

Leitfaden  
zur  
**Eisenhüttenkunde**

von  
**Th. Beckert**

**III.**  
**Metallurgische Technologie**



# Leitfaden

zur

# Eisenhüttenkunde.

---

Ein Lehrbuch

für den

Unterricht an technischen Fachschulen.

Von

**Th. Beckert,**

Hütten-Ingenieur u. Direktor der Kgl. Maschinenbau- und Hüttenschule in Duisburg.

---

Zweite, vollständig umgearbeitete Auflage.

---

III.

**Metallurgische Technologie.**

Unter Mitwirkung von **A. Brovot**, Professor u. Direktor des Walzwerkes Differdingen.

Mit 267 Textfiguren und 11 lithographierten Tafeln.



Springer-Verlag  
Berlin Heidelberg GmbH

1900.

Additional material to this book can be downloaded from <http://extras.springer.com>

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

ISBN 978-3-642-89578-4      ISBN 978-3-642-91434-8 (eBook)  
DOI 10.1007/978-3-642-91434-8

# Vorwort.

Im Vergleiche zur ersten weist die zweite Auflage des Leitfadens eine veränderte, mehr dem Gange des Unterrichtes entsprechende Anordnung des Stoffes auf. Von der vorbereitenden allgemeinen Hüttenkunde ist der umfangreichste Teil, die „Feuerungskunde“ als abgeschlossenes Buch (Teil I des Leitfadens) bereits früher erschienen. Die Verarbeitung des Eisens, welche in der 1. Auflage hinter den Erzeugungsprozessen dem Rohstoffe nach in zwei von einander weit abstehenden Abschnitten behandelt wurde, bildet nunmehr ebenfalls ein für sich abgeschlossenes Werk über „metallurgische Technologie“, dessen erste Abteilung vom Unterzeichneten verfaßt wurde, während die Bearbeitung der anderen ein mit dem Walzwerkbetriebe besonders vertrauter Fachmann, sein früherer Kollege, Herr Professor Brovot, Direktor des Stahlwerkes Differdingen, freundlichst übernommen hat. Es darf erwartet werden, daß dadurch den zahlreichen mit der Herstellung von Fertigerzeugnissen sich befassenden Eisenhüttenleuten in hohem Maße gedient ist.

Der zweite Teil des Leitfadens, die „Eisenhüttenkunde“ wird dem vorliegenden baldthunlichst folgen.

Dem Herrn Verleger sei für die reiche Ausstattung des Buches mit Abbildungen und Tafeln hiermit der besondere Dank der Verfasser ausgesprochen.

Duisburg, im März 1900.

**Beckert.**

# Inhalt.

Einleitung . . . . .	Seite 1
----------------------	------------

## Erste Abteilung.

### **Formgebung auf Grund der Schmelzbarkeit. Gießerei.**

Geschichtliches und Begriffserklärungen . . . . .	3
A. Die Gußmetalle . . . . .	4
a. Roheisen . . . . .	4
b. Flußeisen und Flußstahl . . . . .	21
c. Sonstige Gußmetalle . . . . .	22
1. Kupferlegierungen . . . . .	22
2. Zinnlegierungen . . . . .	24
3. Bleilegierungen . . . . .	24
4. Zinklegierungen . . . . .	25
5. Die Herstellung der Legierungen . . . . .	25
B. Die Herstellung der Gußformen . . . . .	26
a. Die Vorbilder für die Abgüsse . . . . .	26
b. Die Formstoffe . . . . .	30
1. Formsand . . . . .	30
2. Masse . . . . .	35
3. Lehm . . . . .	35
4. Sonstige Formstoffe . . . . .	36
5. Strohseile . . . . .	36
6. Stoffe zum Überziehen der Gußformen . . . . .	38
c. Werkzeuge und Vorrichtungen . . . . .	39
1. Formkästen, Dammgruben und Kernspindeln . . . . .	39
2. Former-Werkzeuge . . . . .	43
3. Kräne . . . . .	47
4. Trockenkammern und -Öfen . . . . .	50
d. Die Formerarbeit . . . . .	52
1. Kernmacherei . . . . .	52
2. Die Handformerei mit Modellen . . . . .	54
$\alpha$ . Das Formen im Herde . . . . .	55
$\beta$ . Das Formen im Kasten . . . . .	56

	Seite
3. Die Maschinenformerei . . . . .	63
4. Schablonenformerei . . . . .	79
$\alpha$ . Formen im Herde . . . . .	80
$\beta$ . Formen im Kasten . . . . .	81
$\gamma$ . Herstellung freier Formen . . . . .	84
C. Das Schmelzen und Gießen . . . . .	87
a. Das Gattieren des Eisens . . . . .	87
b. Das Schmelzen . . . . .	89
1. Schmelzen im Kessel . . . . .	90
2. Schmelzen im Tiegel . . . . .	90
3. Schmelzen im Flammofen . . . . .	96
4. Schmelzen im Schachtofen . . . . .	98
c. Das Gießen . . . . .	118
d. Fertigstellen der Gußwaren, Verschönern und Schutz gegen Rost . . . . .	123
D. Die Herstellung besonderer Arten von Gußwaren . . . . .	128
a. Hartguß . . . . .	128
b. Temper- oder schmiedbarer Guß . . . . .	131
c. Flußeisenguß . . . . .	134

### Zweite Abteilung.

#### **Formgebung auf Grund der Dehnbarkeit. Schmieden, Walzen, Ziehen.**

A. Die Formen des bearbeiteten Eisens . . . . .	137
a. Das Stabeisen . . . . .	138
b. Das Blech . . . . .	140
c. Der Draht . . . . .	141
d. Die Röhren . . . . .	142
B. Die Vorrichtungen zum Erwärmen der Arbeitstücke . . . . .	142
a. Die Schmiedefeuere . . . . .	142
b. Die Flammöfen . . . . .	144
c. Die Gjers'schen Gruben . . . . .	152
C. Die Hämmer . . . . .	153
a. Die Formen der Hämmer . . . . .	153
1. Die Winkelhämmer . . . . .	154
2. Die Rahmenhämmer . . . . .	155
3. Formgebende Ergänzungstücke . . . . .	164
b. Das Schmiedeverfahren . . . . .	165
c. Die Wirkung der Hämmer . . . . .	168
D. Die Schmiedepressen . . . . .	171
E. Die Walzwerke . . . . .	176
a. Die Einrichtung der Walzwerke . . . . .	176
1. Das Fundament . . . . .	178
2. Die Walzenstände . . . . .	180

	Seite
3. Die Walzen . . . . .	185
4. Die Kammwalzen . . . . .	187
5. Die Kuppelungen . . . . .	188
6. Die Walzenzugmaschine . . . . .	188
7. Die Walzwerksausrüstung . . . . .	190
8. Die maschinellen Hilfseinrichtungen . . . . .	193
b. Die Wirkung der Walzen . . . . .	200
c. Allgemeines über das Kalibrieren der Walzen . . . . .	208
1. Die Kaliberformen . . . . .	208
2. Der Oberdruck . . . . .	209
3. Der Kaliberanzug . . . . .	209
4. Der Abnahmekoeffizient . . . . .	210
5. Sprung und Spiel . . . . .	211
F. Die Erzeugung des Stabeisens . . . . .	212
a. Der Rohstoff . . . . .	212
b. Die Vorwalzen . . . . .	213
1. Die Blockwalzen . . . . .	213
2. Die Knüppelwalzen . . . . .	218
3. Die gewöhnlichen Vorwalzen . . . . .	219
c. Die wichtigsten Handelseisen . . . . .	220
1. Das Quadrateisen . . . . .	220
2. Das Rundeisen . . . . .	222
3. Das Flacheisen . . . . .	223
4. Das Bandeisen . . . . .	224
5. Profilirtes Handelseisen . . . . .	225
d. Die Baueisen . . . . .	226
1. Das Winkeleisen . . . . .	226
$\alpha$ . Das gleichschenkelige Winkeleisen . . . . .	226
$\beta$ . Das ungleichschenkelige Winkeleisen . . . . .	226
2. Das Z-Eisen . . . . .	227
3. Das I-Eisen (Träger) . . . . .	227
4. Das U-Eisen . . . . .	230
5. Das Belageisen . . . . .	230
e. Das Eisenbahnmateriel . . . . .	231
1. Die Schienen . . . . .	231
2. Die Schwellen . . . . .	231
3. Die Laschen . . . . .	232
4. Die Radreifen (Bandagen) . . . . .	232
f. Das Fertigstellen der Walzwerkerzeugnisse . . . . .	235
1. Die Warmsäge . . . . .	236
2. Die Schere . . . . .	237
3. Die Kaltsäge . . . . .	239
4. Die Richtpresse . . . . .	240
5. Die Abgratmaschine für Winkeleisen . . . . .	242
6. Die Schwellenpresse . . . . .	242

	Seite
g. Schlufsbetrachtung . . . . .	244
G. Die Erzeugung des Bleches und des Universaleisens	247
a. Der Rohstoff . . . . .	247
b. Das Herstellungsverfahren . . . . .	248
1. Das Schweißen der Grobbleche . . . . .	248
2. Die Einrichtung der Grobblech-Strafsen . . . . .	249
3. Das Walzen der Grobbleche . . . . .	252
4. Die Einrichtung der Feiblechstrecken . . . . .	255
5. Das Walzen der Feibleche . . . . .	256
6. Das Fertigstellen der Bleche . . . . .	256
7. Die Herstellung von Weifsblech . . . . .	258
c. Das Universaleisen . . . . .	260
H. Die Erzeugung des Drahtes . . . . .	261
a. Das Drahtwalzen . . . . .	261
b. Das Drahtziehen . . . . .	267
c. Das Überziehen des Drahtes mit Schutzschichten . . . . .	275
J. Die Erzeugung schmiedeeiserner Röhren . . . . .	276
a. Die Herstellung geschweifster Röhren . . . . .	277
b. Die Erzeugung nahtloser Röhren . . . . .	280
1. Das Mannesmann'sche Schrägwalzverfahren . . . . .	281
2. Das Verfahren mit hohl gegossenem Block . . . . .	284



# Einleitung.

---

Die von der Natur uns dargebotenen Rohstoffe sind nur in wenig Fällen geeignet, ohne weiteres zur Befriedigung der menschlichen Bedürfnisse zu dienen, wie die Früchte, die man nur zu pflücken braucht, um sie zu verzehren; weitaus häufiger erfordern sie eine vorhergehende Bearbeitung, wenn auch zuweilen nur eine Zerkleinerung (Brennholz) oder ein Kochen (Fleisch), die ganz allgemein als Aufbereitung bezeichnet werden kann.

Solange der Mensch sich auf niederer Kulturstufe befindet, pflegt er die Gewinnung und die Aufbereitung der Naturerzeugnisse nur zur Befriedigung der eigenen Bedürfnisse oder der seiner Familie auszuüben. Auf höherer Kulturstufe findet schon eine Teilung der menschlichen Thätigkeit in Gewinnung der Rohstoffe (Jagd, Fischfang, Ackerbau, Viehzucht, Bergbau) und in Aufbereitung (die Gewerbe) statt, welchen beiden erst später, nachdem der unmittelbare Austausch der Rohstoffe gegen Gebrauchsgegenstände sich als unzulänglich herausgestellt hat, die dritte, die verteilende Thätigkeit, der Handel folgt.

Die Lehre von den Mitteln und Verfahrensarten zur Umwandlung der Naturerzeugnisse in Gebrauchsgegenstände könnte als die Lehre von den Gewerben oder als Gewerbelehre bezeichnet werden; doch ist es allgemein Gebrauch, sie Technologie zu nennen. Mag die Umwandlung der Rohstoffe in einer Form- oder in einer stofflichen Veränderung bestehen, immer ist sie bestimmten Naturgesetzen unterworfen. Wir können infolgedessen die Technologie auch erklären als die Anwendung der Naturgesetze auf die Herstellung von Gebrauchsgegenständen.

Erfolgt die Umwandlung der Rohstoffe nur der Form nach, so kann sie auf physikalische (mechanische) Gesetze zurückgeführt werden; erfasst sie aber auch die innere Natur des Stoffes, so folgt sie chemischen Gesetzen, und wir gelangen so zur Einteilung des ganzen, weiten Gebietes in die beiden großen Zweige mechanische und chemische Technologie. Der Gegenstand unserer Betrachtung gehört der ersteren an und streift nur zuweilen die letztere.

Die wichtigsten der mechanischen Verarbeitung unterliegenden Rohstoffe sind die Metalle, das Holz und die Gespinnstfasern. Wir beschränken uns hier auf die mechanische Technologie der

Metalle, in erster Linie des Eisens, als des weitaus wichtigsten Metalles, werden aber auch davon noch einen bestimmten Teil ausscheiden.

Die Metalle gehen aus den Händen des Hüttenmannes, welcher sie auf chemischem Wege aus den Erzen gewinnt, gewöhnlich in Barrenform in den Handel über und werden erst von anderen Gewerbetreibenden zu Gegenständen des Gebrauches umgeformt. Nur das Eisen macht eine Ausnahme insofern, als ein großer Teil desselben in engem Anschluss an die Erzeugung in Formen gebracht wird, welche unmittelbaren Gebrauch gestatten (gegossene Öfen, Töpfe, Geländer, Säulen, gewalzte Eisenbahnschienen, Bauträger u. s. w.), teils als Rohstoff einer weiteren Bearbeitung unterliegen (Gussstücke für den Maschinenbau, Stabeisen, Blech, Walzdraht). Des innigen Zusammenhanges wegen, in dem die Erzeugung des Eisens mit gewissen Umformungsarbeiten, also auch die Lehre von der Gewinnung (Eisenhüttenkunde, Metallurgie des Eisens) mit der von bestimmten Formgebungsverfahren (mechanische Technologie) steht, soll dieser besondere Zweig der letzteren mechanisch-metallurgische Technologie genannt werden.

Die Formänderung eines Körpers kann erfolgen:

1. durch Verschieben der einzelnen Teilchen gegeneinander;
2. durch Trennen der einzelnen Teile voneinander;
3. durch Vereinigen einzelner Teile miteinander.

Die Eigenschaften der Metalle, auf Grund welcher sie diese Formänderungen erleiden können, bezeichnen wir als die Arbeitseigenschaften; sie lassen sich sämtlich auf die allgemeinen Eigenschaften Kohäsion und Adhäsion zurückführen, von welchen sie nur verschiedene Erscheinungsformen bilden.

Das Verschieben der kleinsten Teilchen eines Körpers gegeneinander wird um so leichter von statten gehen, je geringer die Kohäsion ist. Die kleinste Kohäsion besitzen die Metalle im flüssigen Zustande; die Schmelzbarkeit bildet deshalb eine der wichtigsten Eigenschaften und die Grundlage für das Gießerei genannte Formgebungsverfahren. Diejenige Eigenschaft, welche ein Verschieben der Metallteilchen im starren Zustande gestattet, ist die Dehnbarkeit oder Zähigkeit; auf sie gründen sich die Umformungsarbeiten Schmieden, Walzen, Ziehen, Prägen u. s. w.

Die verschiedenen Arten der Festigkeit kommen bei der Formgebung auf Grund der Teilbarkeit mittels schneidender Werkzeuge und Werkzeugmaschinen in Frage. Wir rechnen dieses Gebiet ebensowenig zur metallurgischen Technologie wie die meisten Verbindungsarbeiten (Nieten, Löten u. s. w.); nur die auf die Schweifsbarkeit gegründeten (Schweißen, Plattieren u. s. w.) gehören zum Gegenstande unserer Betrachtung.

## Erste Abteilung

# Formgebung auf Grund der Schmelzbarkeit. Gießerei.

### Geschichtliches und Begriffserklärungen.

Als Gießerei bezeichnet man das Verfahren, durch Eingießen eines flüssigen Rohstoffes in Hohlräume und Erstarrenlassen Gebrauchsgegenstände zu erzeugen. In den weitaus meisten Fällen wird Metallen durch Gießen die gewünschte Form gegeben; doch findet das Verfahren auch Anwendung auf andere, irgendwie in flüssigen Zustand versetzte Stoffe, wie Gips, Cement, Glas, Leim, Papiermasse und andere.

Die Metallgießerei gehört zweifellos zu den ältesten Gewerben, da die Metalle von jeher bei ihrer Darstellung aus den Erzen, mit alleiniger Ausnahme des Eisens, immer in flüssigem, gießfertigem Zustand erhalten wurden und ihnen so auf die einfachste Weise die für den Gebrauch geeignete Form gegeben werden konnte. Die Leichtigkeit, mit welcher sich durch Gießen auch die verwickeltsten Gestalten erzeugen lassen, ist der Grund dafür, daß das Gießen noch heute überall da Anwendung findet, wo die Art des Rohstoffes oder die Art der Beanspruchung des Erzeugnisses es irgend gestatten.

Während die Herstellung von Metallgufswaren, besonders solcher aus Kupferlegierungen, durch die ältesten Schriftwerke (Bibel. Homer. Hesiod u. a.), sowie durch Funde in alten Grab- und Wohnstätten bis auf 2000 v. Chr. bezeugt ist, sind die ältesten Eisengufsstücke verhältnismäßig jung; denn die Roheisenerzeugung kann, wenigstens bei den westlichen Kulturvölkern, nicht weiter als bis in den Anfang des 13. Jahrhunderts n. Chr. zurückverfolgt werden. Zwar sollen um 1370 im Siegenschen eiserne Kanonen gegossen worden sein; aber zu einer größeren Entfaltung gelangte der Hochofen- und Gießereibetrieb erst gegen Ende des 15. und im Anfange des 16. Jahrhunderts am Harz, in Thüringen, Franken, England und in anderen Ländern.

Bis in die Mitte dieses Jahrhunderts wurden Eisengufswaren nur aus dem in verhältnismäßig niedriger Temperatur schmelzenden Roheisen erzeugt, so daß man sich gewöhnt hat, unter Eisengufs nur Gufsstücke aus solchem, unter Gufseisen nur das durch Gießen ver-

arbeitete Roheisen, unter Eisengießerei allein das Gießverfahren in Anwendung auf Roheisen zu verstehen.

Erst im Jahre 1851 gelang es dem technischen Leiter des Bochumer Vereines für Bergbau und Gußstahlfabrikation in Bochum, Jakob Meyer, auch Gußstücke aus schmiedbarem Eisen herzustellen. Dem damals allgemein und heute noch weit verbreiteten Gebrauch entsprechend, alles flüssige schmiedbare Eisen ohne Rücksicht auf die Härtebarkeit Stahl zu nennen, verdanken diese Gußwaren den Namen Stahlformguß, wofür weniger häufig auch Stahlguß gesagt wird, weil unter diesen Namen auch die zu weiterer mechanischer Verarbeitung bestimmten Güsse in Blockgestalt, die Stahlblöcke, fallen. Das Verfahren heißt Stahlgießerei. In neuester Zeit kommen auch Gußwaren aus ganz weichem, umgeschmolzenem (also nicht erzeugungsflüssigem) Schmiedeeisen unter der Benennung Weichguß oder Mitiguß in den Handel.

Die Grenze zwischen Eisenguß und Stahlformguß ist durch Verwendung von Eisenarten, die zwischen Roheisen und Schmiedeeisen stehen und häufig durch Mischen beider erhalten werden, verwischt, durch die bei der preussischen Eisenbahnverwaltung eingeführte amtliche Bezeichnung aber geradezu Verwirrung hervorgerufen worden. Nach ihr sollen unter Stahlguß Gußstücke aus einem Gemische von Roheisen und Stahlabfällen, unter Flußwaren Gußstücke aus Flußeisen, unter Flußstahlwaren solche aus Flußstahl verstanden werden. Erstere würden bezeichnender verstärkter Eisenguß, letztere sprachlich richtig, sowie jeden Irrtum ausschließend Flußeisenguß und Flußstahlguß genannt.

## A. Die Gußmetalle.

### a. Roheisen.

Im allgemeinen wird zur Gießerei graues Roheisen verwendet; nur für einzelne Erzeugnisse besonderer Art (Hartguß- und schmiedbare Gußwaren) kommen auch halbierte und weiße Sorten, sowie Gemische von Roh- und Schmiedeeisen in Anwendung.

Die Eigenschaften des Roheisens, welchen der Eisengießler seine Aufmerksamkeit besonders zuzuwenden hat, sind die Festigkeit, Elastizität und Zähigkeit, die Härte, die Schmelztemperatur, der Flüssigkeitsgrad, das Schwinden, das Saigern und die Gasentwicklung beim Erstarren und Erkalten, sowie das von der chemischen Zusammensetzung abhängige Verhalten beim Umschmelzen.

