Unterlagplatte nach Abb. 101 von 150 mm Länge und 80 mm Breite soll eine gleichmäßig verteilte Last P aufnehmen. Die zulässige Belastung wird mit 700 kg/qcm angenommen. Wie groß kann die Last P sein? Löse ähnlich wie Aufgabe 1 und 2.

5. Die Materialprüfung.

Für die Prüfung der Materialien (Metalle), insbesondere des Eisens sind verschiedene Verfahren üblich. Man unterscheidet in der Hauptsache eine chemische Prüfung und eine mechanische Prüfung.

a) Die chemische Prüfung.

Die chemische Untersuchung und Prüfung erfolgt meist in den Hütten und Stahlwerken. Zu diesem Zweck verfügen die Hütten über chemische Laboratorien, in denen die erforderlichen Untersuchungen durchgeführt werden. Dort findet zunächst eine regelmäßige Untersuchung der Rohstoffe (Erze, Zuschlagmaterialien usw.),

statt. Weiter wird dann die Erzeugung des Roheisens wie auch des Schmiedeeisens und Stahls einer fortlaufenden chemischen Prüfung unterzogen. Den Abschluß bildet die Untersuchung und Prüfung der fertigen Erzeugnisse.

b) Die mechanische Prüfung.

Die chemische Prüfung kann nicht alle Eigenschaften des Materials feststellen. Die für die Bearbeitung in Frage kommenden mechanischen Eigenschaften wie Schmiedbarkeit, Schweißbarkeit, Zähigkeit können nur durch rein praktische Proben wie Schmieden, Schweißen, Bördeln, Verdrehen usw. geprüft werden.

Die mechanischen Eigenschaften, welche für die Beanspruchung der Materialien (Metalle) im Gebrauchszustande in Frage kommen, wie die verschiedenen Arten der Festigkeit (Zug-, Druck-, Biegungs-, Scher- und Verdrehungsfestigkeit), werden mit Hilfe besonderer Prüfmaschinen bzw. Vorrichtungen geprüft. Eine der wichtigsten Prüfungen ist hierbei die Bestimmung der Bruchfestigkeit.

E. Die Schmiermittel.

1. Zweck. Bei jeder Maschine gibt es Flächen, die bei der Bewegung aufeinander reiben. Die Schmiermittel haben den Zweck, diese Reibung möglichst abzuschwächen. Das Schmiermittel schiebt sich zwischen die sich reibenden Flächen. Dadurch tritt an Stelle der großen starren Reibung der Flächen die bedeutend kleinere flüssige Reibung des Schmiermittels.

2. Einteilung. Man teilt die Schmiermittel ein in: a) Mineralöle, b) Pflanzenöle, c) Tieröle und Sette.

a) Die Mineralöle werden aus Kohle und Erdöl gewonnen. In der Hauptsache kommt das amerikanische und russische Rohpetroleum für die Gewinnung in Frage. Man unterscheidet dünn- und dickflüssige Mineralöle. Die dünnflüssigen Mineralöle tropfen schon bei gewöhnlicher Temperatur. Sie dienen daher für die Schmierung von Lagern, Gelenk- und Reibungsstellen, die sich an der freien Luft befinden. Die dickflüssigen Mineralöle werden erst durch entsprechende Erwärmung flüssig. Man wendet sie daher zur Schmierung der Kraftmaschinenzylinder an und nennt sie auch Zylinderöle. Die Hauptvorzüge der Mineralöle sind ihre Säurefreiheit und die Eigenschaft, daß sie nicht verharzen. Die Färbung der Mineralöle ist gelb bis braun. Sie zeigen bei auffallendem Licht ein eigentümliches Schimmern. Amerikanische Öle haben hierbei eine grüne, russische Öle eine blaue Schimmerwirkung.

b) Die Pflanzenöle gewinnt man durch Auspressen von Pflanzensamen. Sie besitzen, selbst in dünnen Schichten aufgetragen, eine gute Schmierfähigkeit. Nachteilig wirkt jedoch, daß sie sehr schnell verharzen und zur Säurebildung neigen, wodurch die Metalle angegriffen werden. Die Pflanzenöle werden daher auch im Maschinenbau fast gar nicht gebraucht.

Pflanzenöle sind:

1. Rüböl (Rapsöl), Farbe gelb bis braun, dickflüssig, wird zweckmäßig mit Mineralöl gemischt verwendet, wirkt sehr kühlend, ist jedoch teuer.

2. Rizinusöl, Farbe gelb, sehr zähflüssig, nicht mischbar mit Mineralöl, trübt sich bei 0°. Es dient hauptsächlich zum Schmieren der Umlaufmotoren für Flugzeuge, bei denen die Zuführung des Gasgemisches in die Zylinder durch das Kurbelgehäuse erfolgt. Da sich Rizinusöl in Benzin nicht löst, kann es durch das Benzingasgemisch nicht gewaschen werden.
- c) Die Tieröle und Fette werden aus Talg, Klauen, Knochen usw. gewonnen. Sie besitzen dieselben nachteiligen Eigenschaften wie die Pflanzenöle.

Ein Tieröl, welches im Maschinenbau für feinere Teile Verwendung findet, ist das Knochenöl. Es hat eine weiße bis gelbe Farbe, ist geruch- und geschmacklos und wird nicht leicht ranzig.

Die Schmierfette kommen unter dem Namen Maschinen- oder Staufferfett in den Handel. Sie dienen hauptsächlich zum Schmieren von schwer belasteten Lagern. Eine weitere Verwendung finden sie bei Zahnrädergetrieben, die in geschlossenem Gehäuse eingetapselt sind. Vielfach vermischt man reinen Graphit mit etwas Öl oder Fett und erhält dann auch ein vorzügliches Schmiermittel. Graphit leitet nämlich die Wärme sehr gut ab. Man wendet daher diese Schmierung mit Vorteil da an, wo ein Heißlaufen der Lager zu befürchten ist.

3. Prüfung auf Säuregehalt und Schmierfähigkeit.

- a) Um den Säuregehalt zu prüfen, übergießt oder bestreicht man eine blanken Kupferplatte mit dem betreffenden Schmiermittel. Bildet sich nach einigen Tagen auf der Platte eine grüne Färbung, so ist Säure vorhanden.
- b) Die Schmierfähigkeit prüft man, indem man zwischen zwei glatt geschliffenen Metallplatten eine dünne Schicht des Schmiermittels bringt. Lassen sich die Platten nach einiger Zeit nur schwer verschieben, so liegt ein Verharzen vor.

Bei der Handprobe muß sich gutes Öl vollkommen fettig anfühlen.

Verbrennt man eine kleine Menge Öl in einem Blechlöffel, so dürfen keine Rückstände bleiben.

F. Die Schleifmittel.

1. **Zweck.** Soll eine ganz feine Schicht Material fortgenommen werden, so wendet man Schleifmittel an. Die Härte des Schleifmittels muß also stets größer sein als die Härte des zu schleifenden Materials.

2. **Einteilung und Handelsformen.** Man teilt die Schleifmittel ein in:

- a) Natürliche Schleifmittel: Korund, Schmirgel, Bimsstein, Sandstein, Ölstein, Holzkohle.
- b) Künstliche Schleifmittel: künstlicher Korund und Karborundum.

Die Schleifmittel werden entweder gemahlen in verschiedenen Körnungen oder in Form von runden Scheiben (Schleifscheiben) verwendet.

Die gemahlene Schleifmittel vermischt man beim Gebrauch mit Öl, um ein Anhaften an den zu schleifenden Stellen herbeizuführen. Auch leimt man sie auf Leder, Leinen, Holz und Papier auf und erhält dann Schmirgelleinen, Schmirgelhölzer, Schmirgelpapier.

Bei den Schleifscheiben unterscheidet man in der Hauptsache zwei Arten, und zwar:

1. Schleifscheiben aus natürlichem Sandstein. Sie eignen sich für Naßschliff von Werkzeugen, wie z. B. Drehstählen, Bohr- und Fräsmessern, Spiralbohrern, Meißeln usw.
2. Schleifscheiben aus Schmirgel, Korund usw., sogenannte Schmirgelscheiben. Sie dienen zum Trockenschliff von Werkzeugen, wie z. B. Fräsern, Reibahlen, Spiralbohrern, Gewindebohrern und zeichnen sich durch eine gute Schnittfähigkeit aus. Eine weitere Verwendung finden die Schmirgelscheiben zum Rundschleifen von Maschinenteilen, z. B. Wellen. Man benutzt hierzu sogenannte Rundschleifmaschinen, und zwar hauptsächlich für Naßschliff.

Die Schmirgelscheiben werden von den betreffenden Firmen gebrauchsfertig geliefert.

Man stellt sie her, indem man die einzelnen Körnchen durch Bindemittel zusammenfügt und durch Brennen im Scharffeuer dann die versteinerte Scheibe erhält.

Anmerkung: Vgl. Näheres über Anwendung der Schleifmittel im zweiten Teil der Sachkunde für Maschinenbauerklassen von Stolzenberg.