Einwirkung des Umschmelzens. Da die physikalischen Eigenschaften des Roheisens durch das Umschmelzen beeinflusst werden, so erscheint es zweckmäßig, mit der Betrachtung von dessen Einwirkung zu beginnen.

Das Umschmelzen erfordert, als rein physikalischer Vorgang, nur Wärmezufuhr, weshalb die Brennstoffe mit Vorteil ausschließlich zu

Kohlendioxyd verbrannt werden. Das Kohlendioxyd und die überschüssige Luft wirken aber oxydierend auf das glühende und flüssige Roheisen ein; seine Zusammensetzung ändert sich, und zwar unterliegen die Bestandteile mit hoher Verbrennungswärme (Silicium, Mangan, Kohlenstoff) stärker und rascher der Oxydation als Eisen. Das Roheisen tritt ärmer an ihnen aus dem Ofen, als es aufgedichtet wurde. Gewöhnlich ist die Reihenfolge, in welcher die legierten Stoffe der Einwirkung des Sauerstoffes unterliegen, folgende: Mangan, Silicium, Kohlenstoff, Eisen. Abweichungen hiervon sind nicht selten; sie werden teils durch das Vorherrschen eines oder mehrerer Bestandteile, teils durch die Temperaturverhältnisse veranlaßt. Ist ein Stoff in besonders großer Menge in der Legierung enthalten, so wird er in höherem Maße oxydiert als ein anderer, der der Menge nach stark zurücktritt, gewissermaßen nur in großer Verdünnung in der Legierung vorhanden ist. Das Eisen überwiegt der Menge nach jederzeit sehr bedeutend und wird deshalb von vornherein mit oxydiert. Die Temperaturverhältnisse beeinflussen nur die Verbrennung des Kohlenstoffes; je heißer eingeschmolzen wird, desto stärker wirkt sich der Sauerstoff auf ihn; in sehr niedriger Temperatur bleibt er unberührt und nimmt infolge Verminderung der übrigen Stoffe verhältnismäßig zu. Da hochsilicierte Schlacke Phosphorsäure nicht aufnimmt, so wird letztere von den anderen Bestandteilen wieder reduziert; der Phosphor kehrt in das Eisen zurück, und der Phosphorgehalt des Eisens wächst durch Umschmelzen. Schwefel unterliegt, der großen Verdünnung wegen, nicht der Oxydation; durch Aufnahme aus dem Koks reichert sich das Eisen sogar an Schwefel an.

Weil die Oxydationswirkung bei wiederholtem Schmelzen sich summiert, so gewähren die Analysen eines mehrmals umgeschmolzenen Eisens vorzüglichen Einblick in den besprochenen Vorgang.

Nachstehende Tabelle enthält die Analysen eines unter möglichst denselben Verhältnissen viermal hintereinander umgeschmolzenen Gießereiroheisens von Gutehoffnungshütte. Fig. 1 stellt dieselben Ergebnisse auch in Schaulinien dar.

Zusammensetzung	C	Si	Mn
vor dem Umschmelzen	4,154	2,056	0,768
nach einmaligem „	3,682	1,846	0,537
„ zweimaligem „	3,641	1,688	0,441
„ dreimaligem „	3,560	1,619	0,336
„ viermaligem „	3,463	1,549	0,126

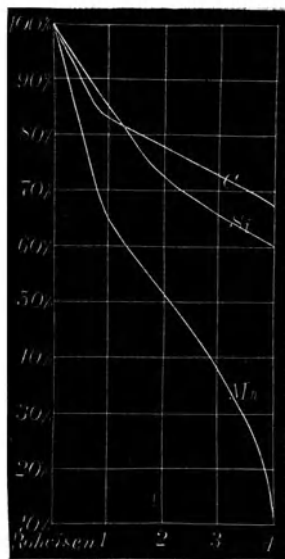


Fig. 1.

Um den Unterschied in der Abnahme der Elemente recht grell hervortreten zu lassen, sind nicht die Zahlen der Analysen in das Linienbild eingetragen, sondern die ursprünglichen Gehalte sind gleich 100 gesetzt, und die Ordinaten geben an, wie viel von jenen nach jedesmaligem Umschmelzen noch im Eisen verblieben ist. Der Abbrand ist bei jedem Schmelzen zu 5 % angenommen.

Es muß daran erinnert werden, daß die Grafitausscheidungen im Roheisen ihre Entstehung lediglich der Anwesenheit des Siliciums verdanken, daß ihre Menge jedoch wesentlich von der Art der Abkühlung vor und nach dem Erstarren abhängt. Mit der allmählichen Oxydation des Siliciums wird das Eisen grafitärmer, heller und infolge der Legierung mit einem Teile des Kohlenstoffes auch härter, fester und elastischer; mit dem Verschwinden des Siliciums bis auf einen geringen Rest geht es in Weißeisen über. Wie ein Blick auf das Diagramm lehrt, schützt der Mangangehalt das Silicium vor zu rascher Oxydation, das Eisen vor dem Weißwerden. Ein gewisser Mangangehalt muß also dem Gießereiroheisen eigen sein, wenn es unbeschadet seiner Güte wiederholt umgeschmolzen, oder wenn es mit erheblichen Mengen grafitarmen, bereits umgeschmolzenen Eisens, mit Brucheisen, gemischt werden soll. Von zwei Roheisensorten mit gleichem Silicium- und Kohlenstoff-, aber verschieden hohem Mangangehalte wird man von dem manganreicheren zur Erzielung einer guten, brauchbaren Mischung eine geringere Menge dem Brucheisen zuzusetzen brauchen als von dem manganärmeren, und das ist bei dem erheblichen Preisunterschiede zwischen gutem Gießereiroheisen und Brucheisen im höchsten Grade der Beachtung wert.

Wenn nun auch nach Vorstehendem ein gewisser Mangangehalt im Gießereiroheisen höchst erwünscht ist, so darf dieser doch nicht eine solche Höhe erreichen, daß sein Einfluß noch nach dem Umschmelzen durch reichliche Bindung des Kohlenstoffes ungünstig auftritt; er bewegt sich in den guten Gießereiseisensorten etwa in den Grenzen 0,4—1 % und beträgt im Durchschnitt bei den gangbaren Marken 0,8 %.

**Die Kohäsionseigenschaften.** Da man Bauteile nicht so weit beanspruchen darf, als es die Festigkeit erlaubt, sondern behufs Vermeidens dauernder Formänderungen noch unterhalb der Proportionalitätsgrenze bleiben muß, so erfordert die Elastizität unsere Aufmerksamkeit in erster Linie. Wirkt irgend eine Kraft auf ein Gußstück, so wird dieses unter normalen Verhältnissen zwar in seiner Form verändert werden, aber infolge der Elastizität wird nach der Entlastung diese Änderung wieder verschwinden; überschreitet die Kraft zufällig einmal die Proportionalitätsgrenze, so wird zwar eine dauernde Formveränderung zurückbleiben, der Bruch aber nicht eintreten, sofern die Bruchgrenze ausreichend hoch liegt, das Metall zähe ist. Beträgt aber der Unterschied zwischen Bruchgrenze und Proportionalitätsgrenze nur sehr wenig, d. h. ist das Eisen spröde, so liegt die Gefahr eines Bruches nahe.

Festigkeit und Zähigkeit hängen vorwiegend von der Reinheit des Eisens ab; je mehr dieses freies Eisen enthält, desto fester und zäher

pflegt es zu sein. Auf die Elastizität hat dagegen der legierte Kohlenstoff den wesentlichsten Einfluss; sowohl diese als die Festigkeit werden durch etwa 1% desselben stark erhöht; die Folge ist eine Abnahme der Zähigkeit. Der Grafitgehalt beeinträchtigt alle drei Eigenschaften in gleichem Maße.

Silicium, dessen Einfluss dem des Kohlenstoffes ähnlich, aber schwächer ist, wirkt nur ungünstig, wenn es im Übermaße vorhanden ist. Dafs Mangan Sprödigkeit verursacht, beruht auf seiner Fähigkeit, Kohlenstoff in die Legierung einzuführen; mehr als 1% soll deshalb in gutem Giefsereiroheisen nicht enthalten sein. Der Einfluss des Schwefels äußert sich in den gewöhnlich im Roheisen auftretenden Mengen nur durch Hervorrufen von Dickflüssigkeit und verhindert somit die Ausbildung scharfer und genauer Abgüsse; auf die Kohäsionserscheinungen wirkt er aber nicht. Er soll deshalb nur in wenigen Hundertstel Prozenten im Eisen enthalten sein. Phosphor erhöht die Sprödigkeit so bedeutend, dafs er in Mengen über 1% in Giefsereisen nicht vorkommen sollte; etwa  $\frac{1}{2}$ % wird dagegen wegen Beförderung der Dünnflüssigkeit gern gesehen, zumal in Eisen, aus dem weniger feste als schöne Erzeugnisse hergestellt werden sollen.

Die durchschnittliche Zerreißfestigkeit des Giefsereiroheisens beträgt 1250, die Druckfestigkeit 7000, die Biegezugfestigkeit 2550 kg auf 1 qcm Querschnitt; in sehr günstigen Fällen steigen diese Werte auf 2000, 12 500 bzw. 5000 kg. Als Maß der Elastizität und Zähigkeit wird häufig die Tiefe der Einbiegung angegeben, welche in der Mitte ihrer Länge belastete Quadratstäbe erleiden können, ohne ihre Form zu verändern bzw. ohne zu brechen. Bei 30 mm Seitenlänge und 1000 mm freier Auflage sind im Durchschnitte 15—20 mm ganze und 2—4 mm bleibende Einbiegung gefunden worden; vorzügliches Gufseisen zeigt 20—26 mm ganze und 4—5 mm bleibende Einbiegung.

Bemerkenswert hohe Festigkeit besitzen Mischungen von weifsem oder hellgrauem Roheisen mit Siliciumeisen. Auffällig ist ferner, dafs bearbeitete Stäbe höhere Festigkeitszahlen ergeben als solche, welche ihre Gufshaut noch besitzen. Es ist dies auf die geringe Festigkeit des zwar sehr dünnen, aber doch das Eisen überziehenden Glühspanes, sowie auf die der äußeren, abgeschreckten Eisenschicht zurückzuführen.

Die Härte des grauen Roheisens ist, da seine beiden Hauptbestandteile, freies Eisen und Grafit, weich sind, nur gering. Sie wird bekanntlich durch gebundenen Kohlenstoff sehr rasch und bedeutend (von  $4\frac{1}{4}$  bis auf  $7\frac{1}{4}$ ) erhöht, und alle Umstände, welche den Kohlenstoff in die Legierung einzuführen geeignet sind, wie die Gegenwart von Mangan und plötzliche Abkühlung, wirken somit auf Härtung des Eisens. Die weichsten und am leichtesten zu bearbeitenden Eisensorten sind demnach solche, die bei hohem Siliciumgehalt (2—3%) weniger als 1% Mangan enthalten und allmählich abkühlen. Sowohl beim Sinken des Siliciumgehaltes unter 2% als beim Steigen des Mangangehaltes auf dieselbe Höhe nimmt die Bearbeitungsfähigkeit bedeutend ab; durch

4—5 % Mangan und Abschrecken wird das Eisen selbst für harte Werkzeuge nur noch schwer angreifbar.

Legierter Kohlenstoff verstärkt auch den Widerstand gegen die Einwirkung von lösenden Chemikalien, z. B. von Säuren; daß ein hoher Siliciumgehalt in derselben Richtung wirkt, wurde bereits früher erwähnt.

Die Schmelztemperatur des weissen Roheisens liegt bei  $1100^{\circ}$ , die des grauen innerhalb der Grenzen  $1150^{\circ}$  und  $1250^{\circ}$ , während die schmiedbaren Eisenarten erst über  $1400^{\circ}$  schmelzen; es ist somit der Gehalt an freiem Eisen die Ursache der höheren Schmelztemperatur des grauen Roheisens. Phosphor macht das Eisen nicht nur dünnflüssiger, sondern auch leichter schmelzbar; Mangan wirkt in entgegengesetzter Richtung.

Das Schwinden. Schwinden nennt man die Verkleinerung der Abmessungen, welche ein Abguß während des Erstarrens und Abkühlens erleidet. Damit ein erkalteter Abguß die gewünschten Maße besitzt, muß bei der Herstellung des Modelles oder, wenn ohne ein solches gearbeitet wird, bei Herstellung der Form hierauf Rücksicht genommen werden; beide müssen um den Betrag des Schwindens größer sein. Man kann somit die Schwindung auch als den Größenunterschied zwischen einem Modell bzw. einer Form und dem Abguß ansehen. Das Verhältnis der Verminderung zu den ursprünglichen Mäßen wird die Schwindungszahl des Metalles genannt. Da bei der Anfertigung von Modellen und Formen nur Längenmaße zur Anwendung kommen, so hat man es in der Regel nur mit der Längen-Schwindungszahl zu thun. Die Körper-Schwindungszahl ist annähernd gleich dem Dreifachen jener, genau genommen etwas größer; der Unterschied ist aber so gering, daß er vernachlässigt werden kann. Setzen wir erstere =  $a$ , so ist letztere genau  $= 3a + 3a^2 + a^3$ .

Das Schwinden ist das Ergebnis zweier Größenveränderungen, welche in die Form gegossenes Eisen erleidet. Dieses dehnt sich beim Übergang aus dem flüssigen in den starren Zustand plötzlich aus, eine Erscheinung, deren Auftreten beim Gefrieren des Wassers allgemein bekannt ist; während der darauffolgenden Abkühlung findet eine im geraden Verhältnisse zur Temperaturabnahme stehende Verminderung der Abmessungen statt. Solange die letztere größer ist als die mit der Grafitbildung in engem Zusammenhange stehende Ausdehnung beim Erstarren — und das ist in der Regel der Fall —, wird der Abguß kleiner sein als die Form. Nur in seltenen Fällen sind beide Änderungen gleich groß, und dann schwindet das Eisen nicht.

Über den Verlauf des Schwindens ist genauer Aufschluß durch die Linienzüge gewonnen worden, welche entstehen, wenn man auf mechanischem Wege die Längenänderungen eines Stabes vom Eingießen an bis zu weiter vorgeschrittener Abkühlung auf einem mittels Uhrwerkes bewegten Papierstreifen aufzeichnen läßt. Fig. 2 zeigt die beim Schwinden verschiedener Metalle entstandenen Schaulinien. Sie beginnen



unten links mit dem Augenblicke, in dem das flüssige Metall in die Form tritt, und steigen so lange senkrecht an, wie das Metall flüssig bleibt. Alsdann beginnt das Schwinden nach Maßgabe der fortschreitenden Abkühlung, und die Linie zeigt mehr oder weniger genau die Form einer Parabel. Die Abweichung von der Senkrechten, welche die Linie des Kupfers vor dem Erstarren nach links hin besitzt, ist durch das von entweichenden Gasen veranlafste Aufblähen des in teigigem Zustande befindlichen Metalles zu erklären. Flusseisen schwindet anfänglich rascher als die übrigen Metalle, was auf die höhere Temperatur zurückgeführt werden kann; nach etwa 12 Minuten aber wird das Schwinden unbedeutend, bis nach 25 Minuten die Linie wieder in die Parabelform übergeht. Die Unterbrechung des Schwindens zwischen der 12. und 24. Minute ist wahrscheinlich eine Folge der durch Krystallbildung verursachten Ausdehnung des Metalles.

Noch deutlicher zeigt sich diese Ausdehnung bei Roheisen. Es erstarrt etwa 1 Minute nach dem Eingießen; dann tritt eine Ausdehnung ein, die durch starkes Heraustreten der Linie nach links sichtbar wird; nach einiger Zeit zeigt sich zuweilen eine zweite und noch später in der Regel eine dritte Ausdehnung; erst nach dieser schwindet das Eisen regelmäßig, und die Schaulinie zeigt Parabelform. Fig. 3 stellt die Vorgänge bei einem siliciumreichen Roheisen (3,85 % Si, 3,10 % C, 1 % P, 0,50 % Mn, 0,10 % S) in größerem Maßstabe dar. Nach wenig mehr als 1 Minute ist es erstarrt; sofort beginnt die erste Ausdehnung; nach etwa 8 Minuten zeigt sich eine schwächere, und nach 11 Minuten beginnt die stärkste, dritte Ausdehnung. Der Einfluss der Höhe des Siliciumgehaltes ist aus Fig. 4 zu entnehmen, in welcher die Linien für Roheisen mit abnehmenden Mengen Silicium, aber sonst fast gleicher Zusammensetzung verzeichnet sind. Die vier Schaulinien lassen deutlich die Abnahme der ersten, besonders aber der letzten Ausdehnung mit dem Siliciumgehalte und damit auch die Abhängigkeit der Schwindungs-

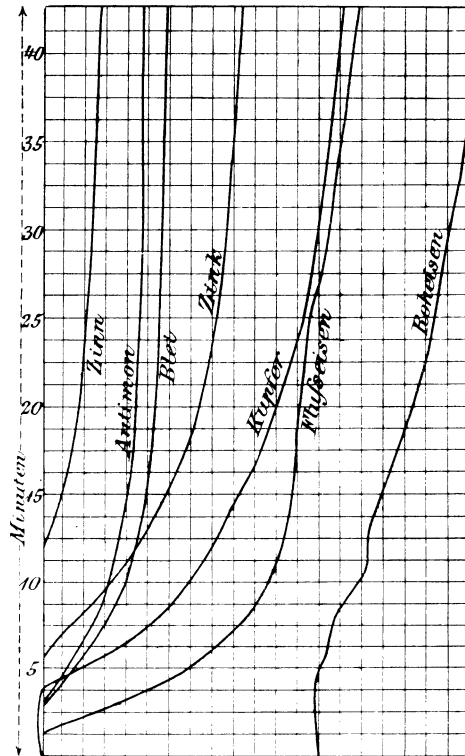


Fig. 2.

zahl von jenem erkennen. Es wäre jedoch ein Irrtum, wenn man annehmen wollte, daß der Betrag des Schwindens allein vom Siliciumgehalt abhänge; die Menge anderer Nebenbestandteile (Mangan, Phosphor, Schwefel), die Temperatur des flüssigen Metalles und die Beschaffenheit und Temperatur der Gufsform sind darauf gleichfalls von Einfluß.

Von allen Eisensorten schwinden naturgemäÙ diejenigen, welche beim Erstarren keinen Grafit ausscheiden, am meisten, die grobkörnigsten

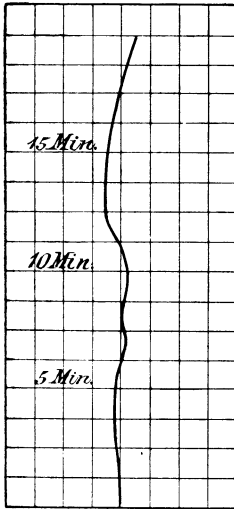


Fig. 3.

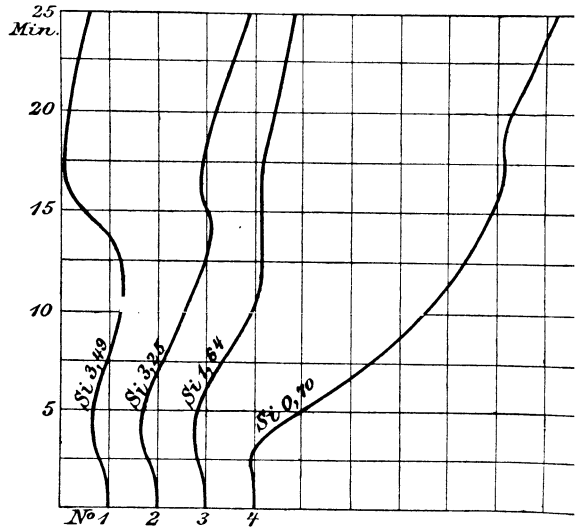


Fig. 4.

und grafitreichsten am wenigsten, und alle Umstände, welche die Grafitbildung hindern, begünstigen das Schwinden. ErfahrungsgemäÙ beträgt die Schwindungszahl von

Spiegeleisen . . . . .	0,020	- $\frac{1}{50}$ ,
Weißem Roheisen . . . . .	0,017	- $\frac{1}{59}$ ,
Flußeisen und Flußstahl . . . . .	0,014	- $\frac{1}{72}$ ,
Halbiertem Holzkohleisen . . . . .	0,011	- $\frac{1}{90}$ ,
einer Mischung aus 50 % schottischem Roheisen Nr. I und 50 % englischem Nr. III mit ca. 3 % Grafit und 0,5 % geb. C. . . . .	0,0104	- $\frac{1}{96}$ ,
Grauem Holzkohleisen mit 3,5 % Grafit und 0,5 % geb. C. . . . .	0,010	- $\frac{1}{100}$ ,
Schottischem Roheisen Nr. I mit 3,5 % Grafit . . . . .	0,008	- $\frac{1}{135}$ .

Die Eisengießereien pflegen mit  $\frac{1}{96}$  oder 0,01, die Stahlgießereien teils mit  $\frac{1}{72} = 0,014$ , teils mit 0,02 als Schwindungszahlen zu rechnen. Die üblichen Zahlen  $\frac{1}{96}$  und  $\frac{1}{72}$  sind nicht Ergebnisse genauer Untersuchungen, sondern abgerundete Durchschnittswerte,  $\frac{1}{8}$  bzw.  $\frac{1}{6}$  Zoll auf 1 Fuß Länge, wofür bei Anwendung des Metermaßes besser 0,0133 und  $0,01 = \frac{1}{100}$  bzw. 1 cm auf 1 m gesetzt wird.

Die Folgen des Schwindens sind, wenn nicht seitens des Gießers für möglichste Abwendung Sorge getragen wird, so tiefgreifend, daß sie häufig die Brauchbarkeit der Abgüsse gänzlich in Frage stellen. Es ist deshalb von höchster Wichtigkeit, mit den Erscheinungen, welche das Schwinden hervorruft, und ihrem ursächlichen Zusammenhange mit letzterem, der oft sehr schwer nachzuweisen ist, bekannt zu sein.

Das Erstarren des flüssigen Inhaltes einer Gufsform beginnt an der Wand und schreitet allmählich nach innen fort. Die zuerst erstarrte Schale schwindet; ihr Inhalt nimmt ab, und ein Teil des noch flüssigen Kernes wird durch den Eingufs hinausgedrückt. Ist endlich die ganze Masse erstarrt, so muß dort, wo das Metall zuletzt flüssig war, Mangel eintreten; es entsteht ein luftleerer Hohlraum. Ist die Wand dieser Höhlung an irgend einer Stelle sehr schwach, so kann sie durch den Luftdruck gesprengt werden; der Abgufs lunkert. Ist der Raumgehalt des Abgusses nicht groß genug, oder sind seine Querschnitte dünn, so können zwar nicht vollkommene Höhlungen entstehen, aber an den zuletzt erstarrten Stellen ist das Eisen von zahllosen feinen Poren durchsetzt, was an dünnen Ofenplatten oft besonders deutlich beobachtet werden kann. Die Höhlungen wie die Poren verursachen nicht nur häufig Unbrauchbarkeit der Abgüsse, sondern führen auch zu erheblichen Arbeitsverlusten, da beide Fehler nicht selten an der Oberfläche unsichtbar sind und erst nach Beginn der Bearbeitung zu Tage treten.

Es ist nun Aufgabe des Gießers, solche Vorkommnisse durch Wahl möglichst wenig schwindender Eisensorten, sowie durch Anwendung gewisser Kunstgriffe, auf welche wir weiter unten beim Gießen zu sprechen kommen, hintanzuhalten.

Eine andere Folge des Schwindens sind Spannungen und Risse in den Abgüssen. Sie entstehen dadurch, daß einzelne Teile nicht frei schwinden können, sondern dabei von anderen, nicht gleichzeitig schwindenden Teilen abhängig sind. Die Ursache ist meist in sehr ungleichmäßiger Verteilung des Stoffes zu suchen.

Die Teile mit dünnem Querschnitt erstarren rascher und schwinden eher als solche, die dicken Querschnitt haben; die letzteren üben dann entweder einen Zug oder einen Druck auf die dünnen Teile aus und veranlassen Spannungen, d. h. eine Lageveränderung der Moleküle in dem starren Körper, die unter Umständen schon beim Erkalten, häufiger erst zu anderen Zeitpunkten infolge Stofses, Schlages oder Temperaturwechsels, oft ohne ersichtlichen Grund, zum Bersten führen. Werden die dünnen Teile von starken eingeschlossen, so werden sie von diesen gedrückt, verbogen; ist die gegenseitige Lage umgekehrt, sind also die dicken Teile von dünnen umgeben, so wirken sie ziehend auf die letzteren, reißen von denselben ab.

Als Beispiel zur näheren Erläuterung des im vorstehenden Gesagten mögen hier die Erscheinungen geschildert werden, wie sie an zwei in großer Zahl zu gießenden Maschinenteilen zu Tage treten. Vom Abgufs eines Schwungrades mit dickem Schwungring und verhältnismäßig

dünnen Armen erstarren diese zuerst; sie schwinden aber der Länge nach nicht, da der Ring genügend viel und genügend lange flüssiges Eisen enthält, um dieses in die Form der Arme nachfließen zu lassen und sie zu füllen. Erstarrt und schwindet endlich auch der Schwungradring, so wird sein Durchmesser kleiner, und er drückt mit großer Gewalt auf die Arme; es entsteht eine so starke Spannung in denselben, daß sie zerdrückt werden können. Sind die Arme fest genug, so wird der Ring gespannt, und er zerreißt entweder schon beim Abkühlen oder später im Betriebe. Man begegnet diesem oft von schweren Unfällen begleiteten Vorkommnisse durch Teilung des Ringes, was ein Aufklaffen an der Teilungsstelle zur Folge hat, oder durch Krümmen der Arme, so daß sie nur auf Biegung und nicht auf Zerknicken in Anspruch genommen werden. Hat das Gußstück dünnen Ring und dünne Arme, aber eine dicke Nabe, wie z. B. eine Riemenscheibe, so werden Ring und Arme zuerst erstarren und schwinden; die später schwindende Nabe reißt dann aber von den in der Längsrichtung nicht mehr veränderlichen Armen ab.

Auch das Windschiefwerden von Platten ist auf ungleichzeitiges Schwinden der Ränder und der Mitte zurückzuführen.

In erster Linie hat der Entwerfende sein Augenmerk der möglichst gleichmäßigen Verteilung des Stoffes auf alle Querschnitte des Gußstückes zuzuwenden; wo dies nicht angängig ist, muß der Gießer durch Benutzen wenig schwindenden oder mindestens sehr zähen Eisens, sowie durch Regeln der Abkühlung für möglichste Abschwächung der Folgen des Schwindens Sorge tragen.

Das Saigern. Wie viele Legierungen anderer Metalle besitzen auch die des Eisens die Neigung, bei allmählichem Erstarren in mehrere Legierungen verschiedener Zusammensetzung zu zerfallen, welche Erscheinung Saigern genannt wird. Die zuerst erstarrende strengflüssige Legierung pflegt dann solche von niederer Schmelztemperatur und deshalb später erstarrende einzuschließen. Ist die Metallmenge groß, die Zeit, während welcher sie in flüssigem Zustande verharrt, lang, so kann auch noch eine Trennung nach dem spezifischen Gewicht eintreten. Der größeren Menge fremder Bestandteile entsprechend zeigt das Roheisen stärkere Neigung zum Saigern als schmiedbares Eisen, so daß schon in den Massen nicht selten deutliche Unterschiede zwischen der Kruste und dem Kerne nachgewiesen werden können.

Die gemeinste Saigerungserscheinung ist die Trennung des Grafites vom Eisen, dessen Menge in den äußeren, rasch erstarrten Schichten stets geringer ist als in der Mitte dicker und deshalb im Innern langsam erstarrender Gußstücke. Meist bilden die ausgesaigerten Legierungen nicht sichtbare krystallinische Körper im Metalle, teils unterscheidbare Körner und Nieren, welche sowohl vom Muttereisen dicht umschlossen als auch frei in Höhlungen vorkommen. Gewöhnlich sind diese Einschlüsse ärmer an Kohlenstoff, aber reicher an Phosphor als das Muttereisen, infolgedessen auch härter als dieses und fallen, selbst wenn eine

räumliche Trennung nicht stattgefunden hat, bei der Bearbeitung mittels schneidender Werkzeuge unangenehm auf.

Eine andere Folge des Saigerns ist die Bildung perlenförmiger Auswüchse auf der freien Oberfläche von Gufsstücken. Sie entstehen durch Auspressen des leichtflüssigen Innern durch die bereits erstarrte Kruste hindurch infolge des von dieser ausgeübten Druckes. An den Wänden geschlossener Formen werden die Tröpfchen breitgedrückt, fließen ineinander und verunstalten so als dünne Schalen die Oberfläche der Gufsware.

Außer den vorgenannten zeigen sich auf dem flüssigen Eisen sehr häufig Ausscheidungen nicht metallischer Art; sie enthalten vorwiegend Schwefelmangan und Eisenoxyduloxyle, von denen ersteres aus dem Metallbade emporgestiegen ist, letztere durch Einwirkung der Luft auf das Metall entstanden sind und sich mit jenem zu den Wanzen genannten Schorfen vereinigt haben. Unter den Wanzen befinden sich in der Regel flache, bis zu einigen Millimetern tiefe Hohlräume, deren Entstehung auf die durch Einwirkung der Oxyde auf den Kohlenstoff des Eisens hervorgerufene Kohlenoxydentwicklung zurückzuführen ist. Schutz der Metalloberfläche vor Oxydation durch Aufstreuen von Holzkohlenpulver oder Sand verhütet die Wanzenbildung in der Regel.

Die Gasentwicklung. Ganz ebenso wie durch das Schwinden entstehen auch durch andere Ursachen Hohlräume in Gufsstücken, die sich von den Lunkern durch glatte Wände unterscheiden. Sie verdanken ihre Entstehung eingeschlossenen Gasen und lassen sich auf drei Ursachen zurückführen. Entweder rühren sie von Luft her, welche während des Gießens nicht anders als durch das flüssige Metall aus der Form entweichen konnte, aber nicht zum Austreten kam, weil das Metall zu früh erstarrte, und dann kann ihre Entstehung durch Einstecken von engen Kanälen in die Wand der Form mittels einer Nadel, des Luftspießes, verhindert werden, oder von Gas, welches sich aus dem Metall entwickelt bzw. durch chemische Umsetzung gebildet wird.

Geschmolzenes Eisen besitzt, wie andere Flüssigkeiten, die Fähigkeit, Gase zu lösen; manganhaltigem Eisen ist sie in besonderem Maße eigen. Der größte Teil der Gase wird beim Abkühlen und Erstarren ausgeschieden und bildet, wenn der Abguß schon ringsum eine Kruste besitzt, ebenfalls Blasen, deren Inhalt vorwiegend aus Wasserstoff und Stickstoff, sowie aus einer geringen Menge Kohlenoxyd besteht. Je höher der Gasdruck war, unter dem das Eisen im Sammelraume des Schmelzofens stand, desto größer ist auch die gelöste Gasmenge; am gasreichsten ist daher das unmittelbar aus dem Hochofen entnommene, weniger gasreich das im Kupolofen umgeschmolzene und fast frei von Gas das im Flammofen verflüssigte Eisen. Den Hochofen verlassendes Eisen entwickelt oft sehr viel Wasserstoffgas, und man sieht letzteres in den Masselgräben dann auf lange Strecken das flüssige Metall mit Flammen bedecken. Je siliciumreicher das Eisen ist, desto weniger

Gas entwickelt es, sei es, weil von ihm überhaupt nur geringere Mengen gelöst wurden, sei es, weil das Silicium die Fähigkeit hat, eine Legierung der gasförmigen Elemente mit dem Eisen herbeizuführen.

Die dritte Ursache der Gasentwicklung bildet die Reduktion von Eisenoxyden (Glühspan, Rost), welche als Überzüge von Kernstützen oder Gufsschalen mit dem flüssigen Eisen in Berührung kommen, durch dessen Kohlenstoff. Es entsteht Kohlenoxyd.

Da bei der hohen Temperatur des erstarrenden Eisens auch sehr kleine Gasmengen einen beträchtlichen Raum einnehmen (fünf- bis sechsmal so viel wie bei gewöhnlicher Temperatur), so erreichen die Hohlräume zuweilen die Gröfse von mehreren Kubikcentimetern. Ihre Wirkung hinsichtlich der Brauchbarkeit der Abgüsse ist gleich der der Lunker.

Sehr viele Körper besitzen die Fähigkeit, Gase und Wasserdämpfe an ihrer Oberfläche zu verdichten und sie beim Erhitzen plötzlich freizugeben. Auch das Eisen gehört zu diesen Körpern. In den Gießhallen der Hochöfen hat man oft Gelegenheit, zu beobachten, welche Störungen diese Erscheinung hervorruft, wenn ein kleines Stück beim Durchharken des Giefsbettes im Sande zurückbleibt; wird dieses von dem nassen Sande bedeckt und kommt gerade dicht unter eine Masselform zu liegen, so beginnt infolge der Dampfentwicklung das flüssige Roheisen an dieser Stelle zu kochen; es durchbricht die Wände der Formen, und grofse Mengen Metall fliefsen unter immer weiterer Ausbreitung des Kochens zu einem unförmlichen Klumpen zusammen. Nicht selten findet die Dampfentwicklung explosionsartig statt; beträchtliche Mengen flüssigen Eisens werden umhergeschleudert und verursachen schwere Verbrennungen der Arbeiter. Dafs ein derartiger Vorgang, wenn er innerhalb einer Gufsform statthat, den Abguß unbrauchbar macht, ist selbstverständlich.

Die Widerstandsfähigkeit gegen chemische Einflüsse hängt vorwiegend von der chemischen Zusammensetzung des Eisens ab. Reines Eisen unterliegt der Oxydationswirkung auch sehr schwacher Säuren in hohem Mafse; es rostet leicht. Roheisen ist zwar weniger angreifbar als schmiedbares Eisen, das graue aber des höheren Gehaltes an freiem Eisen wegen stärker als weifses. Nach Versuchen von *L e d e b u r* verhält sich die Löslichkeit in verdünnter Schwefelsäure von Spiegeleisen, gellem, kohlenstoffarmem Roheisen, Koksroheisen Nr. I, grauem Holzkohlenroheisen, Stahl und Schmiedeeisen wie 14 : 20 : 28 : 38 : 67 : 89.

In erheblichem Mafse zerstörend wirken oxydierende Gase (Sauerstoff, Kohlendioxyd, Wasserdampf) auf glühendes Roheisen, während schmiedbares Eisen infolge geringeren Gehaltes an leicht oxydierbaren Fremdkörpern und der höheren Dichte besser widersteht. Von verschiedenen Roheisensorten pflegen die reineren, weniger fremde Stoffe enthaltenden weniger leicht zu „verbrennen“ als daran reichere.

Die Prüfung des Gufseisens. Der enge Zusammenhang zwischen physikalischen Eigenschaften und chemischer Zusammensetzung des Roheisens läfst eine chemische Untersuchung in erster Linie

rätlich erscheinen. Leider sind die wenigsten Giefsereien mangels der erforderlichen Einrichtungen und sachverständiger Beamten in der Lage, diese Untersuchungen selbst vorzunehmen, obgleich sie in der Regel auf einige wenige, einfache und billige Bestimmungen (Silicium, Mangan, Phosphor und allenfalls Schwefel) beschränkt werden können. Die so häufig verlangte Bestimmung des Kohlenstoffes ist meist überflüssig, da ein Roheisen von ausreichendem Siliciumgehalt nie zu arm an Kohlenstoff sein kann, und die Bestimmung des Grafites, sowie des legierten Kohlenstoffes ist nicht nur wegen der Abhängigkeit derer Mengen von den Abkühlungsverhältnissen wertlos, sondern auch die des ersteren nicht mit voller Sicherheit richtig auszuführen. Die Analyse gewährt Aufschluß über das Verhalten beim Umschmelzen, die Neigung zum Abschrecken etwa zu erwartender Sprödigkeit u. s. w. und gestattet die Berechnung zweckentsprechender Gattierungen. Als unvollkommener aber teurerer Ersatz der Analyse kann das wiederholte Umschmelzen des Eisens dienen; je früher dieses weifs wird, desto geringer ist im allgemeinen der ursprüngliche Gehalt an Silicium.

Da die Kohäsionseigenschaften und das Schwinden aufser von der Zusammensetzung auch von dem Gefüge abhängen, so ist es ratsam, zur Aufhellung der noch nicht genügend erforschten Beziehungen neben der Analyse mechanische Proben vorzunehmen, über welche von den Versuchsanstalten Deutschlands folgende Vereinbarungen getroffen sind:

„1. Die Probestücke erhalten die Form von prismatischen Stäben von 1100 mm Länge (1000 mm Mefslänge) und quadratischen Querschnitt von 30 mm Seite. Sie sollen mit einem Ansatz 25 mm □-Querschnitt und 120 mm Länge versehen werden, aus welchem im Bedarfsfalle (d. h. wenn die Maschinen zur Bewältigung der 30 mm-Würfel nicht ausreichen) Würfel von 25 mm Höhe für Druckversuche entnommen werden können.

„2. Diese Probestücke sind in schwach geneigter Lage, von einem Stabende gegen das andere steigend, zu giefsen. Die Steigung des Formkastens soll auf 1 m Länge 100 mm betragen.

„3. Die Druckhöhe, gemessen als Höhe des verlorenen Kopfes an der Eingufsstelle, soll 200 mm betragen.

„4. Der Abgufs erfolgt in getrockneten Sandformen.

„5. Bei der Probe werden bestimmt:

- a) die Biegezugfestigkeit und die Biegearbeit bis zum Bruch an drei solchen Probestangen;
- b) die Zugfestigkeit an Probestücken, die aus den bei a) erhaltenen Bruchstücken in Gestalt von Rundstäben mit 20 mm Durchmesser und 200 mm Gebrauchslänge hergestellt werden, und zwar zwei aus jeder der drei Stangen;
- c) die Druckfestigkeit an Würfeln mit 30 mm (25 mm) Kantenlänge, ebenfalls aus den bei a) erhaltenen Bruchstücken, und zwar an zweien aus jeder Stange. Der Druck erfolgt dabei parallel zur Stangenlänge.

„6. Die Stäbe für die Biegung und die Würfel zur Bestimmung der Druckfestigkeit behalten die Gußhaut.

„7. Besondere Gegenstände aus Gußeisen, wie die Auflager von Brücken, Wasserleitungsröhren und dergl., sind besonderen, ihrem Verwendungszwecke entsprechenden Proben zu unterwerfen.“

Für wissenschaftliche Zwecke ist die Bestimmung der Biegungs- und der Zugfestigkeit unerläßlich; zweckmäßig wird die Untersuchung auf Schlag-, Stauch- und Scherversuche ausgedehnt. Soll lediglich der Gebrauchswert eines Roheisens ermittelt werden, so beschränkt man sich häufig auf die Feststellung der Biegungsfestigkeit und der Formänderungsfähigkeit.

Die Biegungsfestigkeit wird nach der Formel  $K_b = \frac{Pl}{4w}$  berechnet; es bedeutet  $K_b$  die Biegungsfestigkeit,  $p$  die Bruchbelastung,  $l$  den Abstand der Schneiden und  $w$  das Widerstandsmoment, welches bei quadratischem Querschnitte von der Seite  $h$  die Größe  $\frac{h^3}{6}$  hat.

Die Formänderungsfähigkeit wird durch die vorübergehende und die bleibende Durchbiegung gemessen. Die oben angegebenen Durchschnittwerte beziehen sich auf Stäbe quadratischen Querschnittes von 30 mm Seite. Haben die Probestäbe andere Abmessungen, so lassen sich die Ergebnisse auf dieses Maß umrechnen nach der Gleichung

$$e : e_1 = \frac{l^2}{h} : \frac{l_1^2}{h_1},$$

worin  $e$  und  $e_1$  die Durchbiegungen,  $l$  und  $l_1$  die Längen zwischen den tragenden Schneiden,  $h$  und  $h_1$  die Höhen der Stäbe bedeuten.

Die Schwierigkeit, gleich dichte und gerade Stäbe herzustellen, wächst bedeutend mit deren Länge; auch ist die in den oben mitgeteilten Vereinbarungen angenommene Stabform insofern unbequem, als die Stäbe sich leicht verziehen, so daß sie nicht genau auf den Schneiden aufliegen und die Ergebnisse unsicher werden. Man bedient sich deshalb zu Betriebsproben, für welche Schnelligkeit der Ausführung und Billigkeit nicht unwichtige Bedingungen sind, lieber kürzerer Stäbe kreisrunden Querschnittes, für deren Prüfung E. Kircheis in Aue eine sehr zweckmäßige, von ihm Bruchfestigkeitsprüfungswage genannte Vorrichtung baut. Sie besitzt vor den älteren, für Gußeisenprüfung bestimmten Maschinen den Vorzug, daß die Änderung der Bruchbelastung ohne jede Erschütterung des Probestabes erfolgt, daß die Biegungsfestigkeit ohne jede Rechnung unmittelbar abgelesen werden kann und die Durchbiegung von einem Zeiger auf einem Zifferblatte genau und deutlich sichtbar angegeben wird.