G. Das Holz.

1. Vorkommen und Wachstum. Das Holz wird aus den Stämmen der Bäume gewonnen. Es besteht aus Holzfasern. Die Holzfaser hat sich aus kleinen Bläschen gebildet, die man Zellen nennt. Beim Wachsen des Baumes bildet sich jedes Jahr

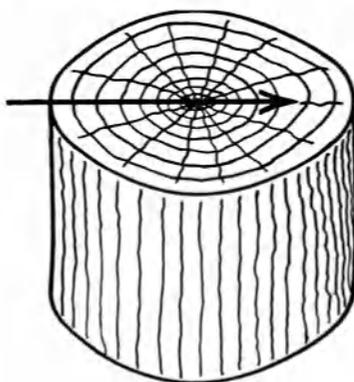


Abb. 102.

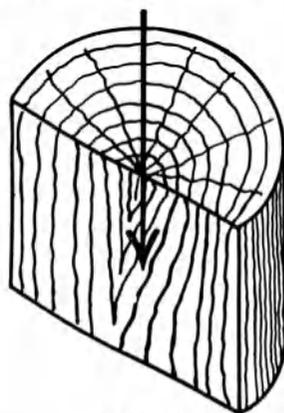


Abb. 103.

unter der Rinde eine neue Zellschicht. Einen Schnitt quer durch den Stamm nennt man Hirschnitt (Abb. 102), einen Schnitt durch die Längsachse des Stammes nennt man Spiegelschnitt (Abb. 103)

Beim Hirschnitt sieht man die einzelnen Zellschichten als Jahresringe. Das Holz in der Mitte zeigt dunklere Färbung und wird Kernholz genannt. Das Holz nach dem Rande zu ist heller gefärbt und heißt Splintholz. Es ist jünger und weicher als das Kernholz. Die Saftzufuhr für das Wachstum des Holzes findet im Splintholz statt. Das Holz wächst in unserer Gegend etwa von Februar bis November. Dann ist die Saftzufuhr sehr groß. Daher müssen die Bäume im Winter, wenn das Wachsen

ruht, gefällt werden. Auch dann besitzt das Holz noch bis zu 45% Feuchtigkeit. Durch langes Lagern an der Luft oder künstliches Trocknen in besonderen Trockenkammern geht der Feuchtigkeitsgehalt bis auf etwa 15% herunter.

2. Einteilung und Arten. Man unterscheidet die Hölzer zunächst in Laub- und Nadelhölzer. Für technische Zwecke wichtig ist eine Einteilung in harte und weiche Hölzer.

Harte Hölzer sind z. B. Eiche, Buche, Esche, Nußbaum, Pittspine (amerikanische Kiefer).

Weiche Hölzer sind Fichte, Tanne, Erle, Pappel, Linde.

Besonders harte Hölzer liefern uns die Tropen, z. B. Pockholz, Teakholz, Mahagoni.

3. Eigenschaften und Verwendung. Das Holz ist fest und zähe. Dabei läßt es sich gut teilen und schneiden. Das spez. Gewicht ist gering und schwankt zwischen 0,3 und 0,9. Das Holz ist also leichter als Wasser und schwimmt daher auf demselben.

Eine unangenehme Eigenschaft ist das Arbeiten des Holzes. Hierunter versteht man das Schwinden, Quellen, Verwerfen und Reißen desselben. Man verhindert dies durch das Sperrn; d. h. man verleimt einzelne Bretter in der Längsfaser nach verschiedenen Richtungen.

Das Holz findet eine vielseitige Verwendung im Möbelbau, Hausbau, Schiffbau usw. Im Maschinenbau wird es hauptsächlich zur Anfertigung von Modellen gebraucht. Außerdem dient es zur Herstellung von Riemenscheiben, Kammzähnen, Seilenheften, Hammerstielen, Hebebäumen, Gerüstbauten usw.

Eine weitere Verwendung findet das Holz in Form von Holzkohle. Sie ist ein sehr reiner Brennstoff und wird beim Hartlöten, Härten, bei Kupferschmiede- und Klempnerarbeiten benutzt.

H. Das Leder.

1. Vorkommen und Herstellung. Das Leder kommt in der Natur nicht fertig vor, sondern es wird aus der Haut der Tiere, insbesondere der Ochsen, Kühe, Kälber, Schafe, Ziegen usw. gewonnen. Die Haut der Tiere besteht aus drei Schichten. Die untere Schicht heißt Fetthaut und enthält Fett- und Schweißdrüsen. Die darüber liegende mittlere Schicht ist die faserige Lederhaut. Die äußere Hautschicht heißt Oberhaut. Sie besteht aus einer Hornschicht, welche abgestorben ist und sich abschuppt.

In frischem Zustande geht die tierische Haut leicht in Säulnis über. Dies könnte man durch Trocknen verhindern, da vor allem durch die Feuchtigkeit der Haut Säulnis entsteht. Durch Trocknen wird jedoch die Haut hart und brüchig. Zur Verwendung als Leder muß sie geschmeidig und biegsam sein. Man behandelt die Haut daher mit verschiedenen Stoffen, den Gerbstoffen, wodurch sie haltbar und zugleich weich und geschmeidig wird. Die mit Gerbstoffen behandelte Haut nennt man Leder.

Das Gerben der Häute erfolgt auf folgende Weise:

Die Häute werden eingeweicht und gewässert. Dann wird die Oberhaut und die Unterhaut entfernt, nachdem man sie vorher durch entsprechende Stoffe bear-

beitet hat (Kalk, holzessig). Die Entfernung geschieht durch Abschaben mit einem Schabemesser. Hierauf erfolgt das Schwellen der Häute, indem man sie in sehr verdünnte Säure einlegt. Durch das Schwellen quellen die Häute auf, so daß sie den Gerbstoff besser in ihre Poren aufnehmen können. Nun erfolgt das eigentliche Gerben. Man unterscheidet hierbei:

- a) Die Loh- oder Rotgerberei.
- b) Die Mineral- oder Weißgerberei.
- c) Die Öl- oder Sämischerberei.

In der Lohgerberei benutzt man als Gerbstoff gemahlene Eichenrinde, sogenannte Eichenlohe oder auch Fichtenlohe, sowie das amerikanische Quebrachsholz. Bei der Mineralgerberei wird Alaun oder Kochsalz zum Gerben gebraucht. Das so erhaltene Leder ist weiß. Daher auch der Name Weißgerberei. Neuerdings benutzt man an Stelle von Alaun oder Kochsalz eine Chromsalzlösung zum Gerben (Chromleder). Die Sämischergerberei ist wohl das älteste Verfahren zum Gerben. Hier werden die Häute mit Fett oder Tran eingerieben und an der Luft ausgehängt. Das so hergestellte Leder ist weicher und wolliger als andere Lederarten. Es läßt sich waschen, ohne seine guten Eigenschaften zu verlieren. Man nennt es Waschleder.

Für das im Maschinenbau gebrauchte Leder kommt hauptsächlich die Loh- und die Mineralgerberei mit Chromsalzen in Frage. Die Häute werden schichtenweise mit Loh in Gruben eingesetzt, die dann mit Wasser gefüllt werden. Das Wasser laugt die Loh aus, und die Gerbsäure dringt in die Poren der Häute ein. Um die Zeit der Gerbung abzukürzen, verwendet man auch fertige Lohbrühe.

2. Arten und Verwendung. Man unterscheidet folgende Arten von Leder: a) Sohlleder, b) Sattlerleder, c) Oberleder, d) weißgegerbtes Leder und e) Waschleder.

Im Maschinenbau findet fast nur Sattlerleder Verwendung zur Anfertigung von Treibriemen. Es ist lohgegerbtes Leder oder Chromleder, welches mit Talg und Stearin eingefettet ist. Für Treibriemen nimmt man in der Regel das sogenannte Kernleder. Dies ist das Leder aus dem mittleren Teil der Haut, die den Rücken des Tieres bildete. Rundriemen werden durch Rundhobeln oder durch Zugsammendrehen in Schraubenwindungen hergestellt. Eine weitere Verwendung findet das Leder im Maschinenbau zur Anfertigung von Ledermanschetten für Kolben und Zylinder, sowie zu Dichtungsringen und Dichtungscheiben bei Rohrleitungen.

J. Die Brennstoffe.

1. Allgemeines.

Die Brennstoffe bilden die Grundlage für die Industrie. Ohne sie kann sich keine Industrie entwickeln und ausbreiten. Wir sehen immer, daß Länder, in denen der wertvollste Brennstoff, die Kohle, gewonnen wird, auch eine hochentwickelte Industrie haben, z. B. Deutschland, England, Frankreich und Amerika. (Abb. 104 zeigt die Lagerstätten der Steinkohle und der Braunkohle in Deutschland.)

Die wichtigsten Brennstoffe sind die Steinkohle und die Braunkohle. Man verwendet sie zum Teil so wie sie sind, stellt aber auch andere Brennstoffe daraus

her, wie Koks, Benzol, Benzin und Gas, wobei man gleichzeitig wertvolle Nebenprodukte erhält.

Die Brennstoffe werden nach ihrem Heizwert, nach ihrem Preis und nach ihrer Verwendungsmöglichkeit beurteilt. Der Heizwert wird ausgedrückt durch die Anzahl der Wärmeeinheiten, die bei der Verbrennung von 1 kg des Brennstoffes entstehen. So entwickelt z. B. 1 kg Steinkohle etwa 7500 Wärmeeinheiten (WE), 1 kg Braunkohlenbriketts 4500 WE, 1 kg Rohbraunkohle 2000 WE und 1 kg Koks 7000 WE.

2. Die Braunkohle.

a) Eigenschaften. Die Braunkohle ist erdig und bröckelig und hat ihren Namen von der braunschwarzen Farbe. Sie ist nicht so fest wie die Steinkohle. Da ihr Heizwert gering ist, wird sie in der Maschinenindustrie nur wenig benutzt. Meist wird sie vor dem Versand zu handlichen Briketts gepreßt.

b) Entstehung. Aus der Zusammensetzung kann man erkennen, daß die Braunkohle meist aus Nadelhölzern entstanden ist. Diese Nadelhölzer sind vor undenklichen Zeiten verschüttet, dann wahrscheinlich durch Wasserfluten abgeschwemmt und mit einer Sandschicht überdeckt worden. Durch den Abfluß von der Luft sind die Hölzer langsam verkohlt. Da sie aber in geringer Tiefe lagerten, ist die Verkohlung nicht so vollständig wie bei der Steinkohle.

c) Fundstellen. Deutschland ist reich an Braunkohlen. Zahlreiche Braunkohlengruben befinden sich in der Rheinprovinz bei Köln. Andere mächtige Lager sind in der Niederlausitz (Senftenberg) und in der Provinz Sachsen bei Halle und Bitterfeld, ferner in Bayern und an manchen anderen Stellen Deutschlands.

d) Gewinnung. Da die Braunkohle nicht tief liegt, kann sie durchweg im Tagebau gewonnen werden. Kostspielige Schächtanlagen, wodurch die Kohle verteuert wird, sind hierbei nicht nötig. Die Erdschicht, die das Braunkohlenlager bedeckt, wird zuerst durch Trockenbagger abgeräumt, so daß die Kohle freiliegt. Sie wird dann durch Spitzhacken losgeschlagen oder durch Bagger mit starken Zähnen losgerissen. Die Kohle rollt auf die Sohle des Tagebaues und wird durch eine Seilbahn in kleinen Wagen nach oben zu den Aufbereitungsanlagen befördert. Wenn die Deckschicht zu mächtig ist, muß man einen Schacht hindurchtreiben und die Braunkohle im Tiefbau gewinnen. Selten beträgt die Tiefe aber mehr als 100 m. Der Abbau wird durch die Schächtanlage teurer, umständlicher und gefährlicher. Schlagwetter und Kohlenstaubexplosionen braucht der Bergmann allerdings hier nicht zu befürchten, aber giftige Gase und Selbstentzündung der Kohle bedrohen Leben und Gesundheit des Bergmannes.

e) Aufbereitung. Nach der Förderung erfolgt die Aufbereitung der Braunkohle. Man läßt sie über Schüttelsiebe gehen und sortiert sie nach der Stückgröße. Dann wird sie in Güterwagen verladen und versandt. Diese Rohbraunkohle dient insbesondere jetzt bei der Kohlenknappheit an Stelle von Steinkohle als Kesselskohle. Meist zerfällt aber die Braunkohle bei der Gewinnung und bildet viel Grus. Daraus werden die Briketts hergestellt. Zuerst wird der Braunkohlengrus, der bis zu 50% Wasser enthält, in geheizten Trommeln getrocknet. Dann kommt er in eine Presse, wo er zu Briketts gepreßt wird. Durch den großen Druck

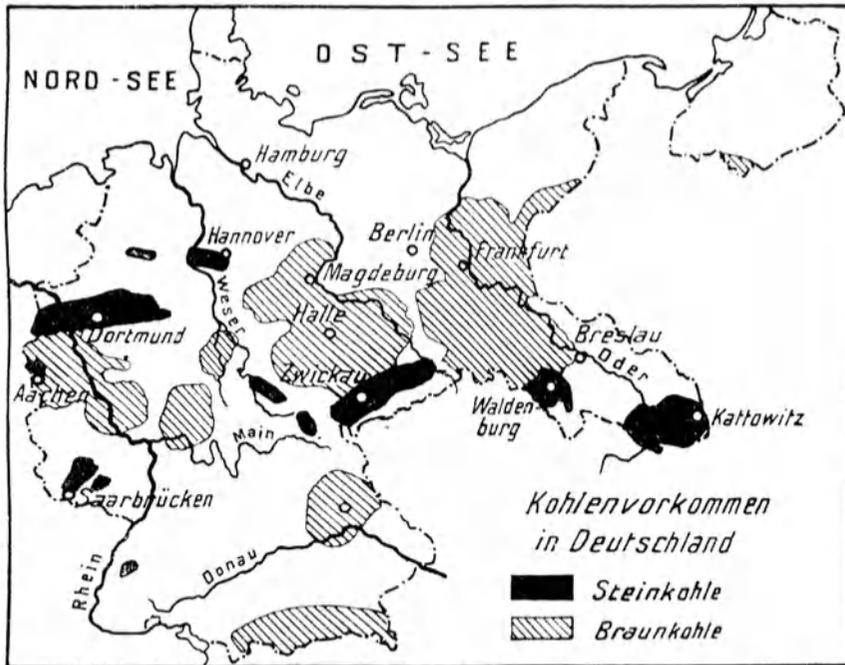
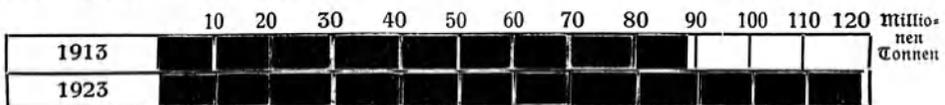


Abb. 104.

wird das Brickett gleichzeitig stark erhitzt. Die in der Braunkohle enthaltenen Harze und Öle verbinden in der Hitze den Grus zu einer festen Masse. Dadurch werden die Bricketts auch für größere Entfernungen transportfähig. Braunkohlenbricketts sind als billiger Hausbrand sehr beliebt. Durch Vermischung mit anderen Brennstoffen erhält man die sogenannten Industriebriquetts.

f) **Nebenprodukte.** Aus Braunkohlen mit starkem Harzgehalt gewinnt man den Braunkohlenteer. Der Rückstand heißt Grudefoks. In der Gegend von Magdeburg und Halle wird dieser in besonderen Küchenherden gebrannt und ist sehr beliebt. Aus dem Braunkohlenteer gewinnt man durch weitere Verarbeitung Benzol, Gasöl und Paraffin. Benzol wird vergast und dient zum Antrieb von Motoren. Gasöl wird mit Acetylen gas gemischt und zur Beleuchtung der Eisenbahnwagen gebraucht. Aus Paraffin werden Kerzen hergestellt.

Aus nachstehender Übersicht ist zu erkennen, daß die Braunkohlenförderung Deutschlands durch Aufschluß weiterer Lager in den letzten 10 Jahren bedeutend gestiegen ist. (Rückgang der Steinkohlenförderung, teilweise Umstellung der Industrie auf Braunkohlenförderung.)



Deutschlands Braunkohlenförderung in Millionen Tonnen.

3. Die Steinkohle.

a) Eigenschaften. Die Steinkohle ist härter als die Braunkohle, läßt sich aber leicht in Stücke zerbrechen. Sie hat einen größeren Heizwert als die Braunkohle. Steinkohle : Braunkohle wie 6 : 4.

b) Entstehung. Die Steinkohle ist wie die Braunkohle aus Pflanzen der Urzeit entstanden. Damals herrschte in unseren Gegenden ein tropisches Klima. Die Pflanzen, meist Farne, gediehen in Sumpf und Wald zu ungeheurer Größe. Durch gewaltige Erdverschiebungen sind die Pflanzenmassen unter Schlamm und Gestein begraben worden. Abgeschlossen von der Luft, verkohlten sie im Laufe der Zeit, und unter dem Druck der Deckschicht versteinerten sie.

c) Vorkommen. Steinkohlenlager finden sich in fast allen Ländern der Erde. Deutschland stand in der Förderung früher an dritter, jetzt an vierter Stelle. Es wird von England, Nordamerika und Frankreich übertroffen. Gewaltige Kohlenlager sind neuerdings auch in China, in Island und Grönland festgestellt worden. Wichtige Kohlengebiete in Deutschland sind:

1. das Ruhrkohlengebiet zwischen Duisburg, Essen, Bochum, Dortmund, Hamm,
2. das Saarkohlengebiet bei Saarbrücken (zeitweilig Saarstaat),
3. das Oberschlesische Kohlengebiet bei Beuthen, Kattowitz und Königshütte.