Da  $l = 20$  cm angenommen wird, so vereinfacht sich die Gleichung  $K_b = \frac{Pl}{4w}$  auf  $K_b = \frac{5P}{w}$  und würde, wenn  $w = 1$  wäre, weiterhin auf  $K_b = 5P$  sich vereinfachen, d. h. die Biegungsfestigkeit ist unter den



gemachten Voraussetzungen das Fünffache der auf die Mitte des Stabes wirkenden Kraft.

Das Widerstandsmoment ist für kreisförmigen Querschnitt

$$w = \frac{\pi d^3}{32} = 0,0982 d^3.$$

Damit  $w=1$  werde, muß  $d$  entsprechend gewählt werden, und zwar zu

$$d = \sqrt[3]{\frac{1}{0,0982}} = 2,17 \text{ cm.}$$

Die in der Mitte des Stabes wirkende Last wird durch ein unveränderliches, am Ende eines Hebels wirkendes Gewicht und durch ein auf dem Hebel verschiebbares Laufgewicht hervorgebracht.

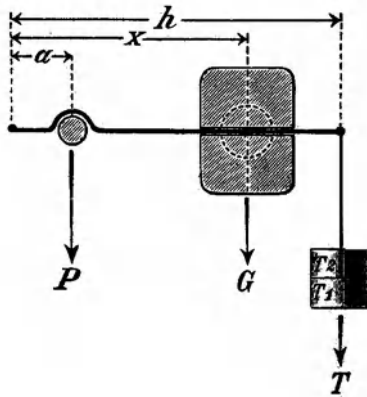


Fig. 5.

Das unveränderliche Gewicht (Fig. 5) besteht aus 2 Teilen  $T_1$  und  $T_2$ , sowie aus dem Gewichte des als Gehänge dienenden Rundeisens und des auf diesen Angriffspunkt reduzierten Hebelgewichtes.

Das Laufgewicht  $G$  ist auf dem Hebel verschiebbar und besteht aus einem Gufseisenkörper mit Bleikern. Der kleine Hebelarm  $a$  des einarmigen Hebels hat 8 cm, der große Hebelarm  $h$  dagegen 80 cm Länge, so daß das Verhältnis der Hebelarme = 10 ist. Bezeichnet man die Entfernung des Laufgewichtsschwerpunktes vom Drehpunkte mit  $X$ , so ergibt sich für die Biegefestigkeit

$$K_b = 5 \left( 10 T + \frac{X}{8} G \right).$$

Hieraus wurde, unter Annahme einer Grenzzahl für  $K_b$ , das Gewicht von  $G$  zu 68 kg berechnet.

Um jedoch möglichst weite Grenzen für die Bruchbelastung zu erreichen, ohne den Mißstand eines allzu langen Hebelarmes mit in Kauf nehmen zu müssen, sind an dem Hebel 2 Teilungen, eine obere und eine untere, angebracht. Die obere reicht von 2000—4000, die untere

von 3000—5000 kg. Bei Benutzung der unteren Teilung muß das 20 kg schwere Aufsatzgewicht  $T_2$  auf  $T_1$  gelegt werden. Dasselbe wirkt mit einer Kraft von  $5 \cdot 10 \cdot 20 = 1000$  kg. Beim Prüfen von noch festerem Eisen kann man sich durch ferneres Auflegen von Gewichten auf  $T$  helfen. Der Bauart der Wage zufolge ist  $K_b$  sodann um das 50fache des aufgelegten Gewichtes größer als 5000 kg.

Die Durchbiegung des Probestabes wird dadurch gemessen, daß ein in einem Schraubengewinde verstellbarer Durchbiegungsstift von unten her gegen den festliegenden Probestab genau in der Mitte eingestellt wird. Der Stift wird durch eine Feder in seiner Lage festgehalten und überträgt die Durchbiegung mittels Hebelübersetzung und

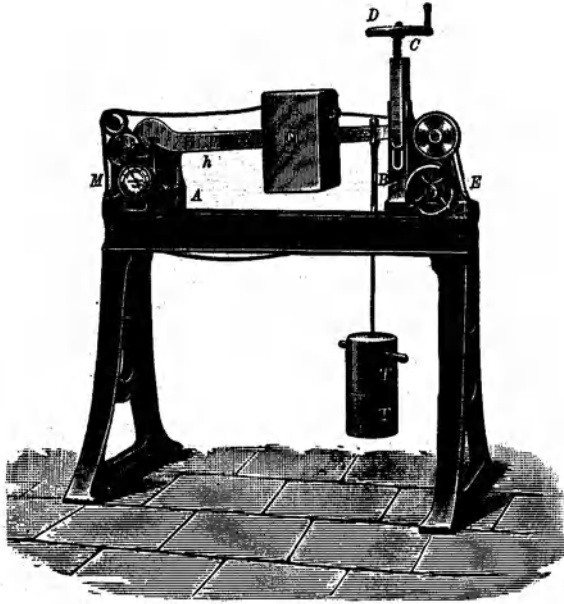


Fig. 6.

Triebwerk auf ein Zifferblatt, wo sie unmittelbar abgelesen werden kann. Das Übersetzungsverhältnis ist so gewählt, daß ein Teilstrich am Zifferblatte der Durchbiegung von 0,1 mm entspricht.

In Fig. 6 ist die Maschine durch ein Schaubild dargestellt.

Der Lagerständer  $A$ , an dessen Außenseite sich der Durchbiegungsmaßstab  $M$  nebst Zeiger befindet, nimmt den Probestab auf. Die beiden Stabenden werden durch abnehmbare Kappen auf den Schneiden festgehalten, so daß dieselben bei eintretendem Bruche nicht umhergeschleudert werden. Während des Einlegens des Stabes ist der Hebel  $h$  festgelegt, was mit Hilfe des an der senkrechten Spindel  $C$  befindlichen Handrades  $D$  geschieht. Nun wird der die Durchbiegung des Stabes anzeigende Stift durch Heraufschrauben genau an den Stab

eingestellt und das Laufgewicht  $G$  durch das am rechten Ständer befindliche Handrädchen  $E$ , welches mittels Ritzel und Zahnrad im Eingriff mit dem die Zugkette bewegenden Kettenrädchen steht, auf den Anfangspunkt eingestellt. Durch Auslösen des Hebels  $h$  wird der Stab belastet und durch langsames und gleichmäßiges Drehen des Handrades  $E$  das Laufgewicht  $G$  allmählich auf  $h$  vorwärts geschoben, bis Bruch erfolgt, wobei fortwährend die Stellung des die Durchbiegung angegebenden Zeigers bei  $M$  beobachtet werden muß, da derselbe nach erfolgtem Bruche sofort wieder auf den Nullpunkt zurückspringt. Der ganze Versuch nimmt mitsamt dem Einlegen des Stabes noch keine Minute in Anspruch.

Ein sehr einfaches und zweckentsprechendes Verfahren der Prüfung auf Festigkeit durch Schlagversuche benutzt Jüngst; er legt auf eine gleichmäßig aufgesiebte Unterlage von Formsand eine 20 mm dicke Probeplatte von 1 m im Geviert und läßt auf ihre Mitte einen Bär von 25 kg Gewicht mit halbkugelförmiger Schlagfläche aus verschiedenen Höhen fallen (Fig. 7); er steigert die

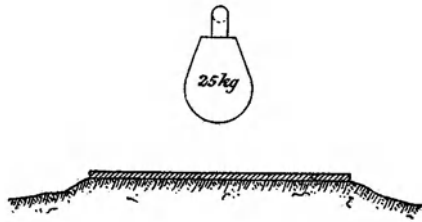


Fig. 7.

Fallhöhe von 250 zu 250 mm. Von den untersuchten Platten erhielten die besten erst bei 4 m Fallhöhe Risse und zersprangen bei 5,25 m.

Zur Beurteilung der Gebrauchsfähigkeit empfiehlt es sich, Gießversuche anzustellen. Bei zweckentsprechender Wahl der Gestalt der Probegußstücke lassen sich an ihnen die Neigung des Eisens zum Abschrecken und zum Verziehen, der Flüssigkeitsgrad, das Schwindmaß, sowie die Festigkeit ermitteln. Ledebur hält folgende Sandgußstücke als besonders geeignet hierfür:

a) Stab  $250 \times 25 \times 1,5$  mm, Eingufs an einem Ende; die Gußform läuft selten ganz aus; je länger der Stab ausfällt, desto dünnflüssiger ist das Gußeisen.

Hierfür wählt H ä d i c k e einen dünnen, spiralförmigen Stab von trapezförmigem Querschnitt (Fig. 8), dessen Modell an der Unterfläche von Centimeter zu Centimeter kleine Körnermarken hat, so daß die Länge durch Zählen der Marken am Abgusse rasch festgestellt werden kann.

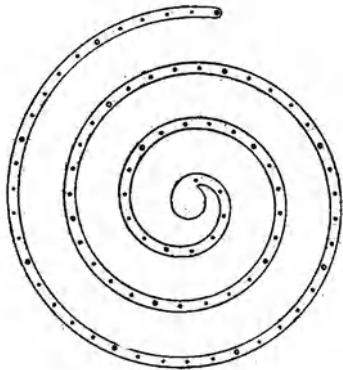


Fig. 8.

b) Keilstück (Fig. 9), um die Neigung zum Weißwerden zu prüfen; im Querschnitt wird die Länge  $l$  des weißgewordenen Teiles gemessen.

c) Schalengufsstück (Fig. 10),  $60 \times 60 \times 250$  mm; am Bruche kann man die Neigung zum Abschrecken und die Güte der Abschreckung erkennen, was auch möglich ist, wenn man das Gefüge einer unmittelbar

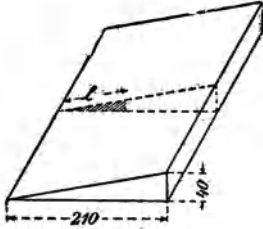


Fig. 9.

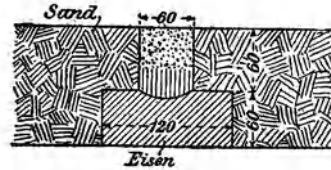


Fig. 10.

nach dem Erstarren in Wasser getauchten Probe mit dem einer gleichen, aber langsam abgekühlten vergleicht.

d) Winkelstück mit Verstärkungsrippen (Fig. 11), um die Neigung zum Saugen und Lunkern festzustellen; die Saug- und Lunkerstellen finden sich im Bruch unter den Rippen.

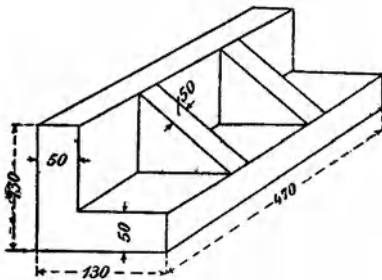


Fig. 11.

e) Herdgußplatte,  $650 \times 650$  mm, nicht über 10 mm dick, um die Neigung zum Verziehen zu prüfen.

f) Das Schwindmaß kann an den Stäben für die Festigkeitsversuche festgestellt werden; deren Formen sind dann mit besonderer Sorgfalt herzustellen.

g) Ob das Eisen den Anforderungen des Maschinenbauers genügt, kann man an geeigneten Probegüssen prüfen (Dampf- oder Pumpencylinder), die bearbeitet werden, oder an Gufsstücken, die leicht Spannungen annehmen, z. B. Riemenscheiben.

der), die bearbeitet werden, oder an Gufsstücken, die leicht Spannungen annehmen, z. B. Riemenscheiben.

Die handelsübliche Einteilung des Gießereiroheisens gründet sich auf das Bruchaussehen. Das grobkörnigste und grafitreichste und daher vermutlich auch siliciumreichste Roheisen wird als Nr. I, feinkörnigeres und helleres als Nr. III bezeichnet. Nr. II wird gewöhnlich nicht aussortiert; wenn es doch geschieht, pflegt der Unterschied gegen Nr. I sehr gering zu sein. Ist das graue Eisen sehr hell, feinkörnig und hart, oder zeigt es schon kleine weiße Partien, so wird es als Nr. IV, wenn es deutlich mit weißem Eisen durchsetzt ist oder letzteres gar vorherrscht, als Nr. V bezeichnet. In Luxemburg und Lothringen beginnt die Numerierung bei III und geht bis VII; Nr. I und II werden nicht unterschieden. Holzkohlenroheisen pflegt man bei tiefgrauem Bruch als hochgares, wenn es grau ist, als gares u. s. w., als lichtgrauges oder halbgares, halbiertes und grelles Roheisen zu bezeichnen.

Die Beurteilung nach dem Bruch ist trügerisch, da durch langsame Abkühlung ein Eisen mit dem Siliciumgehalte des als Nr. III bezeichneten sehr leicht einen grobkörnigen, grafitreichen Bruch wie Nr. I annehmen kann und umgekehrt bei rascher Abkühlung, z. B. beim Abstechen in eiserne Masselformen. Das Roheisen sollte ausschließlich auf Grund von Analysen, d. h. unter Gewährleistung bestimmter Gehalte an wertvollen und schädlichen Bestandteilen, gehandelt werden. Die dahin zielenden Bestrebungen der Hochofenwerke sind aber bislang so gut wie ohne Erfolg gewesen, da die Zahl der Eisengießler, welche das Vorurteil abgelegt haben, ein gutes Roheisen müsse unbedingt groben Bruch und viel Grafitausscheidungen besitzen, noch recht gering ist.

Dem Phosphorgehalte nach unterscheidet man noch folgende Roheisenarten: 1. Hämatiteisen, mit höchstens 0,1 % Phosphor; 2. gutes Gießereisen mit Phosphorgehalten bis zu höchstens 1 %, welches von zahlreichen deutschen Hochofenwerken, sowie in Schottland erblasen wird; 3. geringes Gießereisen mit Phosphorgehalten von 1 bis 2 %, welches als Ersatz des Schrottes zu dienen pflegt und seines geringeren Wertes wegen meist nur mit mäfsigem Siliciumgehalt (als Nr. III) erblasen wird; selbst wenn es höheren, Nr. I entsprechenden Siliciumgehalt besitzt, wird es als Nr. III verkauft. Es kommt als englisches und Luxemburger Gießereisen im Handel vor und wird auch dann als Luxemburger bezeichnet, wenn es in gleicher Beschaffenheit auf deutschen Werken erblasen ist.

Als Siliciumeisen (Ferosilicium) wird eine Legierung mit 10—12 % Silicium erzeugt, die zuweilen zur Aufbesserung der Roheisenmischungen, also als Ersatz siliciumreichen Roheisens verwendet wird.

### b. Flusseisen und Flusstahl.

Schmiedbares Eisen wird entweder im umgeschmolzenen Zustand oder erzeugungsflüssig vergossen. Zu Beginn der Stahlgießerei bediente man sich ausschließlich des Tiegelstahles, der teils aus Frisch- und Puddelrohstahl durch Umschmelzen, teils aus Schmiedeeisen und Roheisen durch mischendes Schmelzen erhalten wurde. Späterhin ging man der geringeren Kosten wegen zum Umschmelzen von Flusstahlabfällen anderer Erzeugung über. Der Kohlenstoffgehalt dieser Tiegelstahle schwankt zwischen 0,5 und 1,3 %; der Siliciumgehalt beschränkt sich meist auf die Mengen, welche aus den Tiegelwandungen aufgenommen werden, etwa 0,3 %; der Mangangehalt beträgt etwa 0,5 bis 1 %, während Phosphor und Schwefel nur sehr geringe Beträge erreichen. Das jüngste Glied der Reihe bildet umgeschmolzenes, ganz reines und weiches Schmiedeeisen, das unter den Namen Weich- und Mitisgufs in den Handel gebracht wird.

In besonders großen Mengen wird Stahl und Flusseisen aus dem Martinofen zu Gufszwecken verwendet. Das Martinmetall ist im allgemeinen ärmer an Fremdkörpern als der Tiegelstahl. Birnenflusseisen eignet sich seines hohen Gasgehaltes wegen schlecht für

Gießereizwecke; denn es giebt undichte, blasige Güsse. Erst in der jüngsten Zeit ist durch Walrand und Légénisel die kleine Birne als Erzeugungsapparat des Flußeisens mit Erfolg in die Gießerei eingeführt worden, da sie unterbrochenen Betrieb zulässt und damit gestattet, die Erzeugung dem Bedarf anzupassen, was beim Martinofen nicht der Fall ist. Durch Zusatz von Siliciumeisen gegen Ende des Blasens erreichten sie einen hohen Flüssigkeitsgrad des Metalles und befreiten es durch diesen Kunstgriff gleichzeitig von dem zurückgehaltenen Gase, so dass die Gufsstücke dicht und blasenfrei erhalten werden.

### c. Sonstige Gufsmetalle.

Neben den verschiedenen Arten des Eisens werden, und zwar zum Teil von alters her, Legierungen von Kupfer, Zinn und Zink, sowie von Zinn und Blei zum Gießen verwendet. Die reinen Metalle eignen sich weniger gut dazu; Zinn hat krystallinisches Gefüge, Blei ist zu weich, und Kupfer ergibt wegen seiner Lösungsfähigkeit für Gase, die es vor dem Erstarren entlässt, undichte Güsse. Nur Zink findet in größerem Mafsstabe als Gufsmetall Verwendung.

#### 1. Kupferlegierungen.

Die älteste, bereits in vorgeschichtlichen Zeiten zur Anwendung gelangte Legierung, welche den Altertumsforschern geradezu zur Bezeichnung einer Entwicklungsstufe des Menschengeschlechtes dient, die Bronze, besteht aus Kupfer und Zinn. Die ältesten Bronzen enthalten daneben nur geringe Mengen anderer Metalle, welche als unbeabsichtigte Verunreinigungen angesehen werden müssen; erst in den römischen Bronzen treten neben Kupfer und Zinn erhebliche Mengen Blei und Zink auf; das letztere, als Metall noch nicht bekannt, ist durch Zuschlag von Galmei, den man als zum Gelbfärben der Legierung geeignet erkannt hatte, hineingekommen.

Die reinen Zinnbronzen des Altertums enthalten neben 76,6 bis 94 % Kupfer 0,1 bis 22 % Zinn, römische von 96 % Kupfer neben 2 % Zinn und 2 % Blei bis herab zu 44 % Kupfer, 5 % Zinn, 44 % Blei und 6 % Zink.

Die Bronzen der Gegenwart werden nach ihrer Verwendung unterschieden in:

*α.* Münzenbronze, bestehend aus 96—94 % Kupfer, 3—5 % Zinn und etwa 1 % Zink;

*β.* Geschützbronze, enthält etwa 90 % Kupfer und 10 % Zinn;

*γ.* Glockenbronze, aus etwa 80 % Kupfer und 20 % Zinn bestehend;

*δ.* Kunstbronze (für Denkmäler), von durchaus wechselnder Zusammensetzung, des geringeren Preises und größerer Gießbarkeit wegen häufig zink- und bleihaltig;

*e.* Maschinenbronze, je nach dem Zwecke von verschiedener Zusammensetzung, meist ebenfalls zinkhaltig; z. B.:

	Kupfer	Zink	Zinn	Blei
Achslager für Lokomotiven . . . . .	74	10	9	7
desgl. nach Stephenson . . . . .	79	8	5	8
desgl. für Treibräder . . . . .	80	18	2	—
Zähe Maschinenbronze . . . . .	83	15	1,5	0,5
Excenterbügel . . . . .	84	14	2	—
Achslager für Eisenbahnwagen (Rhein. Eisenbahn) . . . . .	86	12	2	—
Pumpencylinder, Ventilgehäuse, Hähne . .	88	10	2	—
Zahnräder . . . . .	89	8	3	—

u. a. m.

ζ Spiegelbronze, zu optischen Instrumenten, 70 % Kupfer, 30 % Zinn.

Unter Phosphor-, Silicium- und Manganbronze hat man Maschinenbronzen zu verstehen, die durch Zusatz von Phosphor, Silicium oder Mangan von dem gelösten Kupferoxydul befreit wurden und sich deshalb durch bedeutende Dichte, Zähigkeit und Festigkeit auszeichnen. Der betreffende Stoff braucht in der Legierung nicht mehr vorhanden zu sein. Aluminiumbronze ist eine Legierung, in der das Zinn durch Aluminium ersetzt wurde, teils ebenfalls zur Reduktion des Kupferoxyduls, teils zur Erzielung einer schönen, goldähnlichen Farbe.