d) Gewinnung. Während die Braunkohle meist im Tagebau gefördert wird, ist dies bei der Steinkohle wenig der Fall. In China z. B. (Provinz Schantung) ist der Tagebau möglich, weil dort die Kohle günstig liegt. Sonst ist der Tiefbau erforderlich, da die Steinkohle meist sehr tief lagert, bis zu 1500 m (Kölner Domtürme 150 m). Zuerst wird durch Tiefbohrung an verschiedenen Stellen versucht, ob Kohlen vorhanden sind. Ist dies der Fall, und liegt die Kohle nicht zu tief, so wird ein weiter, brunnenartiger Schacht „abgeteuft“. Die Arbeit ist langwierig, schwierig und kostspielig. Starke Gesteinsmassen müssen durchbohrt werden. Am schlimmsten sind aber Schichten von Flugsand und wasserführende Schichten. Neuerdings wird hierbei das Gefrierverfahren angewandt. Rund um den Schacht werden Löcher in die Tiefe gebohrt und mit Rohren versehen, die unten geschlossen sind. Diese Rohre werden mit einer Flüssigkeit gefüllt, deren Temperatur unter dem Gefrierpunkt liegt. Die dadurch gekühlte Rohrwandung entzieht dem Erdreich so viel Wärme, daß es gefriert. So läßt sich der Schacht ohne Gefahr tiefer treiben. Er wird meist mit gußeisernen Ringen, „Tübbings“ genannt, ausgekleidet. Wenn er die Kohlenschicht, das „Flöz“ erreicht hat, werden nach rechts und links mannshohe Gänge, „Sohlen“ genannt, in das Gestein gehauen. Von der Sohle aus führen Querschläge in die Kohlenflöze hinein. Die Kohlen werden von den Bergleuten durch Sprengmittel losgesprengt und auf Förderwagen geladen. Diese werden auf der Sohle gesammelt und durch Pferde oder Triebwagen zum Schacht befördert. Hier werden die Förderwagen mit ihrem Inhalt in eiserne Förderkörbe geschoben, die wie große Aufzüge aussehen. An starken Drahtseilen werden sie hochgezogen. Daneben gehen die leeren Wagen wieder nach unten.

e) Aufbereitung. Oben angekommen, werden die Kohlen durch Schüttelsiebe nach Stückgröße sortiert. Gleichzeitig werden auch die Steine ausgelesen. Darauf

werden die Kohlen auf der Ladebühne in bereitstehende Eisenbahnwagen geladen, deren jeder etwa 15 t = 15 000 kg = 300 Str. faßt.

f) Gefahren des Bergbaues. Der Beruf des Bergmanns ist gefährlich. In den Stollen lösen sich zuweilen einzelne Steine aus der Decke, „dem Hangenden“, und gefährden den Bergmann. Mitunter stürzen aber auch ganze Strecken zusammen und verschütten ganze Gruppen von Arbeitern oder sperren sie vom Schacht ab. Am gefährlichsten sind die „schlagenden Wetter“. Es sind dies Gase, die aus Erdspalten ausströmen und sich am offenen Licht leicht entzünden. Fast ebenso gefährlich ist der Kohlenstaub, der im trockenen Zustand auch explosionsartig verbrennen kann.

g) Schutzmaßnahmen. Die ausgebeuteten Strecken werden sorgfältig abgestützt. Besondere Sorgfalt verwendet man auch auf die Zuleitung frischer Luft. Es ist streng verboten, mit offenen Lampen ein Bergwerk zu befahren (Dampfsche Sicherheitslampe). Zur Verhütung von Kohlenstaubexplosionen werden die Wände ständig mit Wasser berieselt. Durch Wasserhaltungsmaschinen wird das überflüssige Wasser, welches sich unten im Schacht sammelt, ausgepumpt.

h) Arten der Steinkohle.

- a) Nach ihrer Flamme unterscheidet man Magerkohle und Settkohle. Die Magerkohle (Anthrazit) hat eine kurze, fast rauchlose Flamme und erzeugt eine große Hitze. Sie bildet wenig Ruß und hinterläßt wenig Schlacken. Daher eignet sie sich gut für Zimmerheizung in Dauerbrandöfen. Die Settkohle hat eine lange Flamme, bildet viel Ruß und hinterläßt viel Asche und Schlacken.
- b) Nach dem Verhalten auf dem Schmiedeherd unterscheidet man Backkohle und Sinterkohle. Die Backkohle bläht sich in der Hitze auf, schmilzt und bildet einen zusammenhängenden Kuchen. Dadurch werden die im Feuer liegenden Schmiedestücke vor Abkühlung geschützt. Die Sinterkohle backt ebenfalls, schmilzt aber nicht zu Klumpen zusammen.
- c) Nach der Stückgröße unterscheidet man Stückkohlen, Nußkohlen und Grus. Stückkohlen zeigen große und kleine Stücke, wie sie gefördert werden. Nußkohlen werden in gleichmäßigen Stücken geliefert (drei Sorten von Haselnuß- bis Faustgröße).

Aus Steinkohlengrus werden Steinkohlenbriketts unter Zusatz von Steinkohlenteer gepreßt (vgl. Braunkohlenbriketts).

i) Nebenprodukte. Aus Steinkohlen wird durch Ausglühen das Leuchtgas gewonnen (S. 75). Dabei wird auch Steinkohlenteer und Ammoniakwasser abgeschieden. Der Rückstand ist Koks (S. 74). Aus dem Steinkohlenteer gewinnt man Benzol und die herrlichen Anilinfarben.

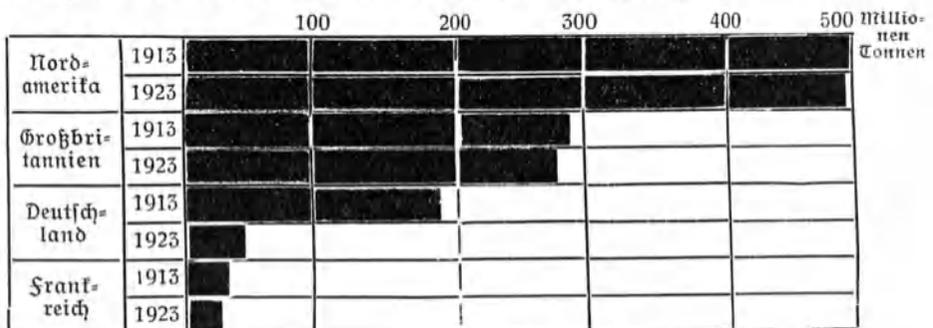
k) Bedeutung. Im Jahre 1913 (letztes Friedensjahr) wurden auf der ganzen Erde etwa 1350 Millionen Tonnen Steinkohle gefördert. (90 Millionen Waggons zu je 15 t Inhalt, oder 2 Millionen Güterzüge zu je 45 Waggons.) Deutschland hatte 1913 eine Förderung von etwa 190 Millionen Tonnen, die infolge der durch den Krieg verursachten Verhältnisse (Gebietsabtretung und Leistungsrückgang) auf $\frac{1}{3}$ gesunken ist. Über 1 Million Arbeiter sind im Bergbau beschäftigt und finden dort Arbeit und Brot. Rechnet man auf jeden Bergmann 3 Angehörige, so ergibt sich, daß in Deutschland etwa 4 Millionen Menschen vom Bergbau leben. Die

im Bergbau tätigen Arbeiter machen etwa 10% der in der Industrie beschäftigten Personen aus. Da unsere ganze Industrie, Eisenbahn und Schiffahrt, Heizung und Beleuchtung, ja unser ganzes Dasein, ohne Steinkohle nicht denkbar ist, so hängt von der Arbeit eines Bergmannes die Beschäftigung von zehn anderen Arbeitern ab.

Von der deutschen Steinkohle wurden vor dem Kriege gebraucht:

zur Erzeugung und Verarbeitung von Eisen	33 %
für den Hausbrand	20 %
„ Schiffahrt und Elektrizität	18 %
„ den Betrieb der Eisenbahnen	8 %
„ den Selbstverbrauch der Zechen	7,5 %
„ die Ausfuhr	7,5 %
„ die Gaswerte	6 %

Die folgende Darstellung gibt eine Übersicht über die Steinkohlenförderung der wichtigsten Kohlenländer im Vorkriegsjahr 1913 und im Nachkriegsjahr 1923. Zu beachten ist insbesondere der starke Rückgang der Kohlenförderung Deutschlands (Verlust von Steinkohlengruben durch Gebietsabtretung, Rückgang des Verbrauchs in der deutschen Industrie, Rückgang der Ausfuhr usw.).



Steinkohlenförderung in Millionen Tonnen.