Hinsichtlich des Umfanges der Verwendung stehen der Bronze die Kupfer-Zinklegierungen gleich, welche je nach der Zusammensetzung und Bestimmung sehr verschiedene Namen führen.

α. Rotgufs, von rötlicher oder goldähnlicher Farbe, neben Kupfer höchstens 18 % Zink, sowie häufig etwas Zinn und Blei enthaltend, bildet einen Übergang zu den Kunst- und Maschinenbronzen, mit denen er gleiche Verwendung findet, wie folgende Beispiele zeigen:

	Kupfer	Zink	Zinn	Blei
Achslager für Lokomotiven, engl. . . . .	73,6	9,0	9,4	7,0
Französ. Gewehrbeschlüge . . . . .	80,0	17,0	3,0	—
Minervastandbild in Paris . . . . .	83,0	14,0	2,0	1,0
Kolbenringe . . . . .	84,0	8,5	3,0	4,5
Standbild Friedrichs d. Gr. in Berlin	87,4	8,9	3,2	0,6
Stopfbüchsen . . . . .	90,2	6,3	3,5	—

Soll die Legierung einer Bearbeitung auf Grund ihrer Geschmeidigkeit (durch Walzen, Prägen) unterliegen, so muß sie frei sein von Zinn und Blei und wird Tombak genannt.

β. Gelbgufs (Messing) hat deutlich gelbe Farbe, welche bei einem Zinkgehalte von 20—50 % auftritt. Für Gufszwecke wird er höher gehalten als für Herstellung von Blech und Draht, in welchem Falle auch die Anwesenheit anderer Metalle zu vermeiden ist. Muntz-, Aich-, Sterro-, Delta-, Duranametall sind eisenhaltige Messingarten, die sich zum Teil (Deltametall z. B.) auch in Rotglut bearbeiten (schmieden) lassen, während die übrigen dies nur in gewöhnlicher Temperatur er-

tragen. In dem letztgenannten ist etwas Aluminium, im Deltametall neben Eisen auch Mangan enthalten.

Beispiele für Gelbgufs oder Gußmessing:

	Kupfer	Zink	Zinn	Blei
Gelbgufs aus Iserlohn . . . . .	63,7	33,5	2,5	0,3
Johann Wilhelm-Standbild in Düsseldorf	71,7	25,3	2,4	0,9

## 2. Zinnlegierungen.

Die ehemals außerordentlich vielseitige Verwendung des Zinnes zu Küchen-, Speise- und Trinkgeräten hat infolge der Verbilligung der Glas-, Porzellan- und Steingutgefäße fast aufgehört; erst in jüngster Zeit finden kunstgewerbliche Erzeugnisse solcher Art wieder viele Liebhaber, doch dienen sie mehr zu Schaustücken als zu wirklichem Gebrauche. Als Zusatz verwendet man Blei, weniger der Erhöhung der Härte und der Erniedrigung des Schmelzpunktes als des niedrigen Preises wegen. Die im Vergleiche zu Zinn geringe Widerstandsfähigkeit des Bleies gegen organische Säuren und die dadurch hervorgerufene Vergiftungsgefahr veranlaßte die gesetzliche Vorschrift, daß der Bleigehalt 10 % nicht überschreiten darf; für andere Zwecke ist er unbeschränkt. Neben Blei tritt besonders Antimon, in geringen Mengen auch Kupfer, selten Zink und Nickel als Bestandteil der Zinnlegierungen auf. Man unterscheidet:

α. Zinnbleilegierungen (Werkzinn), für Eß- und Trinkgeschirre nicht mehr als 10 %, für Spielwaren, Flitterschmuck, Orgelpfeifen 30—50 % Blei enthaltend.

β. Weißmetall, ausnahmslos für Achslager bestimmt, das seiner niedrigen Schmelztemperatur wegen unmittelbares Umgießen der Zapfen innerhalb der eisernen Lagerschalen gestattet. Es enthält stets erhebliche Mengen, aber immer unter 20 % Antimon und nicht mehr als 10 % Kupfer; beide steigern die Härte, letzteres auch die Festigkeit und sehr beträchtlich die Schmelztemperatur.

Beispiele:	Zinn	Blei	Antimon	Kupfer	Zink
Geringes Lagermetall . . . . .	42	42	16	—	—
Englisches Lagermetall . . . . .	53	33	10,6	2,4	1
Lager für Rad- und Schraubenwellen	72,7	—	18,2	9,1	—
Krummzapfenlager einer Brikettpresse	85	—	10	5	—
Lager für Eisenbahnwagen . . . . .	90	—	8	2	—
Babitts Metall für Lager . . . . .	96	—	8	4	—

Eine unter dem Namen Britanniametall bekannte Legierung, aus selten weniger als 90 % Zinn, 8—9 % Antimon und 0—3 % Kupfer bestehend, dient meist zur Herstellung von Blech, aus dem durch Drücken Tischgeräte und andere Gefäße gefertigt werden, seltener zum Gießen, z. B. von Löffeln. Es ist chemisch sehr wenig angreifbar und nimmt vorzügliche Politur an.

## 3. Bleilegierungen.

Wegen der großen Weichheit bedarf das Blei eines härtenden Zusatzes, als welcher allgemein Antimon dient. Eine solche, bei der



Bleigewinnung aus antimonischen Erzen fallende Legierung, das Hartblei, wird teils unmittelbar zu Gußzwecken verwendet, teils durch Zusammenschmelzen beider Metalle erzeugt. Durch Zugabe von Zinn wird die Legierung geschmeidiger, von Kupfer oder Zink härter und fester. Außer zu Achslagern dient das Hartblei vornehmlich zu Buchdruckerlettern (Schriftzeug).

Beispiele:	Blei	Antimon	Zinn	Kupfer	Zink
Achslager mehrerer Eisenbahnverwaltungen	84	15	—	—	—
Achslager der Berlin-Hamburger Bahn . . . . .	60	20	20	—	—
Achslager anderer Herkunft . . . . .	80	12	—	8	—
Schriftzeug für feine Lettern . . . . .	75	25	—	—	—
Schriftzeug für grobe Lettern . . . . .	87,5	12,5	—	—	—
Englisches Schriftzeug . . . . .	69,2	19,2	9,1	1,7	—
Französisches Schriftzeug . . . . .	55	30	15	—	—
Metall für Lager mit gefrästen Zähnen . . . . .	50	10	—	—	40

#### 4. Zinklegierungen.

Da Zink sehr billig ist, so wird es durch Legieren teurer, weshalb man es meist rein zu zahlreichen Gußstücken verwendet, welche auf Festigkeit nicht beansprucht werden; denn diese besitzt Zink in nur sehr geringem Maße. Sein Hauptvorteil besteht in der Beständigkeit gegen Oxydation. Dichte Güsse erhält man durch Zusatz einiger Hundertteile Zinn. Man gießt aus Zink Lampenfüße, Leuchter und zahlreiche Verzierungsgegenstände für Hochbau. In Legierung mit Zinn, Kupfer, Antimon und Blei dient es häufig als billiges Lagermetall, dem geringe Reibung nachgerühmt wird.

Beispiele:	Zink	Zinn	Kupfer	Antimon	Blei
Weißmetall, englisches . . . . .	52	46	1,6	0,4	—
Babitts Lagermetall . . . . .	69	19	4	3	5
desgl. für schnelllaufende Wellen . . . . .	76,14	17,47	5,60	—	—
Fentons Antifrikationsmetall . . . . .	80	14,5	5,5	—	—

#### 5. Die Herstellung der Legierungen

erfolgt in der Regel durch Schmelzen eines Metalles, und zwar des schwerer schmelzigen, und Lösen des anderen in der Schmelze. Als Schmelzvorrichtungen dienen für die bei niedriger Temperatur flüssig werdenden Metalle eiserne Kessel, für die anderen Tiegel oder, zu schweren Güssen, auch Flammöfen. Vor dem Zusatze müssen die leichter schmelzenden Metalle angewärmt werden, weil anderenfalls durch die plötzliche Entwicklung der an der Oberfläche der Metallstücke verdichteten Gase (Luft, Wasserdampf) die Flüssigkeit leicht heftig umhergeschleudert werden kann. Manche Metalle, wie Antimon, werden in flüssigem Zustande dem anderen Bestandteile der Legierung zugefügt. Eine Ausnahme von der oben angegebenen Regel macht man mit solchen Metallen, die in der Schmelztemperatur des strengflüssigen verdampfen, wie z. B. Zink. Dann setzt man beide Metalle zugleich ein.

Um eine durchaus gleichmäßige Mischung zu erhalten, was besonders dann schwierig ist, wenn die Bestandteile der Legierung sehr

verschiedenes Volumengewicht haben, erhält man die Schmelze längere Zeit flüssig und rührt sie gut um, gewöhnlich mit einem Holzstabe, dessen freiwerdende Destillationsgase das Mischen sehr befördern. Teils zu seiner Verwertung, teils um gleichmäßige Mischung zu erzielen, verwendet man einen Teil Altmetall.

Gilt es, einer Legierung eine nur geringe Menge eines schwer-schmelzenden Metalles beizufügen, so ist dessen gleichmäßige Verteilung besonders schwierig zu erreichen. Dann hilft man sich durch Herstellen einer Hilfslegierung, welche von dem betr. Metall einen größeren Anteil enthält und in einer leicht zu berechnenden Menge den übrigen Bestandteilen beigegeben wird.

Beim Schmelzen bilden sich an der Oberfläche der Schmelze Oxyde, welche sich zum Teil im Metalle lösen; bei wiederholtem Schmelzen, also auch bei Benutzung von Altmetall, reichert sich die Legierung leicht so sehr mit Oxyden an, daß sie dickflüssig und minder zäh wird. Man vermeidet diesen Übelstand durch Bedecken der Schmelze mit einer Schlacke, zu deren Bildung man Boraxglas oder leichtschmelzige Glas zusetzt; häufig verwendet man auch nur Kohlenpulver als Decke.

## B. Die Herstellung der Gufsformen.

### a. Die Vorbilder für die Abgüsse.

Die Hohlräume, in welchen das flüssige Metall als Vollkörper erstarrt, deren Gestalt es annimmt, nennen wir Formen; Höhlungen in den Gufsstücken erfordern zur Hervorbringung als Gufsformen Vollkörper, die Kerne genannt werden. Zur Gestaltung beider Arten von Gufsformen sind Vorbilder der Gufsstücke erforderlich, die der Form nach mit ihnen übereinstimmen, der Größe nach um das Schwindmaß des betreffenden Gufsmetalles sich von ihnen unterscheiden, die Modelle und die Kernkästen. Mit ihrer Hilfe werden die Gufsformen durch Umstampfen bzw. Ausstampfen mit den Formstoffen erzeugt.

Haben die Gufsstücke gesetzmäßige Gestalt, welche durch Fortbewegen einer Figur an einer Leitlinie entstehen kann, so lassen sich die kostspieligen Modelle und Kernkästen durch einfache Platten ersetzen, die nach dem Umriss des herzustellenden Abgusses ausgeschnitten sind, die Schablonen. Mit deren Hilfe kann man die Form oder den Kern aus dem bildsamen Formstoffe gewissermaßen heraus schneiden.

Für nur einmaliges Abformen benutzt man in der Regel die Urmodelle des Bildhauers oder Modellierers aus Gips oder Wachs; für wiederholte Benutzung fertigt man Metallmodelle an; damit in diesem Falle der Abgufs die richtige Größe erhält, muß das Urmodell um das doppelte Schwindmaß größer sein als jener. Metallmodelle bestehen aus Bronze, Messing, Zink, behufs Vermeidens zu großen Gewichtes auch aus Aluminium. Ihrer Weichheit und der dadurch bedingten großen Abnutzung wegen besitzen Modelle aus den letztgenannten beiden Metallen nur begrenzte Verwendbarkeit.

Modelle für Zwecke der Eisengießerei werden meist aus Holz hergestellt; sollen sie sehr oft abgeformt werden und ist ihr Umfang nicht zu groß, so fertigt man sie besser ebenfalls aus Metall; dies ist stets nötig, wenn sie einer besonders feinen Bearbeitung durch Gravieren, Ciselieren u. s. w. bedürfen.

Am häufigsten verwendet man die leichten und weichen Nadelhölzer, wenn möglich Kiefernholz und nicht weifstannenes, selten harte und schwerere Hölzer, zur Anfertigung der Modelle. Die Güte des Holzes wechselt außerordentlich stark, sowohl mit dem Alter als auch mit dem Standort und dem Klima. Der Einfluß des Alters ist selbst an einem Stamme deutlich wahrnehmbar; jederzeit sind die inneren Teile desselben, das Kernholz, dichter, fester und weniger wasserhaltig als die äußere Schicht, der schwammige, noch junge Splint. Dieser Unterschied tritt an den aus einem Stamme geschnittenen Brettern (für Zwecke der Modellschreinerei wird das Holz immer in solche zerlegt) besonders deutlich hervor; nur das mittelste Brett enthält von der Mitte aus nach beiden Seiten hin gleichalteriges Holz; jedes andere besteht auf der inneren Seite aus älteren Schichten, als auf der äußeren. Die letztere muß, weil wasserhaltiger, beim Trocknen stärker schwinden als die Innenseite; das Brett krümmt sich und wird auf der äußeren Seite hohl. Da nun jeder Stamm oben ebenfalls aus jüngerem Holze besteht als unten, so wiederholt sich diese Erscheinung auch in der Längsrichtung, und die Bretter schwinden am Zopfende ebenfalls stärker als am Wurzelende; sie werden windschief. Wollte man die ganzen Stämme trocknen, so würden sie aufreißen, weil der Splint nicht nur stärker, sondern auch früher schwindet als das Kernholz, und überdies würde das Austrocknen sehr lange Zeit in Anspruch nehmen, selbst wenn die Stämme entrindet werden. Da die Schwindung der Hölzer nach den verschiedenen Richtungen verschieden stark ist, wie folgende Tabelle nachweist, und zwar fast Null in der Längsrichtung, etwa 5% in radialer Richtung (Richtung der Markstrahlen) und 10% in der Richtung des Stammumfanges, so muß bei der Verarbeitung hierauf Rücksicht genommen werden.

Schwindmaße verschiedener Holzarten in Hundertteilen.

Holzart	Nach der Richtung			Holzart	Nach der Richtung		
	der Fasern	des Radius	⊥ zur Ebene der Spiegel		der Fasern	des Radius	⊥ zur Ebene der Spiegel
Ahorn, Feld-	0,00	2,03	2,97	Esche . . .	0,26	5,35	6,90
„ Spitz-	0,11	2,06	4,13	Espe . . . .	0,00	3,97	3,33
Birke . . .	0,50	3,05	3,19	Fichte . . .	0,00	2,08	2,62
Buche, Hain-	0,21	6,82	8,00	Kiefer . . .	0,00	2,49	2,87
„ Rot-	0,20	5,25	7,03	Linde . . .	0,10	5,73	7,17
Eiche . . .	0,00	2,65	4,13	Sahlweide .	0,00	2,07	1,90
Erle . . . .	0,30	2,16	4,15	Ulme . . . .	0,05	3,85	4,10

Lufttrockenes und jahrelang unter Dach aufbewahrtes Holz enthält noch immer 15—20% Wasser, und da auch künstliches Trocknen wegen des Gehaltes von wasseranziehenden Salzen nicht zum Ziele führt, so muß eine Modellschreinerei jederzeit einen großen, trocken aufbewahrten und für mehrere Jahre ausreichenden Holzvorrat besitzen.

Nimmt trockenenes Holz Wasser auf, so quillt es; beim Trocknen schwindet es wieder (das Holz arbeitet). Damit nun wenigstens die fertigen Modelle vor diesen fortwährenden Änderungen ihrer Mafse geschützt sind, so muß man nicht nur ein möglichst wenig schwindendes Holz, wie es eben Kiefernholz ist, verarbeiten, sondern auch durch Verbindung zahlreicher, kreuzweise angeordneter Holzstücke die Schwindung nach allen Seiten hin gering zu machen, bzw. aufzuheben suchen. Leimt man nämlich zwei Holzstücke so zusammen, daß ihre Fasern sich kreuzen, so wird jedes, da die Schwindung in der Faserrichtung äußerst gering ist, das Schwinden des anderen quer zur Faser verhindern. Zum Schutze gegen die Aufnahme von Wasser aus der Luft und beim Einförmigen in nassen Sand überzieht man die Modelle zwei- bis dreimal mit Firnis, den man vor jedem neuen Anstrich trocken läßt; zuletzt überzieht man sie mit einer Auflösung von Schellack in Alkohol.

Bei Anfertigung der Modelle ist allen Abmessungen das Schwindmaß zuzusetzen. Zur Erleichterung seiner Arbeit und zur Vermeidung

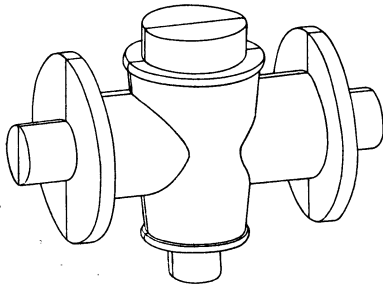


Fig. 12.

von Irrtümern bedient sich der Modellschreiner eines Schwindmaßstabes, welcher um 0,01 bzw. 0,0133 länger ist als das gesetzliche Maß, aber dieselbe Teilung hat wie dieses. Auch der Schwindmaßstab von 1,01 oder 1,0133 m Länge ist in 1000 Millimeter geteilt.

Damit die Modelle leicht aus der festgestampften Form herausgezogen werden können und sie nicht infolge zu großer Reibung be-

schädigen, giebt man ihnen nach der im Formstoffe steckenden Seite hin eine Verjüngung (man macht sie konisch), deren Maß von der Glätte der Modelle abhängt. Sie beträgt bei sehr glatten Metallmodellen wenigstens 0,5 mm, bei Holzmodellen 2—3 mm auf 1 m Länge und, wenn es die Form des Abgusses gestattet, noch mehr. Abgüsse mit parallelen Seitenflächen müssen stärker hergestellt und auf Maß bearbeitet werden. — Trotz der Verjüngung würden doch in vielen Fällen die Modelle nicht oder nur sehr schwer aus den Formen zu nehmen sein, selbst wenn diese, wie es bei allseitig geschlossenen stets der Fall ist, zerlegt werden können. Man teilt dann auch das Modell derart, daß jeder Teil für sich ausgezogen werden kann (Fig. 12), oder daß jeder Teil der Form auch ein Stück des Modelles enthält. Es ist Sache der Modellschreiner, diese Teilung mit möglichst wenig Schnitten zweck-

entsprechend zu bewirken. Das Zusammenhalten der Modellstücke wird durch Dübel und Dübellöcher auf den Schnittflächen gesichert.

Hölzerne Dübel und einfache gebohrte Dübellöcher nutzen sich rasch ab, so daß die Modellteile sich aufeinander verschieben können. Diesen Übelstand umgeht man durch Anwendung der metallenen Dübel und Gegenseiben von H. E. Klotz in Hamburg (Fig. 13), die mit Holzschrauben in den Modellteilen befestigt werden. Man läßt zunächst die Gegenseiben ein und befestigt sie; dann setzt man die sogenannten Mittelpunktsanzeiger (Fig. 14) in die Scheiben, legt die andere Modellhälfte in richtiger Stellung auf, markiert durch Druck die Mittelpunkte für die Dübel und kann nun diese genau an der richtigen Stelle einlassen. Noch einfacher ist die Anwendung der Dübelschrauben und Gegenschrauben von Striebeck



Fig. 13.

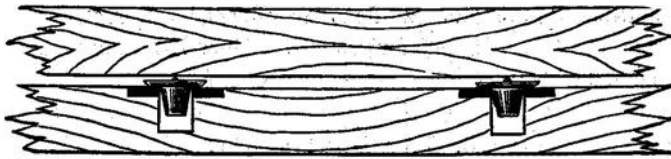


Fig. 14.

(Fig. 15). Lose Seitenteile des Modelles, die beim Ausheben zunächst in der Form verbleiben sollen, um nachher nach innen herausgezogen zu werden, befestigt man zweckmäßig mit den Seitendübeln der Firma Klotz, die in Fig. 16 abgebildet sind. Die Dübelscheibe des Hauptmodellteiles führt sich mit Rippen in Nuten der Gegenseibe des Nebenteiles, welcher durch eine Feder an ersterem festgehalten wird. Beim Ausheben giebt die Feder nach, und der eine Modellteil streift sich vom anderen, sitzenbleibenden ab.