4. Koks.

a) Eigenschaften. Der Koks ist bedeutend härter als die Steinkohle. Er brennt weniger leicht als Steinkohle, liefert aber bei starker Luftzufuhr eine große Hitze und entwickelt wenig Rauch und Ruß.

b) Gewinnung. Man unterscheidet Gaskoks und Zechenkoks. Der Gaskoks ist der Rückstand bei der Gasbereitung. Gashaltige Kohle wird hier in großen Tongefäßen (Retorten) unter Luftabschluß geglüht. Dabei entweicht das Gas und wird aufgefangen. Aus dem Gas gewinnt man noch Teer und Ammoniakwasser (S. 73). Die ausgeglühte Kohle wird aus den Retorten gezogen und abgekühlt. Sie bildet den Gaskoks. Er hat durchweg kleinere Stücke. Härter und gröber ist der Zechenkoks. Mit den meisten Zechen sind Kokerien verbunden. In langer Reihe liegen hier die Koksöfen wie mannshohe Backöfen nebeneinander. Sie sind aus feuerfestem Ton gebaut und vorne und hinten verschließbar. Der Reihe nach werden sie mit Steinkohle gefüllt, verschlossen und angeheizt. Das entweichende Gas wird aufge-

fangen und an die umliegenden Städte als „Serngas“ weitergeleitet. Ist die Kohle vergast, so wird der ganze Inhalt des Ofens durch einen Schieber herausgedrückt. Die ausgedrückte Kohle erfaltet langsam und bildet den harten Zechenkoks in großen Stücken. Durch Überspritzen mit Wasser geht die Abkühlung schneller vor sich, und der Koks bildet kleine Stücke; er heißt dann Perlkoks.

c) Verwendung. Der Koks wird für den gewöhnlichen Hausbedarf wenig benutzt. Nur für Sammelheizungen („Zentralheizungen“) ist er das beste und billigste Feuerungsmaterial. Auch zur Feuerung der Lokomotiven und für das Schmiedefeuer ist er geeignet. Wegen der großen Härte und Festigkeit wird er in großen Mengen zum Beschicken der Hochofen benutzt. Kohlen kann man im Hochofen nicht gebrauchen, weil sie backen und auch von den darauf ruhenden Lasten zerdrückt würden. Der Koks gewährt ein stetiges, gleichmäßiges Nachsacken (S. 5). Dann erzeugt Koks auch bedeutend mehr Hitze, wodurch das Schmelzen des Erzes erleichtert wird.

5. Heizgas und Leuchtgas.

a) Einleitung. Gase sind luftförmige Körper. Es gibt viele Gase: z. B. Wasserstoff, Sauerstoff, Chlor usw. Unter Gas versteht man aber in der Regel das leichte Kohlenwasserstoffgas. Es ist leichter als die Luft und strömt deswegen immer nach oben. Es brennt mit heller Flamme, mit Luft gemischt explodiert es leicht.

b) Bedeutung. Das Gas spielt sowohl in der Industrie wie im Haushalt eine große Rolle. Es ist gleich wichtig für Motorenantrieb, für Heizung und Beleuchtung.

c) Erdgas. An manchen Stellen der Welt strömt das Gas aus der Erde. Es entsteht aus unterirdischen Ölablagerungen. Das Erdgas wird aufgefangen und kann ohne weiteres verwendet werden. Erdgasquellen finden sich in Pittsburg (Nordamerika), Bafu (am Kaspiischen See), in China und Indien. Neuerdings sind auch in der Nähe von Hamburg Erdgasquellen gefunden worden.

d) Vorversuch. Der Kopf einer Tonpfeife wird mit kleinen Kohlenstückchen gefüllt und mit Lehm verschmiert. Als dann wird der Kopf über einer Spiritusflamme erhitzt. Es bildet sich Gas, welches aus dem Rohr ausströmt und entzündet werden kann. Den Vorgang nennt man trockene Destillation.

e) Gasbereitung. Die Gasbereitung im großen erfolgt in der Gasanstalt. Hier wird Steinkohle unter Luftabschluß geglüht. Man gebraucht dafür eine fette Backkohle. Über einer Feuerung liegen große Büchsen (Retorten) aus feuerfestem Ton (Schamotte). Jede Büchse faßt mehrere Ztr. Kohlen und kann durch einen Deckel fest verschlossen werden. Die gefüllten Büchsen werden auf annähernd 1200° erhitzt. Das Gas entweicht durch Steigerohre, die an die Büchsen angeschlossen sind. Da es heiß und mit verschiedenen Beimengungen vermischt ist, muß es gekühlt und gereinigt werden. Hierzu leitet man es zunächst in einen Luftkühler und dann in einen Wasserkühler. Der Luftkühler ist ein weiter Schacht. Das Gas tritt unten ein, kühlt sich etwas ab und wird oben wieder aufgefangen. Der Wasserkühler ist mit fließendem Wasser gefüllt. Das Gas wird in mehreren Rohrwindungen hindurchgeführt

und kühlt sich weiter ab. In einem Teerabscheider werden dann Teer und Ammoniakwasser ausgeschieden. Hierauf wird das Gas zweimal gereinigt, im sogenannten Strubber und im Reinigungstasten. Der Strubber ist ein mit Koksstückchen gefüllter Behälter. Von oben rieselt Wasser herab, und das Gas strömt ihm von unten nach oben entgegen. In dem Reinigungstasten liegt auf Weidengeflecht gemahlene Raseisenerz, welches mit Sägespänen aufgelockert ist. Das Gas wird hier von dem Schwefel gereinigt und gelangt dann in den Gassammler (Gasometer). Das ist ein großer, eiserner Kessel, der unten offen ist. Er schwimmt im Wasser, um einen luftdichten Verschluss herzustellen. Das Gas strömt an der einen Seite ein und an der anderen Seite aus. Ist viel Gas in dem Kessel, so hebt er sich; strömt viel Gas aus, so senkt er sich. Aus diesem Kessel wird das Gas in den Druckregler gedrückt. Von hier aus gelangt es durch das Rohrnetz an die Verbrauchsstellen in Haus und Fabrik.

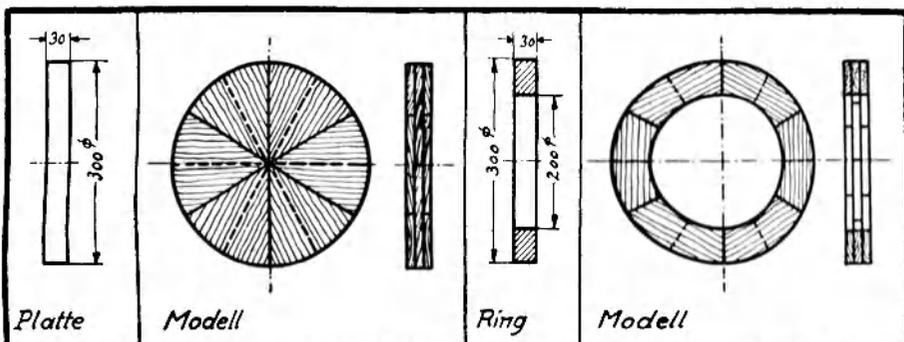
f) Nebenprodukte.

1. Die ausgeglühte Kohle wird aus den Retorten gezogen und abgeteilt. Sie heißt Koks (Gaskoks) und wird hauptsächlich für Sammelheizungen (Zentralheizungen) gebraucht.
2. Ein wichtiges Nebenprodukt ist der Teer. Er dient zum Teeren von Dächern und Straßen. Auch zur Herstellung der Dachpappe und der Steinkohlenbriketts wird er gebraucht. Ferner gewinnt man daraus die herrlichen Teerfarben (Anilinfarben).
3. Ammoniak wird aus dem Ammoniakwasser gewonnen. Es ist ein wichtiges Düngemittel für die Landwirtschaft. 1 t = 1000 kg Kohle ergibt: 300 cbm Gas, 750 kg Koks, 30 kg Teer und 10 kg Ammoniak.

g) **Geschichtliches.** Die Leuchtgasbereitung ist von dem Engländer Murdoch 1792 erfunden worden. 1814 erhielt London, 1815 Paris, 1826 Berlin Straßenbeleuchtung durch Gas. Im rheinisch-westfälischen Industriegebiet haben neuerdings viele Großstädte ihre eigenen Gaswerke stillgelegt. Sie beziehen das Gas billiger von den Kofereien der Zechen und Hüttenwerke (S. 75).

h) Vorsicht beim Gebrauch.

- Beim Gasverbrauch ist Vorsicht nötig.
1. Macht sich irgendwo Gasgeruch bemerkbar, so müssen unter Fernhaltung von offenem Licht die Fenster und Türen geöffnet werden.
 2. Ist die schadhafte Stelle an der Hausleitung oder am Gasmesser, so muß bis zur Ankunft des Sachverständigen der Hauptabsperrhahn geschlossen werden.
 3. Wenn der Hauptabsperrhahn geschlossen war und geöffnet werden soll, so ist darauf zu achten, daß alle Hähne an den unbenutzten Licht- und Heizstellen geschlossen sind.
 4. Bei längerer Nichtbenutzung von Gas empfiehlt es sich, den Hauptabsperrhahn am Messer zu schließen.