Das Ausheben zahlreicher, gemeinsam eingestrichelter Modelle läßt sich sehr erleichtern und beschleunigen, wenn man sie nebeneinander auf einer eisernen Platte, einer Modellplatte, befestigt und mit dieser auf einmal aushebt. Besonders wichtig sind die Modellplatten für die Massenanfertigung, weil sie gestatten, die einzelnen Teile der Form unabhängig voneinander herzustellen.

Ein Kern findet nie für sich allein Verwendung; er bildet immer einen Teil einer Form; die richtige Lage in dieser wird ihm meist dadurch gesichert, daß er in ihre Wände hineinragt und dort in dazu angebrachten Vertiefungen festgehalten wird. Zur Erzeugung dieser Vertiefungen tragen



Fig. 15.

die Modelle an den betr. Stellen Warzen, die Kernmarken, deren Stirnflächen man behufs Kenntlichmachung schwarz anstreicht, ebenso wie die Umrisse des Kernes auf den Teilungsflächen der Modelle.

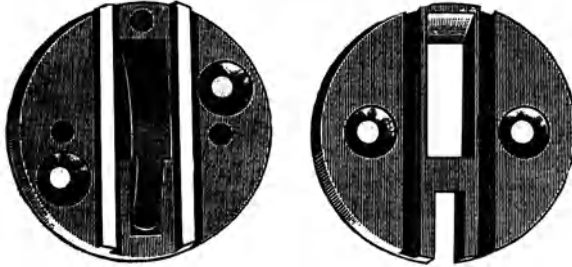


Fig. 16.

Die Kernkästen bestehen gewöhnlich aus zwei Teilen und sind an beiden Enden offen, so daß sie mit dem Formmaterial vollgestampft werden können. Die gegenseitige Stellung der Teile sichern Dübel,

den Zusammenhalt des ganzen Kastens übergeschobene und festgekeilte Ringe, Überfallhaken u. dgl.

In Fig. 12 (S. 28) ist ein Modell mit seinen Kernmarken, in Fig. 17 der Kernkasten für den Kern des Hahngehäuses, in Fig. 18 das durchschnittene Hahnkücken mit dem innenliegenden Kern, in Fig. 19 der Kernkasten für dieses Modell dargestellt. Einer Erklärung bedürfen die Abbildungen nicht.

## b. Die Formstoffe.

### 1. Formsand.

Nicht jeder in der Natur vorkommende Sand, d. i. eine lose, feinkörnige, durch Zerfallen von Gesteinen entstandene, meist vorwiegend aus Quarz bestehende Masse, ist zur Herstellung von Guß-

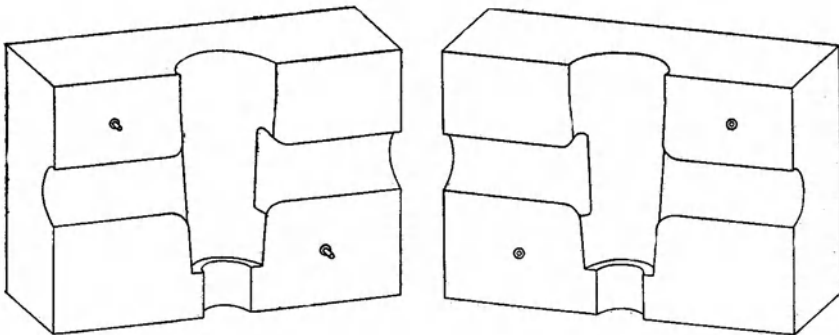


Fig. 17.

formen verwendbar, da er für diesen Zweck einige besondere Eigenschaften besitzen muß, die verhältnismäßig wenig Sanden gleichzeitig zukommen; es sind dies Bildsamkeit, Durchlässigkeit und Reinheit von leicht schmelzbaren Bestandteilen.

Unter *Bildsamkeit* versteht man die Fähigkeit des Sandes, sich in feuchtem Zustande durch Druck zu Körpern vereinigen zu lassen, welche nicht nur nicht von selbst wieder zerfallen, sondern auch widerstandsfähig genug sind, um unter mäfsig starkem Druck ihre Form beizubehalten. Das Mafs der Bildsamkeit hängt in erster Linie von der Form der Sandkörnchen, in zweiter von der Anwesenheit geringer Mengen Bindemittel ab. Runde, glatte Körperchen verschieben sich leicht aneinander; rauhe und scharfkantige fügen sich aber so innig aneinander, und die Reibung auf den einzelnen Flächen ist so grofs, dafs sie nicht freiwillig ihre gegenseitige Lage ändern. Die Adhäsion der Körnchen wird aber erst durch die Bindemittel auf das erforderliche Mafs gebracht; es sind dies Thon und Wasser. Ganz trockener Sand ist nicht bildsam, aber ein Überzug von Wasser auf den Körnchen, der jedoch für die Herstellung der Gufsformen nur so stark sein darf, dafs der Sand nicht an der Hand klebt, ruft die Bildsamkeit hervor, bei fast reinem Quarzsand (magerer Sand) jedoch in durchaus unzureichendem Mafse. Ein geringer, gewissermafsen als Klebstoff wirkender Thongehalt erhöht die Bildsamkeit der Formsande außerordentlich, und diese wächst bei Sanden von gleichmäfsiger Korngröfse und -Form im Verhältnisse zum Thongehalt. Thonhaltiger Sand wird fetter Sand genannt; er bildet den Übergang zu der aus wirklichem Thon bestehenden Masse. Ein aus genügend bildsamem Formsande gestalteter Ball soll beim Zerbrechen nur in grofse Stücke zerfallen.

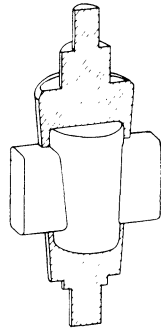


Fig. 18.

Ein hoher Grad von *Durchlässigkeit* mufs deshalb jedem Formsande eigen sein, weil die Sandformen in feuchtem Zustande benutzt werden, und weil man aus später zu erörternden Gründen dem Sande nicht unerhebliche Mengen Kohlenpulver beimischt. Die in Berührung mit dem heifsen Eisen sich entwickelnden grofsen Mengen von Wasserdampf, Kohlenwasserstoff und anderem Gas müssen zwischen den einzelnen, fest zusammengedrückten Sandkörnchen genügend weite und zahlreiche Kanäle vorfinden, um aus der Form entweichen zu können. Eine Sandform ist als Filter anzusehen, das zwar den Gasen und Dämpfen, aber nicht dem Metalle den Durchgang gestattet.

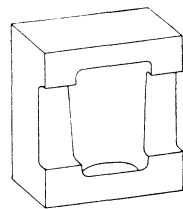


Fig. 19.

Das Mafs der Durchlässigkeit des Sandes ist von der Gleichmäfsigkeit und der Gröfse der Körner, sowie vom Thongehalte abhängig. Je gröfser die Körner sind, desto weiter sind natürlich auch die Zwischenräume, falls erstere alle denselben Durchmesser besitzen. Befinden sich zwischen den grofsen aber noch erheblich kleinere Körnchen, so füllen diese die Zwischenräume aus und versperren den Auswege suchenden Gasen den Durchgang. Am durchlässigsten ist also ein grober Sand von durchaus gleichmäfsigem Korne. Die Gröfse der Sandkörner wird

durch die Rücksicht auf die von der Glätte der Form abhängende Schönheit des Abgusses begrenzt; man wird selten mit Sand von mehr als wenigen Zehntelmillimetern Korngröße arbeiten können; für Kunstguss geht man wohl bis zu 0,04 mm herab; noch feinere, mehlartige Sande sind nicht mehr durchlässig genug. Die Gleichmäßigkeit des Kornes kann durch Mahlen des Sandes unter Kollergängen oder in Schleudermühlen erzielt werden.

Je fetter und bildsamer ein Sand ist, desto geringer ist seine Durchlässigkeit. Masse ist vollkommen undurchlässig, so dafs aus ihr gefertigte Formen vor der Benutzung getrocknet werden müssen. Die Fähigkeit, in feuchtem Zustand abgegossen werden zu können, ist allein den Sandformen eigen. Da Thon durch Brennen seine Bildsamkeit verliert, so erhitzt man zu fettem Sand auf eine Temperatur, in welcher der Thon das Hydratwasser abgibt (300—500°), man brennt ihn; dadurch wird er magerer und damit durchlässiger. Jeder Sand unterliegt infolge Erhitzung durch das flüssige Eisen diesem Magerwerden; er verliert folglich bei wiederholter Benutzung seine Bildsamkeit, und es wird ein Auffrischen, d. h. ein Zusatz noch nicht gebrauchten Sandes, nötig, um ihm den erforderlichen Grad von Bildsamkeit zu bewahren. Der Zusatz an frischem Sande beträgt etwa 25—50% des gebrauchten. Aus Sparsamkeitsrücksichten wird der aufgefrischte Sand nur in der unmittelbaren Umgebung des Modelles gebraucht und heifst daher Modellsand. Den übrigen Raum des Formkastens stampft man mit einem mageren, groben und deshalb gut durchlässigen Sand, dem Füll- oder Haufsand, aus.

Die Größe und Gleichmäßigkeit des Kornes kann man durch Reiben des Sandes zwischen Daumen und Zeigefinger oder mit Hilfe des Mikroskopes prüfen; die Durchlässigkeit, soweit sie von dem Thongehalt abhängt, ist (nach Schott) wenigstens vergleichsweise durch Messen der von Würfeln bestimmter Größe aufgenommenen Wassermenge bestimmbar.

10—20% Thon haltende Sande sind magere, solche mit 20—30% fette. Bei 25% Thon ist der Sand schon so undurchlässig, dafs er nicht mehr in nassem Zustande abgegossen werden kann.

Im Gegensatze zu der oben erwähnten Vermehrung bemerken wir beim Gebrauche mancher Sande eine Verminderung der Durchlässigkeit; die Körner zerspringen teils unter dem Einflusse der Hitze, teils beim nachherigen Anfeuchten mit Wasser infolge des plötzlichen Temperaturwechsels; sie bilden Mehl. Es sind besonders Carbonate und Hydroxyde enthaltende, sowie in gewissem Grade verwitterte Sande, welche diese üble Eigenschaft in hohem Mafse zeigen.

Mit der Anwesenheit von anderen Stoffen als Kieselsäure und Thonerde ist ein weiterer Übelstand verknüpft, da sie Anlaß zur Bildung schmelzbarer Verbindungen geben, welche in der unmittelbaren Umgebung des flüssigen Eisens teils die Sandkörner zusammenfritten, teils am Abgusse selbst anbrennen und, da sie sich nur sehr schwer, oft gar



nicht entfernen lassen, denselben verunstalten. Selbst gute Formsande neigen zum Anbrennen wenn sie längere Zeit hoch erhitzt werden, wenn also die in die Form gegossene Eisenmenge sehr groß oder die Temperatur des Metalles sehr hoch ist, wie z. B. die des Flußeisens. Man verhindert das Anbrennen durch Überziehen der Gufsform mit einem unsmelzbaren Stoff, gewöhnlich Holzkohlen- oder Kokspulver; das Fritten der Sandkörner untereinander wird durch Zumischen eines ähnlichen Stoffes vermieden, der erhebliche Mengen Gas entwickelt und teils dadurch, teils durch seine Anwesenheit in Gestalt von Koks trennend wirkt, des Pulvers von aschenarmen, aber gasreichen Steinkohlen. Man mischt dieses Kohlenpulver dem Sand in Mengen von 5—20 Raumteilen v. H. zu. Über die in jedem einzelnen Fall erforderliche Menge, welche von der Größe des Gufsstückes, den Eigenschaften des Formsandes u. s. w. abhängt, lassen sich Regeln nicht

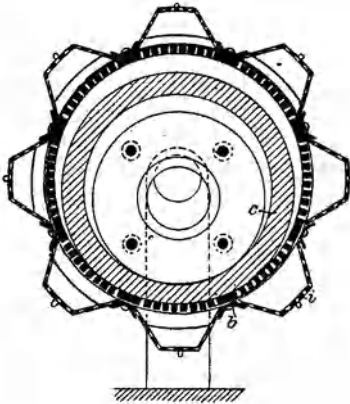


Fig. 20.

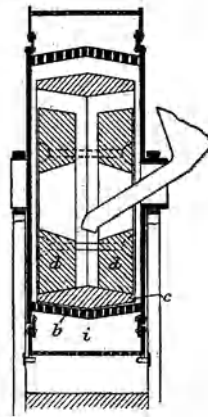


Fig. 21.

aufstellen; ihre Bestimmung ist Sache der Erfahrung. An Stelle der Steinkohlen treten zuweilen organische Stoffe, welche z. T. auch bindend wirken, wie Sirup und Bier, oder für Kernsand Sägemehl. Das Schwinden dieser Stoffe beim Zerfallen erhöht die Durchlässigkeit.

Zu Formen für Flußeisengufs sind die gewöhnlichen Formsande ihrer großen Schmelzbarkeit wegen nicht verwendbar; man mahlt entweder ganz reinen Quarzit oder verwendet ganz reinen Quarzsand, beide von 99% oder mehr Kieselsäuregehalt. Die erforderliche Bildsamkeit erzielt man durch Zusatz von Melasse, Leimlösung, Bier, Weizenmehl, Brei von Lein- oder Rapskuchen, Teer oder einer dicken Milch aus reinem, feuerfestem Thon. Der Mehlzusatz hat sich weniger gut bewährt, da das Mehl bei scharfem Trocknen zu sehr herausbrennt und die Form bröckelig wird.

Da gute Formsande nicht überall vorkommen, so stellt man sie auch durch Mahlen von Sandsteinen her, oder man verbessert weniger gute durch Mahlen und Mischen.

Zur Aufbereitung des Formsandes bedient man sich ebenso wie zur Herstellung des Steinkohlenpulvers verschiedener Zerkleinerungsvorrichtungen, wie der Kollergänge, Kugel- und Schleudermühlen, die alle auch gleichzeitig das Mischen verschiedener Sande oder des Sandes mit bindenden Zusätzen oder Kohlenpulver bewirken.

Neben den verschiedenen Formen des gewöhnlichen Kollerganges ist neuerdings eine Formsand-Mahl- und -Mischmaschine (D. R. P. 81 747) von Küppers angegeben worden, welche die Massen sehr gründlich und rasch verarbeitet, sowie gleichzeitig absiebt. In einem am Umfange siebartig gelochten gußeisernen Cylinder *b* (Fig. 20 und 21), wie der der Kugelmühlen, rollen zwei mahlende Körper, die ganz wie die Läufer eines Kollerganges wirken. Der erste Mahlkörper *c* hat Ringform und nahezu rhombischen Querschnitt; er rollt in der gußeisernen Sieb-

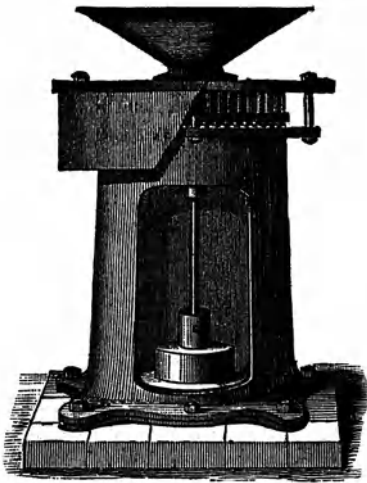


Fig. 22.

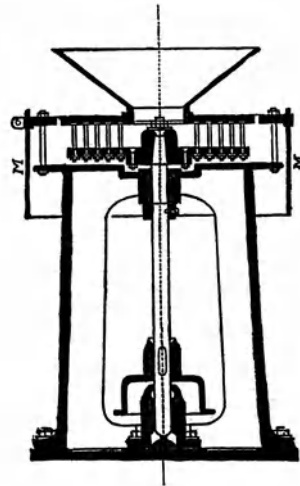


Fig. 23.

trommel; der zweite ist aus zwei durch Stehbolzen verbundenen, einen Spalt zwischen sich lassenden schweren Ringen *dd* gebildet und rollt in *c*. Das Eintragen erfolgt durch ein Trichterrohr in den Spalt zwischen *dd*, das Austragen nach zweimaligem Mahlen zwischen *dd* und *c* sowie zwischen *c* und *b* durch den Siebcylinder *b* und sternförmig um ihn angeordnete feinere Siebe *i*. Die Siebgröße der letzteren fällt durch eine Reihe größerer Löcher in *b* ins Innere zurück.

Eine andere, vorwiegend zum Mischen des Formsandes mit Kohlenpulver u. s. w. dienende Vorrichtung ist die Sandmischmaschine von Schütze (Fig. 22 und 23), eine vereinfachte Schleudermühle. Auf einer senkrechten Welle sitzt eine mit 1000—1200 Umdrehungen umlaufende Scheibe, die zahlreiche, in konzentrischen Kreisen angeordnete Stehbolzen trägt. Der Antrieb erfolgt durch die Riemenscheibe am unteren Ende der Welle. Schüttet man durch den Trichter auf dem

Deckel Sand auf die Scheibe, so wird er durch die Fliehkraft zwischen den Stehbolzen hindurch nach außen geschleudert, wo er an einen Gummimantel anprallt. Er fällt nach unten und häuft sich in ringförmigem Wall am Fuße der Maschine an. Erfolgt die Beschickung regelmäßig in der Art, daß die untere Öffnung des Trichters niemals ganz durch Sand verschlossen ist, so wird mit diesem ein Luftstrom durch die Bolzenreihen hindurch gesaugt, welcher die Auflockerung des Sandes wesentlich befördert. Der Ringdeckel ist abnehmbar, um etwaige Ansätze oder eingeklemmte Gegenstände leicht entfernen zu können. Da der Sand ringsum frei austreten kann, ist die erforderliche Betriebskraft sehr gering.

### 2. Masse.

Masseformen werden alle diejenigen Gufsformen genannt, welche ihrer Undurchlässigkeit wegen vor dem Gebrauche getrocknet werden müssen. Man hat zwei Arten von Masse zu unterscheiden: die für Eisen- und Metallgufs und die für Flufseisengufs.

Erstere ist nichts anderes als ein fetter Formsand, den man auch durch Zumischen von Thon zu dem gewöhnlichen Formsand herstellen kann. Durch das Schwinden des Thones erhalten die Formen eine geringe Durchlässigkeit, die ausreicht, da Wasserdampf aus ihnen nicht entwickelt wird.

Die Masse für Flufseisengufs ist ein beim Erhitzen wenig schwindendes Gemisch von fettem, feuerfestem Thon mit Magerungsmitteln. Als solche kommen in Anwendung: Schamotte (Tiegelscherben), Kokspulver, Graphit, Putzsand. Eine häufig verwendete Mischung besteht aus 4 Teilen gemahlener Tiegelscherben, 3 Teilen Schamotte, 2 Teilen fetten Thones. Solche Formen besitzen nach dem Trocknen, das richtiger als Brennen zu bezeichnen wäre, da die Temperatur hoch genug sein muß, um das Hydratwasser aus dem fetten Thon auszutreiben, Steinhärte und hohe Festigkeit, gestatten infolgedessen den Gufsstücken häufig das Schwinden in nur geringem Maße, was zur Entstehung von Rissen Anlaß geben kann. Trotz Überziehens der Innenflächen mit einem unschmelzbaren Stoffe brennt die Masse an Gufsstücke von größerem Gewichte doch stark an und ist kaum mit dem Meißel zu entfernen; auf alle Fälle behält das Gufsstück ein unsauberes Aussehen. Den ersten Übelstand kann man durch Zumischen von Putzsand abschwächen; er vermindert die Festigkeit und hat gleichzeitig den Vorzug der Ersparnis von teurer Schamotte. Wegen des Anbrennens ist man in vielen Flufseisengießereien zum Ersatze der Masse durch die oben angegebenen feuerfesten Sandmischungen übergegangen, die außerdem das Schwinden nicht hindern.