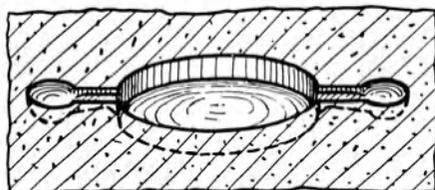
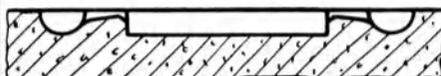


Platte

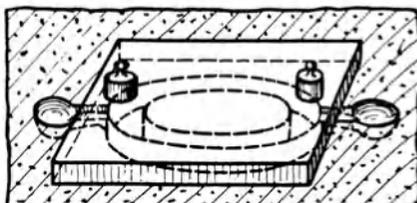
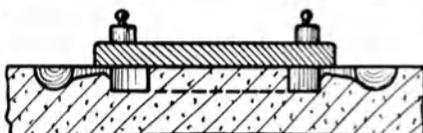
Modell

Ring

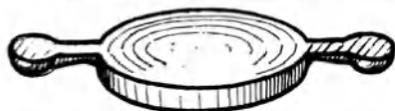
Modell



Herdform offen



Herdform bedeckt



Gußstück



Gußstück

Arbeitsgänge

Arbeitsgänge

1	Loch ausgraben	5	Abstreifen, Glattpolieren,	
2	Gesiebten Sand einschaufeln, Modellsand aufsieben	6	Gießtrichter anschneiden	
3	Modell einlegen, andrücken, nach der Wasserwaage einklopfen	7	Modell herausnehmen	
4	Aufstampfen bis zum oberen Rand des Modells	8	Stauben, Glattpolieren	
			8	Gießen

	Datum	Name	Datum	Name
Gezeichnet	13. XII. 23	J. Krafft	Normgepr.	
Geprüft		Teufel	Gesehen	

Maßstab: Unmaßstäblich

Platte u. Ring

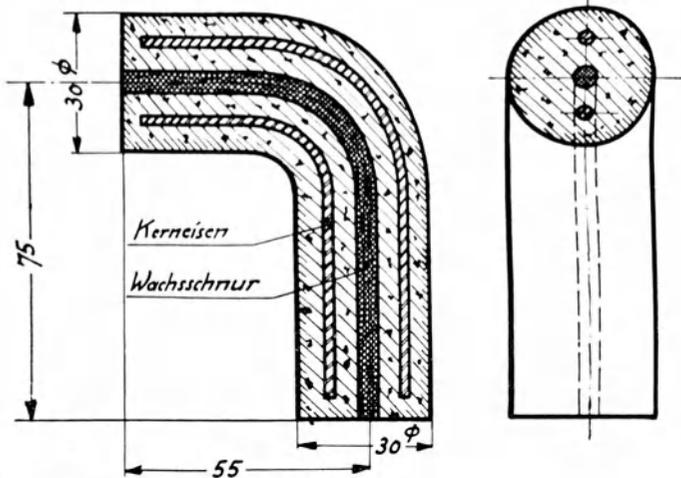
Herdformen

siehe Modelltischer - Lehrs.

DT 616 und 617

Lehrgang des Deutschen Ausschusses für Techn. Schulwesen

Formen DT 757



Werkzeichnung



KernkastenKernhalfte

Arbeitsgänge

- 1 Aufstampfen der einen Kernkastenhalfte
- 2 Kerneisen schichten und einlegen
- 3 Aufstampfen der anderen Kernkastenhalfte
- 4 Wachsschnur einlegen
- 5 Abstreifen, Kleben und Zusammenpressen
- 6 Vollstampfen der Enden
- 7 Losklappen und Herausnehmen des Kerns
- 8 Kern trocknen, Kern schwärzen
- 9 Kern nachtrocknen

Datum	Name	Datum	Name
Gezeichnet 16.11.23	Raaff	Normgepr	
Geprüft	Jayhuss	Gesehen	

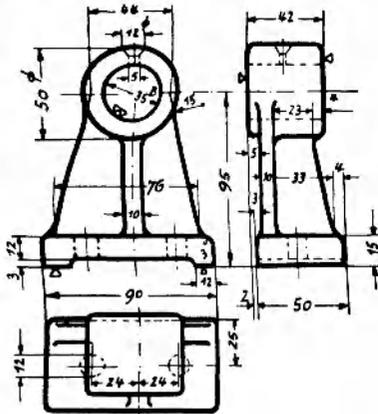
Maßstab
1:1 u.
unma-
stablich

Krümmer-Kern

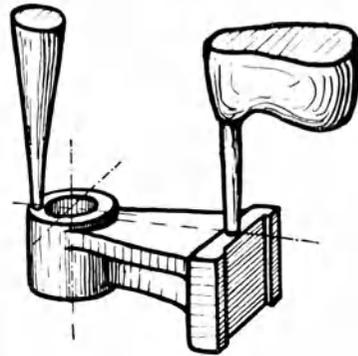
Lehrgang des Deutschen Ausschusses für Technisches Schulwesen

Former

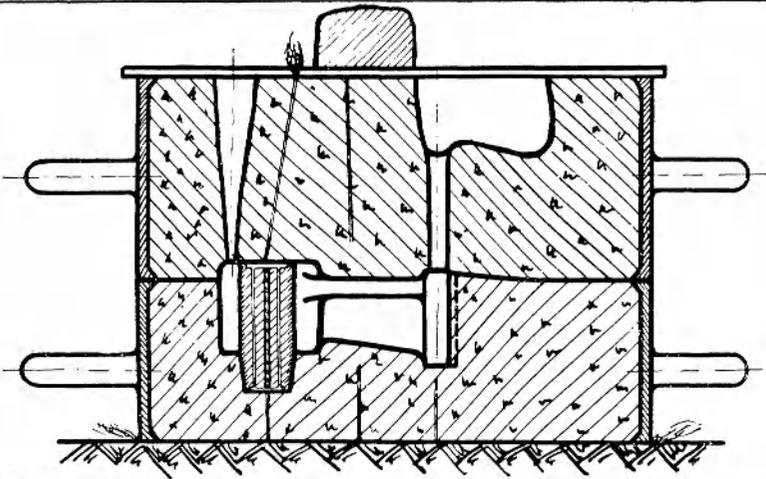
DT 706



Werkzeichnung



Gußstück



Form

Arbeitsgänge

- | | |
|---|--|
| 1 Auflegen des Modells auf den Aufstempelboden,
Aufsetzen des Unterkastens | 8 Formsand einschaufeln, Oberteil aufstampfen |
| 2 Aufsieben und Andrücken des Modellsands | 9 Luftstechen, Trichter herausziehen, Abstreifen,
Oberkasten abdecken |
| 3 Formsand einschaufeln, Unterteil aufstampfen | 10 Modell herausnehmen |
| 4 Luftstechen und Abstreifen | 11 Schneiden der Trichter im Oberteil, Staubern,
Glatt polieren |
| 5 Wenden, Glatt polieren, Streusand streuen | 12 Kernluft abführen, Kern einsetzen |
| 6 Aufsetzen des Oberkastens, Trichter einsetzen | 13 Zusammensetzen d Kisten, Belasten, Stößen |
| 7 Modellsand aufsieben, Andrücken an d Modell | |

	Datum	Name	Datum	Name
Gezeichnet	26. III 23	W. Kraft		Horngepr.
Geprüft		Weyh		Geschen

Maßstab:
1:2,5

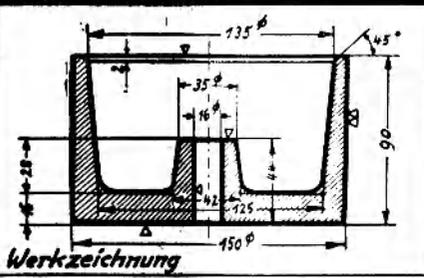
Lagerbock

siehe Modellschreiner-Lehrgr

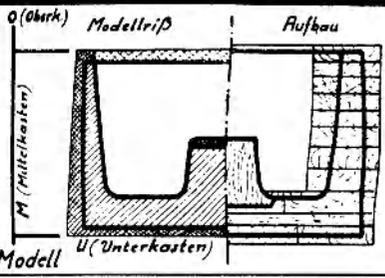
DT 653 Bl. 1 u 2

Lehrgang des Deutschen Ausschusses für Technisches Schulwesen

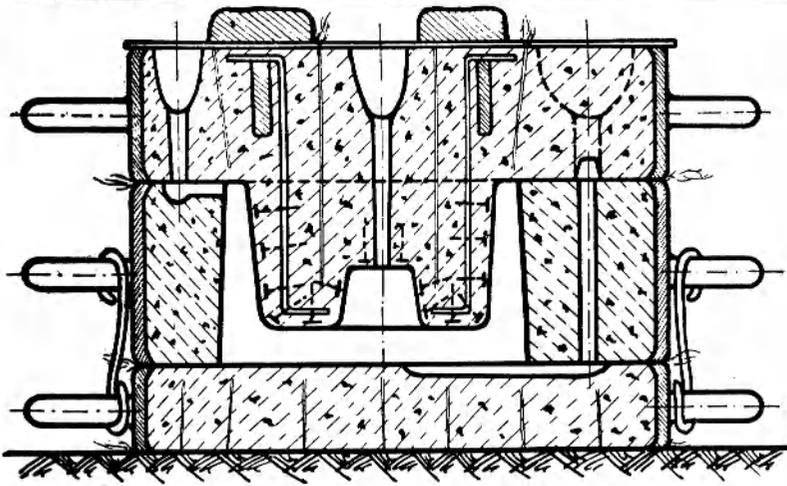
Formier DT 722



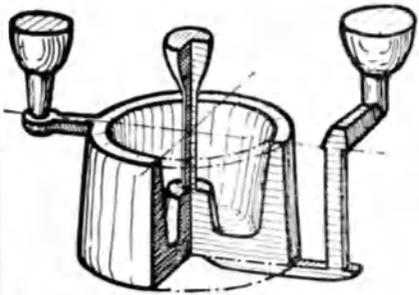
Werkzeichnung



Modell



Form



Gußstück

Arbeitsgänge

- 1 Gießtrichter einsetzen und Mittelteil aufstampfen
- 2 Abstreifen, Glattpolieren, Streusand streuen
- 3 Oberteil aufsetzen, Lufttrichter einsetzen, Modell + sand einsieben, Sandhaken einstellen, Aufstampfen
- 4 Luftstecher, Abstreifen, Trichter herausnehmen, werden
- 5 Abpolieren, Streusand streuen, Unterkasten aufsetzen und aufstampfen
- 6 Unterteil abdecken, Modell herausnehmen
- 7 Mittelteil abdecken,
- 8 Formstifte stecken, Ausbessern der Form, Trichter schneiden
- 9 Schwärzen der 3 Formteile
- 10 Trocknen im Trockenofen
- 11 Zusammensetzen der Kästen, Belosten, Gießen