### 3. Lehm.

Lehm nennt der Former einen entweder von Natur sandigen oder mit mager gebranntem Sande (Putzsand) versetzten unreinen, meist gelb gefärbten Thon, der in breiigem Zustande verwendet wird und

infolge Vermischung mit organischen Stoffen nach dem Trocknen einen gewissen Grad von Durchlässigkeit besitzt. Der breiige, klebrige Zustand bedingt natürlich eine andere Art der Herstellung der Gufsformen wie bei Verwendung von Sand oder Masse; sie werden nicht aufgestampft, sondern mittels Schablonen gedreht oder freihändig aus getrockneten Lehmsteinen aufgebaut und mit Lehm überzogen. Der wesentlichste Unterschied von den Masseformen besteht in der Durch-

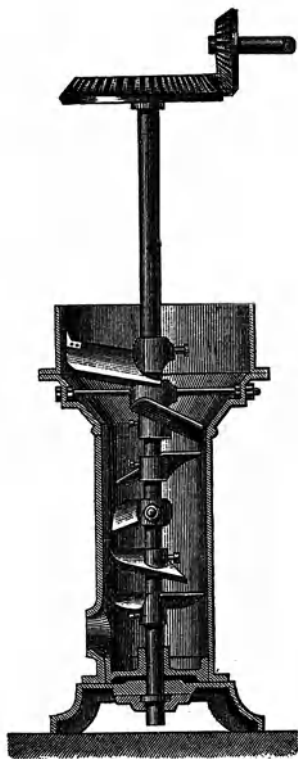


Fig. 24.

lässigkeit, welche dadurch erzielt wird, daß die dem Lehm in großer Menge (bis zu 40 und 50 Raumteilen v. H.) beigemischten organischen Stoffe beim Trocknen stark schwinden und sich zum Teil zersetzen, so daß nur eine geringe Menge ganz poröser Kohle zurückbleibt. Gleichzeitig wirken sie als Magerungsmittel und verhindern das Reißen der Formen.

Der gebräuchlichste Zusatz ist **Pferde-**dünger, welchen man für feinere Erzeugnisse durch Kuhdünger oder Kälberhaare, für gröbere durch die Schalen der Hanf- und Flachsstengel (Heede), gebrauchte Lohe, Torfmull, Spreu u. dgl. ersetzt. Das Gemenge von Lehm und Dünger muß möglichst innig sein; es wird mittels Thonschneidern (Fig. 24), in Ermangelung solcher durch anhaltendes Durcheinandertreten hergestellt.

#### 4. Sonstige Formstoffe.

Neben den vorgenannten Formstoffen wird in den Eisengießereien noch Gufseisen verwendet, wenn die Form auf das Roheisen eine abschreckende Wirkung ausüben und wiederholt gebraucht werden soll. Für Metalle von minder hoher Schmelztemperatur fertigt man Formen geringerer Größe aus Messing, Schiefer (für Bleisoldaten und ähnliches Kinderspielzeug), Holz, Gips, selbst Papier (für Stereotypplatten).

#### 5. Strohseile.

Zur Herstellung von Lehmkernen, besonders solcher für Röhren, welche elastisch genug sein müssen, um dem Abgusse das Schwinden zu gestatten, werden Strohseile oder solche aus Holzwole in großen Mengen verbraucht. Man kann sie mit Hilfe eines sogenannten Schlüssels aus der Hand herstellen, indem ein Mann das Stroh ordnet, während ein anderer, den Schlüssel fortwährend drehender Arbeiter durch Rückwärtsschreiten das Seil länger und länger spinnt. Größere Mengen werden zweckmäßiger auf Strohseilspinnmaschinen erzeugt,

von welchen Fig. 25 eine solche sehr einfacher Bauart des Neufser Eisenwerkes darstellt. Die Sohlplatte *h* hat zwei Ständer, von welchen der vordere das Doppellager für eine hohle Welle trägt, während auf dem hinteren die Achse der Spule *d* für das fertige Seil liegt; die hohle Welle teilt sich in die Gabel *a*, an welcher einerseits die Führungsrolle *b*, andererseits ein Gegengewicht *c* befestigt ist. Die Bewegung erfolgt durch die festliegende Riemenscheibe *g*. Das Seil, welches sich infolge der Drehung der hohlen Welle aus den vorn parallel eintretenden Strohhalmen bildet, kann nur dann auf die Spule *d* aufgewickelt werden, wenn diese eine geringere Anzahl Umdrehungen macht als die Gabel *a*. Der erforderliche Unterschied in der Geschwindigkeit wird auf die einfachste Weise durch Hemmung der Spule

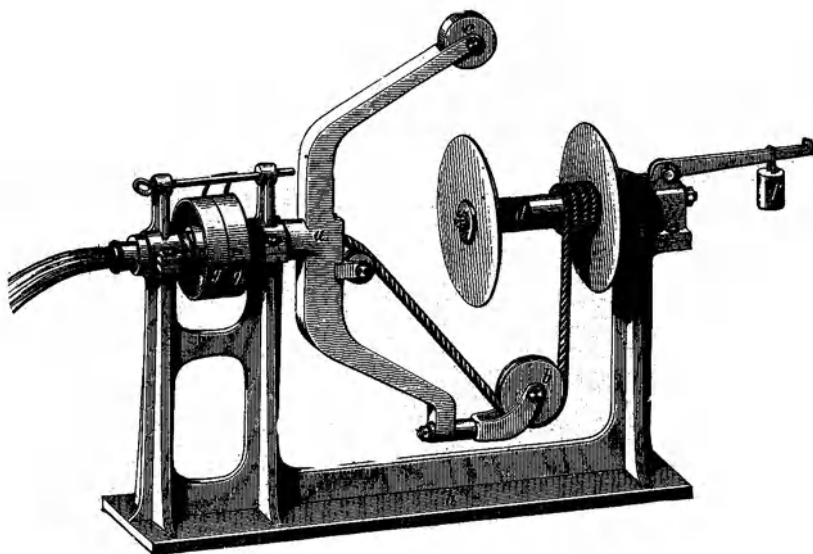


Fig. 25.

mittels eines an die hintere Scheibe angepressten Keiles *e* bewirkt. Je weiter man das Gewicht *f* am Hebel hinausschiebt, je stärker also *e* gegen die Spule gepresst wird, desto mehr bleibt diese hinter *a* zurück, desto schneller wickelt sich das Seil auf. Es ist nun Sache des Arbeiters, welcher die Maschine bedient, die Hemmung von *d* so zu regeln, daß nur fest genug gedrehtes Seil aufgewickelt wird.

Die in Fig. 26 dargestellte Maschine der Badischen Maschinenfabrik in Durlach in Baden beruht selbstverständlich auf denselben Grundlagen wie die erstbeschriebene, hat aber den Vorzug einer genaueren, weil zwangläufigen Regulierung des Geschwindigkeitsverhältnisses zwischen Längs- und Drehbewegung des Strohes. Die Übertragung der Bewegung von der Riemenscheibenachse auf die übrigen bewegten Teile (Spule und Leitarm für das aufzuwickelnde Seil) ist ohne nähere Beschreibung aus

der Abbildung zu erkennen. Die Maschine liefert stündlich 300—500 m Strohseil in verschiedenen Stärken.

Eine dritte, zwar schon ältere, aber zweckmäßige und sehr verbreitete Strohseilspinnmaschine wird von der Königin-Marienhütte in Cainsdorf i. S. gebaut.

Man giebt den Strohseilen Durchmesser von 20—30 mm.

#### 6. Stoffe zum Überziehen der Gufsformen.

Das Anbrennen des Formmaterials an die Gufsstücke wird zwar, wie im vorstehenden erörtert worden, schon durch Beimengen gewisser Stoffe vermindert; zur Erhöhung der Sicherheit gegen dasselbe überzieht man

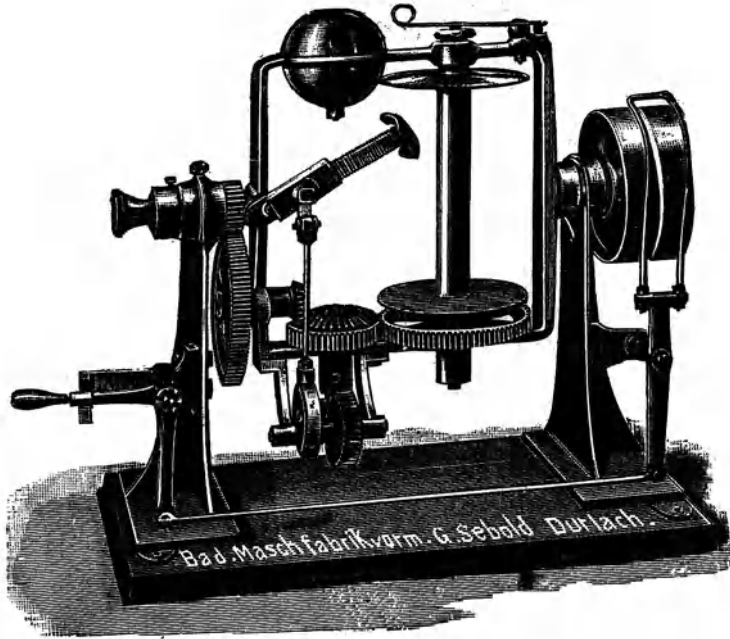


Fig. 26.

aber die Formen noch mit einer dünnen Lage eines unschmelzbaren Körpers, gewöhnlich mit Holzkohlenstaub, der durch Stampfen oder Mahlen aus Laubholzkohle hergestellt wird; aus Sparsamkeitsrücksichten tritt für weniger feine Gufswaren häufig Graphit, staubförmiger gelöschter Kalk oder ein Gemenge von gemahlenem Koks und Thon an seine Stelle. Das Anhaften dieser trockenen Pulver an der feuchten Form wird durch ihre Fähigkeit, Wasser aufzunehmen, hervorgerufen; in dem zuletzt genannten ist Thon der wasseranziehende, Koks der unschmelzbare, schützende Stoff. Das Auftragen der Pulver erfolgt mit Hilfe eines leinenen Beutels, durch dessen enge Poren dasselbe bei heftigem Schütteln stäubt.

An getrockneten Formen haften diese Pulver natürlich nicht; man ersetzt sie durch flüssige, mit dem Pinsel aufzustreichende Überzüge,

die Schwärzen. Für Lehm- und Masegufs, welcher sowohl bei höherer Temperatur erzeugt als langsamer abgekühlt wird, müssen die Überzüge schwerer verbrennlich sein als Holzkohlenstaub; man mischt sie deshalb aus Hohlkohle, Graphit und einem Klebstoff, welcher das Anhaften nach dem Trocknen sichert; letzterer ist meist Thon, zuweilen auch Mehl. Die gepulverten Stoffe werden nach und nach in Wasser eingetragen, bis die Flüssigkeit sirupdick geworden ist. Für Stahlformgufs hat sich in Schweden feinstes Quarzpulver sowohl als reine Kieselguhr, die beide mit Leimlösung, Firnis oder Holzteer angemacht werden, bewährt. Andere Streichmassen sind aus Schamottmehl, fettem Thon, frischem Formsand und Graphit oder Kokspulver zusammengesetzt.

### c. Werkzeuge und Vorrichtungen.

#### 1. Formkästen, Dammgruben und Kernspindeln.

Die allseitig geschlossenen Gufsformen werden größtenteils in Formkästen hergestellt, d. s. hölzerne oder metallene (Gufseisen, gewalzte Formeisen) Rahmen, welche den eingestampften Formstoffen genügenden Halt beim Auseinandernehmen, Wenden und Fortbewegen der einzelnen Form-

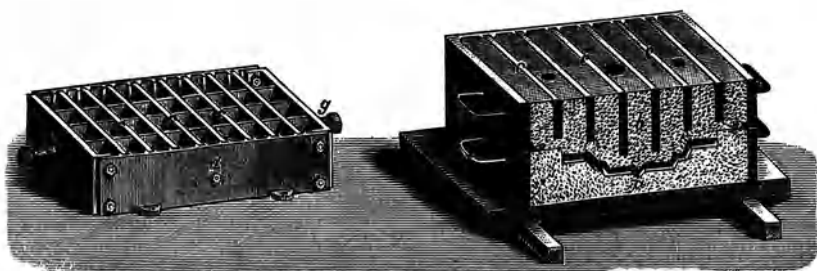


Fig. 27.

Fig. 28.

teile, sowie genügenden Widerstand gegen den hohen Druck des flüssigen und des erstarrenden Metalles gewähren sollen. Eine Kastengufsform besteht aus mindestens zwei Teilen; sie erfordert demzufolge ebenso viele Kastenteile, den Unter- und den Oberkasten (*a* und *b* in Fig. 28); für mehr als einmal geteilte Formen sind auch mehrteilige (bis zu 4 Teilen) Formkästen erforderlich. Ihre Gestalt richtet sich nach der einzuförmenden Gegenstände, welcher sie sich behufs Ersparnis von Formstoffen und Arbeit beim Einstampfen möglichst eng anschließen. Am häufigsten kommen solche von rechteckigem Grundrisse zur Verwendung.

Die Zahl der Formkästen, welche eine gröfsere Giefserei vorrätig halten muß, das darin angelegte Kapital, sowie der zur Aufbewahrung erforderliche Raum sind so groß, daß man Mittel und Wege gesucht hat, diesem Übelstand abzuhelpen. Die Zerlegung der der Gröfse nach planmäfsig abgestuften Kästen in ihre vier einzelnen Wände, aus denen durch Verbinden mittels Schraubenbolzen unter Austausch der ver-

schiedenen Größen die ganze Kastenreihe hergestellt werden kann, gestattet zwar, mit wenig mehr als der Hälfte Metallaufwand auszukommen und erleichtert die Aufbewahrung ungemein, hat aber den Nachteil, daß die Kästen durch Lockern und Abnutzen an den Verbindungsstellen bald die erforderliche Steifigkeit und Unveränderlichkeit der Gestalt vermissen lassen. Man zieht deshalb heute sogenannte **Abschlagformkästen**

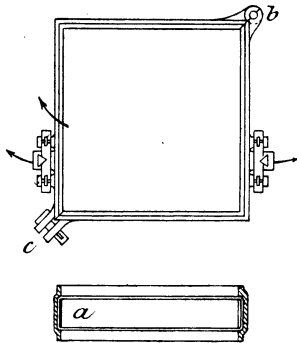


Fig. 29.

vor, d. s. **Kästen**, welche nach dem Einformen abgenommen und von neuem verwendet werden, so daß mit nur einem Kasten beliebig viele Formen hergestellt werden können; als Beispiele seien die Kästen von Lees (Fig. 29) und Richards (Fig. 31) abgebildet; letzterer ist zudem verstellbar für verschiedene Größe eingerichtet. Beide sind in diagonaler Richtung geteilt und bei *b* bzw. *C* mit Scharnier versehen. Damit sich die Kastenwände unter dem Drucke der festgestampften Formstoffe und des Metalles nicht nach außen durchbiegen, verankert man sie mit Zugstangen *d* (Fig. 27) oder verbindet sie durch eingeschraubte Zwischenwände (Schoren, Traversen) *c* (Fig. 27 u. 28), denen durch eingeschobene Brettstücke ebenfalls größere Steifigkeit verliehen werden kann. Die Zwischenwände sind auswechselbar, da sie den Modellen entsprechend ausgeschnitten sein müssen. Neben der Sicherung gegen Durchbiegen haben die Zwischenwände noch die Aufgabe, den Kasteninhalt zu unterstützen und das Herausfallen des Sandes infolge des eigenen Gewichtes aus größeren Kästen zu verhindern; dienen sie nur diesem Zwecke, so können sie auch

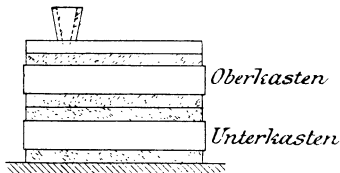


Fig. 30.

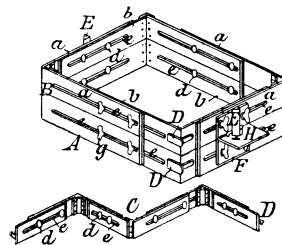


Fig. 31.

zwischen angegossenen Rippen eingeschoben werden. In derselben Absicht giebt man mindestens dem Oberkasten, welcher beim Einformen wiederholt von der Stelle bewegt werden muß, eine über den unteren Rand nach innen vorspringende Rippe, die **Sandleiste** *e* (Fig. 28); oft haben beide Kästen Sandleisten.

Damit die in Abschlagkästen hergestellten Formen nicht auseinanderfallen, werden sie auf der Hüttensohle dicht nebeneinander gestellt und



die Zwischenräume mit Sand aus-, sowie der ganze Block aufsen umstampft. Lees versieht die Formkastenwand ringsum mit einer breiten, flachen Vertiefung, in welche ein Bandeisenstreifen *a* (Fig. 29 und 30) eingelegt und mit eingeformt wird, der dann das Umstampfen überflüssig macht. Das Heben des Oberkastens durch den Flüssigkeitsdruck und das Treiben des Metalles wird verhindert durch bewegliche Haken, welche über Stifte des Unterkastens fallen, durch Splintkeile in Schlitten der Schließstifte, durch Überschieben von Klammern über Rippen an

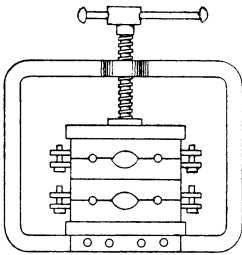


Fig. 32.

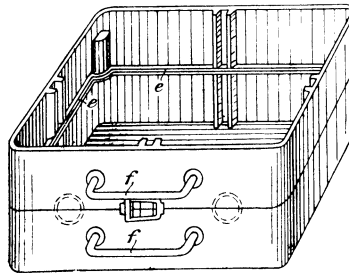


Fig. 33.

beiden Kastenhälften, durch Einschließen in einen Rahmen mittels Schraubenspindel (Fig. 32) oder durch Beschweren mit Eisenstücken (Beschwerungseisen).

Die genaue Stellung der Formkästen gegeneinander wird durch Dübel und Ösen gesichert, von denen erstere stets, letztere zuweilen angenietet, häufig auch angegossen sind. Ehrhardt verlegt beide Teile zweckmäfsig nach innen in die Ecken der Kästen (Fig. 33). Zum Handhaben der Kästen dienen angenietete Rundeisenbügel (*f* in Fig. 28 und 33), angegossene Lappen oder starke Zapfen (*g* in Fig. 27), wenn die Formen so schwer sind, dafs sie mit Kränen bewegt werden müssen. Handgriff und Schließvorrichtung vereinigt Ehrhardt, wie in Fig. 34 dargestellt

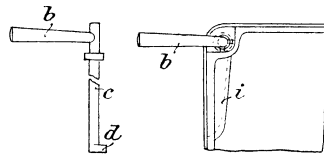


Fig. 34.

ist. In der gezeichneten Stellung sowohl als auch dann, wenn der Führungsbolzen *c* um  $90^\circ$  gedreht ist, so dafs Handgriff *b* in der Aussparung *i* des Oberkastens liegt, greift die Nase *d* unter einen Vorsprung am Unterkasten, und die Form ist geschlossen; dreht man aber *c* aus der letzteren Lage um  $180^\circ$  heraus, so kann man den Oberkasten abheben. Die Einrichtung spart Platz, da man die Kästen näher aneinanderrücken kann, und verhindert das Anstoßen an die Handgriffe. Richtige Stellung und Verschluss der Kästen von Lees wird durch dreikantige Stifte am Ober- und nachstellbare Platten mit dreieckigem Ausschnitt am Unterkasten erzielt.

Alle diese Teile fafst man unter dem Namen Beschlag des Formkastens zusammen.

Dammgruben sind Vorrichtungen, welche wie die Formkästen den Formen Schutz vor dem Auseinandertreiben durch den Druck des Metalles gewähren. Es sind cylindrische oder prismatische Gruben in dem Boden der Gießhalle, in denen man solche Formen, die wegen ihrer Größe oder Gestalt nicht in Kästen Platz finden können (freie Formen), in Sand eindämmt. Fast ebenso häufig werden auch solche Kastenformen in ihnen untergebracht, die stark nach der Höhe ausgedehnt sind und sich deshalb nicht von der Hüttensohle aus abgießen lassen würden, wenn man sie auf derselben aufstellte; dahin gehören vor allem die Formen für Röhren, Walzen, Säulen, hohe Dampfzylinder, Schachtringe u. s. w.

Die Dammgruben sind 3—5 m tief, reichen also gewöhnlich in das Gebiet des Grundwassers hinab und müssen vor dessen Eindringen



Fig. 35.

durch sehr sorgfältige Herstellung ihrer Wände und des Bodens geschützt werden; denn freie Formen, welche sich oft länger als einen Tag in ihnen befinden, würden durch das eindringende Wasser unbrauchbar werden. Man versieht deshalb cylindrische Gruben mit einem blechernen oder in Cement gemauerten Mantel und Boden, rechteckige mit einem solchen aus Gußeisenplatten, deren Fugen durch Hanf, Holzkeile u. dgl. gedichtet werden, bezw. ebenfalls mit gemauerten Wänden.