Datum	Name	Datum	Name
Gezeichnet 14. II. 23.	Bracht	Normgepr.	
Geprüft	Soppitt	Gezeichnet	

Maßstab:
1:2,5
und
Hauptmaßstäblich

Kolben

siehe Modellblätter - Lehrg.
DT 666 Blatt 1 u. 2

Lehrgang des Deutschen Ausschusses für Technisches Schulwesen

Former DT 732 Bl. 1

Das Eisenhüttenwesen. Von Geh. Bergrat Prof. Dr. H. Wedding. 7. Aufl. Mit 5ig. [H. d. Pr. 1925.] (AlluG Bd. 20.) Geb. M. 2.—

Unsere Kohlen. Eine Einführung in die Geologie der Kohlen unter Berücksichtigung ihrer Gewinnung, Verwendung und wirtschaftlichen Bedeutung. Von Bergassessor Privatdozent Dr. P. Kukul. 3., verb. Aufl. Mit 56 Abb. im Text und 3 Tafeln. (AlluG Bd. 396.) Geb. M. 2.—

Die Maschinenelemente. Von Geh. Bergrat Prof. R. Vater. 4., erw. Aufl. Bearb. von Privatdoz. Dr. F. Schmidt. Mit 183 Abb. im Text. (AlluG Bd. 301.) Geb. M. 2.—

Maschinenbau. Von Ing. O. Stolzenberg. I. Teil: Werkstoffe des Maschinenbaues und ihre Bearbeitung auf warmem Wege. Mit 255 Abb. Geb. M. 4.— II. Teil: Arbeitsverfahren. Mit 750 Abb. Geb. M. 7.— III. Teil: Methodik der Sachkunde und Sachrechnen. Mit 30 Abb. im Text. Kart. M. 2.40

Gewerbetunde 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.—

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

Einführung in die Technik. Von Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. H. Lorenz. (AlluG Bd. 729.) Geb. M. 2.—

Projektionslehre. Die rechtwinklige Parallelprojektion und ihre Anwendung auf die Darstellung technischer Gebilde nebst einem Anhang über die schiefwinklige Parallelprojektion in kurzer, leicht faßlicher Behandlung für Selbstunterricht und Schulgebrauch. Von akad. Zeichenlehrer A. Schudeischn. 2. Aufl. Mit 165 Fig. (AlluG Bd. 564.) Geb. M. 2.—

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

Arithmetik und Algebra zum Selbstunterricht. Von Geh. Studienrat Prof. P. Cranß. 2 Bände. (AlluG Bd. 120 u. 205.) I. Die Rechnungsarten. Gleichungen 1 Grades mit einer u. mehreren Unbekannten. Gleichungen 2 Grades. 8. Auflage. Mit 9 Fig. im Text. II. Gleichungen. Arithmetische und geometrische Reihen. Zinseszins- und Rentenrechnung. Komplexe Zahlen. Binomischer Lehrsatz. 6. Auflage. Mit 21 Figuren im Text. Geb. je M. 2.—

Planimetrie zum Selbstunterricht. Von weil. Geh. Studienrat Prof. P. Cranß. 3. Aufl. Mit 94 Fig. im Text. (AlluG Bd. 340.) Geb. M. 2.—

Prakt. Mathematik. Von Prof. Dr. R. Neuendorff. 2 Bände. Geb. je M. 2.— I. Graphische Darstellung. Verkürztes Rechnen. Das Rechnen mit Tabellen. Mechanische Rechenhilfsmittel. Kaufmännisches Rechnen im täglichen Leben. Wahrscheinlichkeitsrechnung. Mit 29 Figuren im Text und 1 Tafel. 3. Aufl. (AlluG Bd. 341.) II. Geometrisches Zeichnen. Projektionslehre. Flächenmessung. Körpermessung. Mit 133 Figuren. (AlluG Bd. 526.)

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 Mittelschullehrer H. Martens. Kart. M. 1.20

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

Holz- und Hobelbankarbeiten für den Unterricht in Knabenhandfertigkeit zur Betätigung der gewerblich arbeitenden Jugend in ihren Erholungsstunden im Werkstättenhaus und Jugendheim. Musterblätter für Handfertigkeit aus den Werkstätten der städt. Handfertigkeitsschule zu Düsseldorf. Herausgegeben von Regierungsbaurat K. Götter und Sach- und Gewerbelehrer J. Nicolini. 2., abg. Aufl. Mappe I: 35 Blatt, Spielzeug u. Gebrauchsgegenstände einfacher Art. M. 2.40. Mappe II: 35 Blatt, Gebrauchsgegenstände für geübtere Hände. M. 1.80

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

Verlag von B. G. Teubner in Leipzig und Berlin

Mathematisch-Physikalische Bibliothek

Unter Mitwirkung von Fachgenossen hrsg. v. Oberstud.-Direktor Dr. W. Lietzmann
u. Oberstud.-Rat Dr. A. Witting. Mit zahlr. Abb. Kart. je M. 1.—, Doppelband M. 2.—.

Mit zahlreichen Abbildungen

Auswahl von Bändchen

für gewerbliche Lehranstalten und die gewerbliche Praxis:

- Die 7 Rechnungsarten mit allgem. Zahlen.** Von Oberstud.-Rat Prof. Dr. H. Wieleitner. 2. Aufl. (Bd. 7.)
- Abgekürzte Rechnung. Nebst einer Einführ.** I. d. Rechnung mit Logarithmen. Von Oberstud.-Rat Prof. Dr. A. Witting. Mit zahlreichen Aufg. (Bd. 47.)
- Finanzmathematik.** (Zinsseszinsen-, Anleihe- und Kursrechnung.) Von Privatdozent Dr. K. Herold. (Bd. 56.)
- Wahrscheinlichkeitsrechnung.** Von O. Meißner. 2. Auflage I: Grundlehren. II: Anwendungen. (Bd. 4 u. 33.)
- Einführung in die Infinitesimalrechnung.** Von Oberstud.-R. Prof. Dr. A. Witting. 2. Aufl. I: Die Differentialrechnung. II: Die Integralrechnung. (Bd. 9 u. 41.)
- Kreisevolventen und ganze algebraische Funktionen.** Von Dr. H. Onnen. (Bd. 51.)
- Konforme Abbildungen.** Von Studien-Rat E. Wicke. [U. d. Pr. 1925.]
- Vektoranalysis.** Von Stud.-R. Dr. L. Peters. (57.)
- Einführung in die Trigonometrie.** Eine elementare Darstellung ohne Logarithmen. Von Oberstud.-Rat Prof. Dr. A. Witting. Mit zahlr. Aufgaben (Bd. 43.)
- Ebene Geometrie.** Von Stud.-R. E. Kerst. (Bd. 10.)
- Methoden zur Lösung geometrischer Aufgaben.** Von Stud.-Rat B. Kerst. 2. Aufl. (Bd. 26.)
- Der pythagoreische Lehrsatz mit einem Ausblick auf das Fermatsche Problem.** Von Oberstudiendirektor Dr. W. Lietzmann. 3., durchgesehene u. vermehrte Aufl. (Bd. 3.)
- Der Goldene Schnitt.** Von Prof. Dr. H. E. Timerding. 2. Aufl. (Bd. 32.)
- Darstellende Geometrie.** Von Dr. W. Kramer. [U. d. Pr. 1925.]
- Darstellende Geometrie des Geländes und verwandte Anwendungen der Methode der kotierten Projektionen.** Von Prof. Dr. R. Rothe. 2., verb. Aufl. (Bd. 35/36.)
- Konstruktionen in begrenzter Ebene.** Von Oberschulrat Dr. P. Zühlke. (Bd. 11.)
- Einführung in die projektive Geometrie.** Von Prof. Dr. M. Zacharias. 2. Aufl. (Bd. 6.)
- Wo steckt der Fehler?** Von Oberstudiendirektor Dr. W. Lietzmann und Mag. scient V. Trier. 3. Aufl. (Bd. 52.)
- Trugschlüsse.** Gesammelt von Oberstudiendirektor Dr. W. Lietzmann. 3. Aufl. des 1. Teiles von: Wo steckt der Fehler? (Bd. 53.)
- Funktionen, Schaubilder und Funktionstafeln.** Eine elementare Einführung in die graphische Darstellung und in d. Interpolation. Von Oberstud.-Rat Prof. Dr. A. Witting. Mit zahlreichen Aufgaben (Bd. 48.)
- Einführung in die Nomographie.** Von Stud.-Rat P. Luckey. I. Die Funktionsleiter. 2., verbesserte und vermehrte Aufl. (Bd. 28.) II. Die Zeichnung als Rechenmasch. (Bd. 37.)
- Mathematische Instrumente.** Von Stud.-Rat Dr. W. Zabel. I. Hilfsmittel und Instrumente zum Rechnen. II. Hilfsmittel und Instrumente zum Zeichnen (Bd. 59/60.)
- Theorie und Praxis des logarithmischen Rechenstabes.** Von Oberstudiendirektor A. Rohrberg. 3. Aufl. (Bd. 23.)
- Kreisel.** Von M. Winkelmann. [In Vorb. 1925.]
- Atom- und Quantentheorie.** Von Prof. Dr. P. Kirchberger. I: Atomtheorie. II: Quantentheorie (Bd. 44/45.)
- Ionentheorie.** Von Prof. Dr. P. Brüder. (Bd. 38.)
- Das Relativitätsprinzip.** Leichtfaßlich entwickelt von Stud.-Rat A. Angersbach. (Bd. 39.)
- Drahtlose Telegraphie u. Telephonie in ihren physikal. Grundlagen.** V. Dr. W. Ilberg. (Bd. 62.)

Als Band 54 der Mathematisch-Physikalischen Bibliothek ist erschienen:

Elementarmathematik und Technik

Eine Sammlung elementarmathematischer Aufgaben mit Beziehungen zur Technik

Von Prof. Dr. R. Rothe. Mit 70 Abbildungen. Kart. M. 1.—

Die vorliegenden Aufgaben sind für Lehrer und Schüler gedacht, sie wollen aber dem angehenden Techniker auch zu Selbststudium dienen. Die Aufgaben entstammen zum größten Teile unmittelbar den technischen Gebieten oder stehen in der Form der Fragestellung und der Art der Lösung dem Gedankenkreis der Technik nahe. Ihr Zweck ist zunächst, den „Ansatz“ finden zu lehren. Außerdem sollen sie anreizen, mit größerer Selbständigkeit die Saiten des mathematischen Wissens und Könnens spielen zu lassen, um auch die zahlenmäßige Lösung zu finden.

Die deutsche Sprache von heute. Von Oberstudienrat Dr. W. Fischer. 2. verb. Aufl. (Allg. Bd. 475.) Geb. M. 2.—

„Behandelt außerordentlich anregend in drei Abschnitten die Sprachentwicklung in der Gegenwart, die Sprachrichtigkeit und das Verhältnis zwischen Sprache und Schrift.“
(Die deutsche Schule.)

Deutsche Sprach- und Stillehre. Eine Anleitung zum richtigen Verständnis und Gebrauch unserer Muttersprache. Von Geh. Studienrat Dr. O. Weise. 5., verb. Aufl. Kart. M. 2.60

Teubners kleine Sprachbücher:

I. Leçons de Français. Von Studienrat Dr. E. Madlung. Kart. M. 2.80, geb. M. 3.40.
II. Englisch (English Lessons). Von weill. Prof. Dr. O. Thiergen. 8. Aufl. Kart. M. 2.60, geb. M. 3.20.
III. Italienisch (Lezioni Italiane). Von A. Scanferlato. Teil I. 9. Aufl. Kart. M. 2.60, geb. M. 3.40. Teil II: Ergänzungen. 4. Aufl. Kart. M. 2.60, geb. M. 3.20.
V. Deutsch für Ausländer. Von Reverend A. L. Beder. Geb. M. 2.—
VI. Spanisch für Schule, Beruf und Reise. Von Lehrer C. Dernehl. 4. Aufl. Kart. M. 2.40.
VII. Portugiesisch (Lições Portuguezas). Von Lehrer G. Eilers. Kart. M. 2.60, geb. M. 3.20.
VIII. Türkisch. Von Konjul W. Pabel. Geb. M. 3.20.
IX. Polnisch. Für Schule, Beruf und Reise. Von Prof. Dr. A. Brüdner. Kart. M. 2.60, geb. M. 3.20.
X. Lectura española. Von Lehrer C. Dernehl und Studienrat Dr. H. Taudan. Geb. M. 2.20. Auch in 3 Teilen tart.: Teil I: Familia. 2. Aufl. M. —.60. Teil II: Patria. 2. Aufl. M. —.80. Teil III: Alrededor del Mundo. M. —.50.
XI. Russisch. Von Studienrat Dr. H. Taujensfreund. [U. d. Pr. 1925.]

Abriß der Bürgerkunde und Volkswirtschaftslehre. Von Handelschuldirektor Dr. P. Eardt. 6. Aufl. Kart. M. —.80

Der Abriß, in 6. Auflage in erheblich erweiterter Neubearbeitung vorliegend, gibt eine Einführung in die Grundlagen des Staats- und Wirtschaftslebens des Deutschen Reiches nach dessen Neuordnung, ausgehend von den Erfahrungen des täglichen Lebens. Dabei werden die Bestimmungen der neuen Reichsverfassung überall in den Mittelpunkt gestellt. Der volkswirtschaftliche Teil ist so ausgebaut, daß er ein knappes klares Bild der deutschen Volkswirtschaft als der Grundlage unseres nationalen Daseins bietet, wobei besonders auf das praktische Leben Rücksicht genommen ist.

1789—1919. Eine Einführung in die Geschichte der neuesten Zeit. Von Prof. Dr. F. Schnabel. 3. u. 4. Aufl. Mit Karten und Diagrammen. Geb. M. 5.—

Ein Bild des Werdeganges des deutschen Volkes im Rahmen der weltgeschichtlichen Entwicklung der letzten 130 Jahre in seiner erschütternden Tragik — eindringlich durch die Art der Darstellung, die, auf jede Rhetorik verzichtend, die großen Entwicklungslinien und Zusammenhänge heraushebt.

Wie erhalte ich Körper und Geist gesund? Von Geh. Sanitätsrat Prof. Dr. med. F. A. Schmidt. (Allg. Bd. 600.) Geb. M. 2.—

Ernährung, Hautpflege, Kleidung, Muskelübung im Sport, Hygiene der Arbeit, Krankheiten und ihre Verhütung.

Sport. Von Generalsekretär Dr. h. c. C. Diem. Mit 1 Titelbild und 4 Spielplänen. (Allg. Bd. 551.) Geb. M. 2.—

Gibt einen Überblick über die verschiedenen Zweige des Sports, ihre Regeln und Ausführung, ein Gesamtbild von der Bedeutung der modernen Körperkultur bietend. Dem Wettkampf, dem Training, der Hygiene, der Höchstleistung sind besondere Abschnitte gewidmet; die wichtigsten Welt- und deutschen Rekorde sind überall verzeichnet.

Der Dorturner. Hilfsbuch für deutsches Gerätturnen in Vereinen, Oberklassen und Fortbildungsschulen sowie auf Volkshochschulen. Von Turninspektor K. Möller. 6., erw. Aufl. Mit 140 Abb. u. 175 Übungsabschnitten. Kart. M. 3.80

Ein mit zahlreichen Abbildungen versehenes praktisches Handbuch für den Dorturner, das diesen von dem mechanischen Ableisten seiner Pflicht fort auf den Weg zum denkenden Lehrer und Leiter führt.

Klingender Feierabend. Zum Liederfang den Lautenschlag, wie ich ihn leicht erlernen mag. Von Dozent E. Wild. Mit zahlreichen Abbild. und Buchschmuck von M. Heßler. Kart. M. 1.80

Nach einer Einführung in die Geschichte und den Bau der Instrumente bietet das Büchlein in 10 Abendplaudereien einen anschaulichen Selbstunterrichtsengang des Lauten- und Gitarrespiels, der von den einfachsten Vorkenntnissen ausgeht und bis zur Möglichkeit der selbstgeführten Liedbegleitung führt. Im Anhang enthält es eine Auswahl der schönsten, meistgesungenen Volksweisen mit beigelegten Lautensätzen, die von volkstümlichen Anmerkungen eingeleitet und umrahmt werden.

Skizzen-Büchlein. Landschaftsskizzen für Jedermann. Von F. Distler. Mit zahlreichen Abbildungen im Text. 3. Aufl. Kart. M. —.80

Eine Anleitung zum Skizzieren nach der Natur, die zeigt, wie bei größter Vereinfachung der Darstellungsweise feinste Wirkungen erzielt und die charakteristische Eigenart des Motivs herausgebracht werden kann. Das Büchlein ist wertvoll für jeden Wanderer und Naturfreund, auch für den nicht zeichnerisch Begabten, der sich bald eine große Fertigkeit aneignen wird. Das Zeichnen stärkt den Blick für die Schönheiten der Natur, und das von der Reise heimgebrachte „Skizzen-Büchlein“ erhält am schönsten die Erinnerung wach an das Erlebnis der Wanderung in Gottes freier Natur.

Der Tag von B. G. Teubner in Leipzig und Berlin