Sehr kleine Kerne können ausschließlich aus Formstoffen hergestellt werden; größere bedürfen einer stützenden Vorrichtung wie die Formen. Stark nach der Länge ausgedehnte Kerne versieht man mit Kernspindeln, um welche sich die Formstoffe legen; andere, z. B. solche für dickere Cylinder, werden zum Teil aus Backsteinen hergestellt. Für dünne Kerne genügen einfache Drähte oder schwache Eisenstäbe als Spindeln; weniger dünne, starke und sehr lange Kerne, wie sie bei der Röhrengießerei Verwendung finden (vgl. Fig. 73), werden so eingerichtet, daß die aus der Strohseilunterlage entwickelten bedeutenden Gasmengen leicht entweichen können. Volle Spindeln versieht man mit eingehobelten Längsnuten, hohle mit zahlreichen Durchbohrungen  $x$ . Lange Zeit dienten gußeiserne Röhren als Kernspindeln; die großen Fortschritte in der Herstellung geschweißter Röhren ermöglichten es, die Spindeln bis zu 400 mm Durchmesser aus solchen herzustellen. Stärkere Kernspindeln aus Schmiedeeisen werden aus Blechen genietet.

Kernnägeln und Kernstützen dienen zum Tragen von Kernen,

die frei in der Form liegen; die ersteren sind geschmiedete Nägel mit sehr breiten Köpfen, die letzteren, zum Tragen schwerer Kerne bestimmten, Blechplättchen mit eingienietetem spitzen Stift, die in das Unterlagsbrett eingeschlagen werden und um die Eisenstärke in die Form ragen. Einen Fortschritt stellt der aus einem Blechstreifen geprefste gespaltene Kernnagel (Fig. 35) her, dessen nach innen abgeschrägte Schenkel beim Eindringen in den Sand durch Eindringen des letzteren sich auseinanderspreizen, so daß die Stütze von dem Sandkeil sicher getragen wird. Harte getrocknete Formen werden von den Nägeln nicht leicht durchdrungen, aber leicht beschädigt; man benutzt dann doppelte Kernstützen; das sind zwei Blechplättchen, welche ein Stift in der der Eisenstärke entsprechenden Entfernung auseinanderhält; sie liegen mit der einen Platte auf der Form und tragen mit der anderen den Kern. Gewöhnlich ist der kleine Stehbolzen eingienietet; neuerdings werden sie billiger und vollkommener durch Schneiden und Stanzen aus kleinen I-Eisen hergestellt (Fig. 36—38). Behufs Verhinderung des Rostens werden die Kernstützen geteert oder verzinkt.

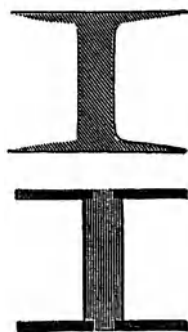


Fig. 36.

## 2. Former-Werkzeuge.

Die Werkzeuge der Former zerfallen, entsprechend den Hauptarbeiten bei Herstellung der Gufsformen, in zwei Gruppen. Die erste dient der Befestigung des Formmateriales, die zweite der Ausbesserung und Fertigstellung der Gufsform. Zur ersteren gehören die Sand-

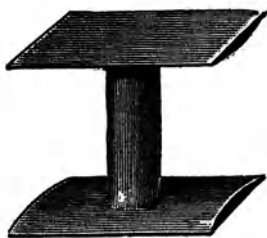


Fig. 37.

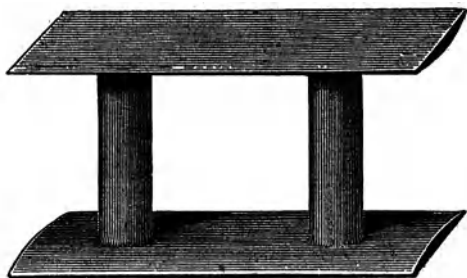


Fig. 38.

siebe aus Draht mit Maschen von 1—5 mm Weite, Schaufeln zum Bewegen der Formstoffe, Richtscheit und Setzwage zur Erzeugung wagerechter Flächen auf dem Herde, eiserne Lineale zum Abstreichen überschüssigen Formmateriales von den Kästen, vor allem aber die Stampfer aus Gufseisen in zwei Hauptformen, als Spitz- und Plattstampfer. Erstere haben die Gestalt eines abgestumpften Keiles, etwa 0,5 bis 1 kg Gewicht und dienen zum Feststampfen der Formstoffe, auch in den engen Räumen zwischen Modell und Form-

kastenwand. Je nach der Tiefe und der Stellung der Kästen (ob auf dem Herd oder auf dem Formtische) giebt man den Stampfern Stiele von 0,5 bis 1 m, zum Aufstampfen von Rohrformen auch mehrere Meter Länge; diese Stampfer haben dann die Gestalt eines Ringstücks. Der Plattstampfer dient zum Füllen des Kastens mit Formstoffen und zur Herstellung einer ebenen Oberfläche; er hat die Gestalt einer runden Platte und 1—2 kg Gewicht.

Die zweite Gruppe zum Ausbessern und Vollenden der Gufsform umfaßt eine große An-



Fig. 39.



Fig. 40.

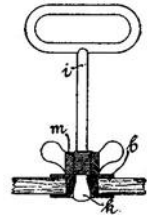


Fig. 41.

zahl verschiedener Werkzeuge, und zwar zum Reinigen der Modelle Bürsten und Handbesen, zum Losklopfen derselben Holzhammer, zum Festhalten des im Oberkasten verbleibenden Modellteiles und zum Ausheben der Modelle spitze Holzschrauben verschiedener Länge

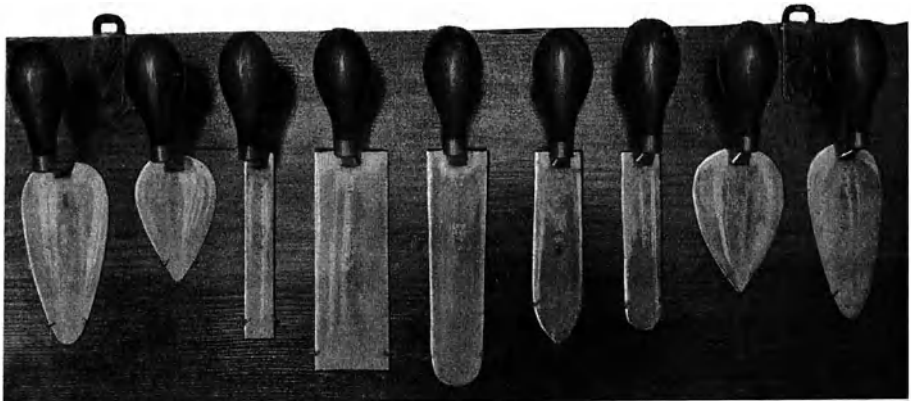


Fig. 42.

mit Ösen am stumpfen Ende; letzterem Zwecke dienen auch besondere Modellheber, wie der von Klotz (Fig. 39 und 40) und von Leuchter (Fig. 41). Der Heber *d* wird mit dem entsprechend gestalteten Ende *c* in die in das Modell *a* eingelassene Büchse *b*, deren Öffnung oben oval, unten cylindrisch gebohrt ist, gesteckt und mit der Flügelmutter *e* fest angezogen. Zum Anschneiden der Einläufe benutzt man entweder Blechlöffel oder die Truffel,

auch Streich- oder Polierblech genannt, eines der vielseitigsten verwendbaren Werkzeuge, das vor allem zum Glätten von Flächen, zum Anpolieren von Schwärze u. s. w. benutzt wird. Es ist aus

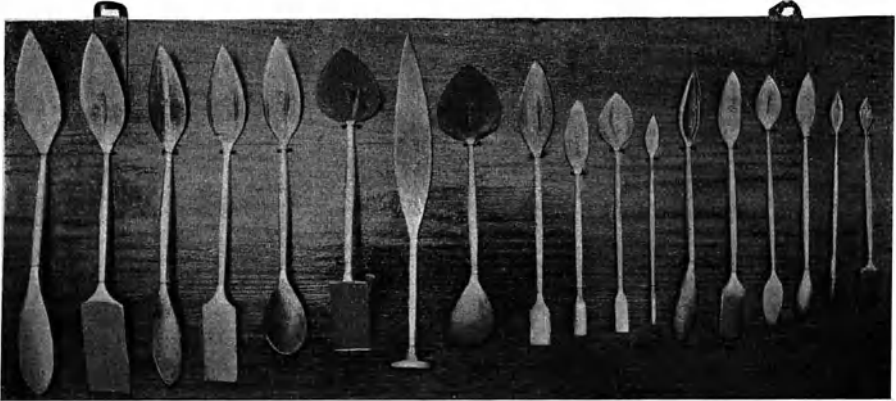


Fig. 43.

Eisen und hat die Form einer Kelle; die Gestalt selbst wechselt sehr, wie aus Fig. 42 hervorgeht. In Verbindung mit der Truffel verwendet man die Dämmhölzer beim Ausbessern abgebrochener Kanten, indem man diese dünnen Brettchen mit (Dämmbretter) oder ohne Hand-

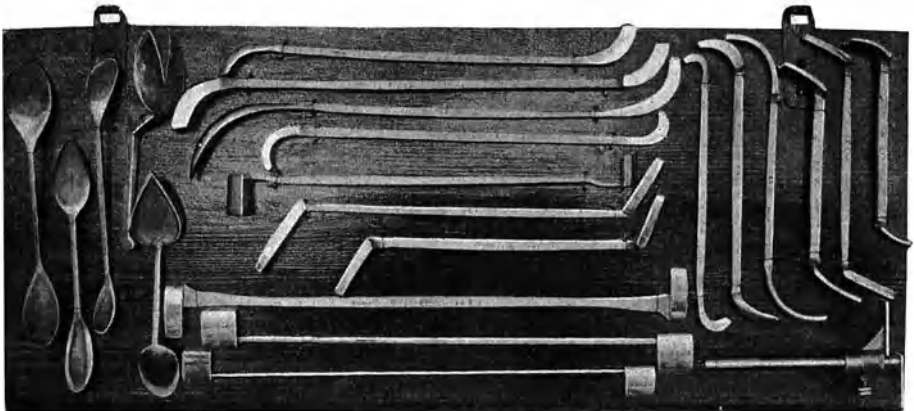


Fig. 44.

griff (Dämmblätter) gegen eine Fläche hält und mit der Truffel Formmaterial dahinter feststreicht. Die Dämmblätter dienen auch zur Herstellung neuer Kanten bei Veränderung der Abmessungen des Gufsstückes gegenüber dem Modelle, was „Abdämmen“ genannt wird. Um tief und in engen Räumen liegende Flächen erreichen zu können, bedient man sich der Lanzetten und der Polier-S, welche Fig. 43 und 44 in

sehr verschiedenen Formen und Größen darstellen. Die sehr langgestreckten S (Schlängel) werden häufig aus Holz, die übrigen aus Stahl oder Bronze gefertigt. Beim Verputzen in tiefliegende Stellen hinab-

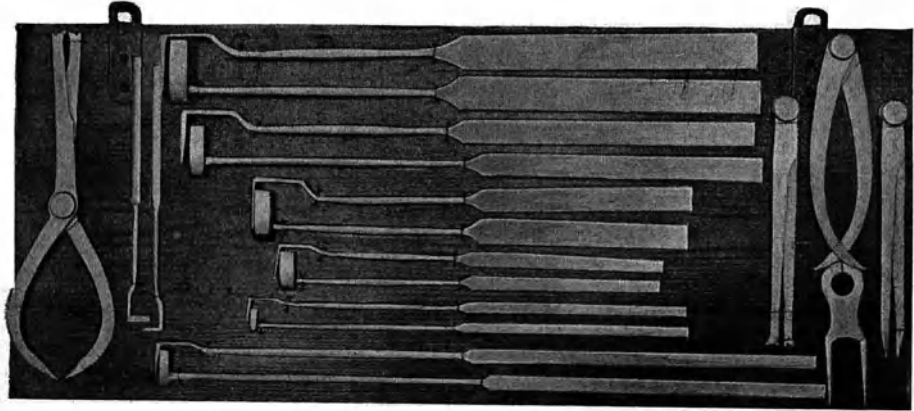


Fig. 45.

gefallener Formsand wird mittels der Sandhaken (Fig. 45 Mitte) mit flachem Fuße herausgeholt; solche mit dickem Fuße dienen zum Glätten tiefliegender Flächen, der Spatel am anderen Ende zur Bearbeitung ebener Seitenflächen in Vertiefungen. Zum Polieren krummer

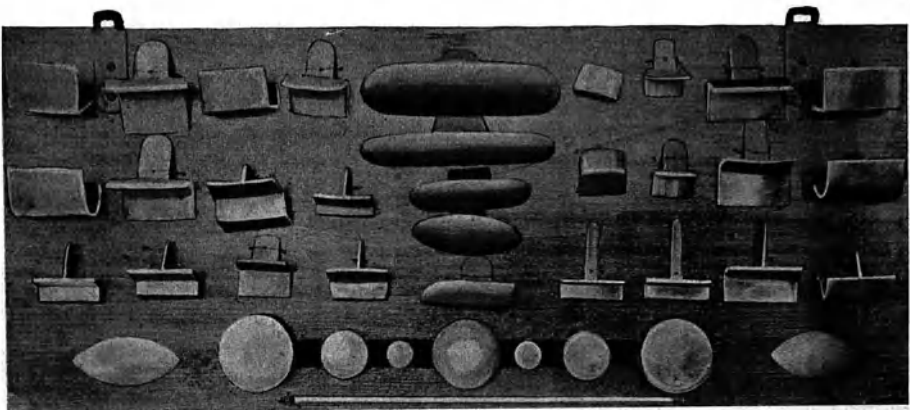


Fig. 46.

Flächen, von Hohlkehlen und von krummen Kanten benutzt man die Polierknöpfe mannigfaltigster Gestalt aus Bronze, wie sie in Fig. 46 dargestellt sind\*); um auch mit ihnen, besonders den cylindrischen Knöpfen

\*) Die in den Fig. 42—46 abgebildete Sammlung von Formerwerkzeugen ist hervorgegangen aus der bekannten Fabrik von Wagner-Schneider in Steckborn in der Schweiz und Hemmenhofen in Baden.

in der unteren Reihe in die Tiefe reichen zu können, werden sie an einen Stiel geschraubt. Zum Erhellen tiefer Räume hat der Former eine Öllampe von der Form der gewöhnlichen Bergmannslampe. Neben den vorgenannten sind noch erforderlich: eine Kerngabel zum Anspießen und Einlegen kleiner Kerne (in Fig. 45 in der rechten unteren Ecke abgebildet); lange, spitze und mit Handgriff oder Öse versehene Nadeln aus Eisen oder Stahl, die Luftspießse, zum Stechen zahlreicher feiner Kanäle für die Abführung der Luft, Pinsel und Wassergefäß zum Netzen der Kanten vor dem Ausheben des Modelles, ein Blasebalg zum Entfernen von Sand und anderen Unreinigkeiten aus der Tiefe der Gufsform, ein Staubbeutel zur Aufnahme des Kohlenstaubes, Schraubzwingen zum Zusammenhalten von Form- und Kernkästen.

Die Lehmformerei erfordert noch einige besondere Instrumente, als Spitz- und Stangenzirkel, Taster (Fig. 45 links und rechts) zum Entnehmen und Auftragen von Mafsen, sowie Lote zum Aufbau der Form.

### 3. Kräne.

Das Heben, Fortbewegen und Wenden einzelner Formteile und ganzer Formen erfolgt, soweit möglich, mit der Hand; für schwere Formen bedient man sich der Kräne. Die in Eisengießereien gebräuchlichen Kräne zerfallen nach der Gestalt des Weges, welchen die aufgehobene Last in wagerechter Richtung zurücklegt, in Drehkräne und in Laufkräne. Von den ersteren verwendet man die mit dem besonderen Namen Gießereikran belegte Form (Fig. 47), welche aus der senkrechten drehbaren Kransäule, der Strebe und dem wagerechten Ausleger besteht, auf welchem letzterem ein kleiner Wagen mit Kettenrollen, die Katze, verschoben werden kann. Die Lastkette ist am äußeren Ende des Auslegers befestigt, von dort über die erste Rolle der Katze herab-, dann um die lose Rolle mit dem Lasthaken und über die zweite Rolle der Katze hinauf-, endlich über eine feste Rolle am inneren Ende des Auslegers und auf die Windentrommel geführt. Durch diese Anordnung wird vermieden, daß die Verschiebung der Katze gleichzeitig ein Heben oder Senken der Last zur Folge hat. Die Laufrollen der Katze laufen auf Schienen, welche auf den beiden Wangen des Auslegers liegen; die Verschiebung der Katze erfolgt gewöhnlich durch eine Kette, welche mit beiden Enden an der Katze befestigt und über zwei an den Enden des Auslegers gelagerte Kettenrollen geschlungen ist. Die Kettenrolle am inneren Ende ist gezahnt und vermittelt den Antrieb für die Verschiebung der Katze; die andere dient nur als Leitrolle für die Kette. Die Drehung der Achse mit der gezahnten Kettenrolle wird entweder mittels Schnecke, Schneckenrad und Kettenscheibe mit herabhängender Kette ohne Ende, mittels konischer Zahnräder und einer Kurbel am unteren Ende der langen Achse eines der beiden Räder oder auf irgend eine andere Weise bewirkt.

Dreht man den Kran mit der gehobenen Last um die Kransäule,

so legt jene einen kreisförmigen Weg zurück, dessen Radius von dem jeweiligen Stande der Katze bestimmt ist. Ein solcher Kran bestreicht einen Ring, dessen großer Radius gleich der Länge des Auslegers und

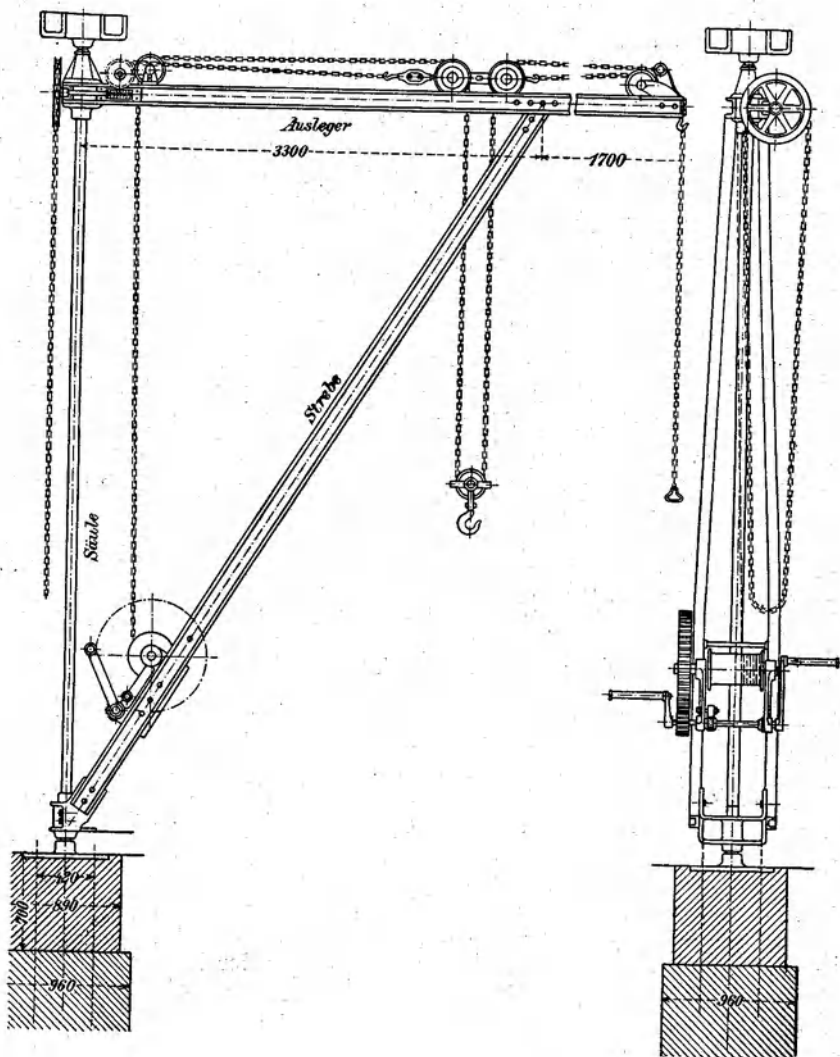


Fig. 47.

dessen kleiner 0,75 bis 1 m ist; denn der Raum dicht um die Säule muß zur Bedienung des Kranes frei bleiben.

Da die Drehkräne fast stets von Hand bedient werden (Dampf-drehkräne sind selten, und mit Druckwasser betriebene dürften in Gießereien nur ganz ausnahmsweise vorkommen), so ist zum Heben



schwerer Lasten die Winde mit Vorgelege zu versehen oder die Einschaltung eines Flaschenzuges bzw. beides nötig.

Die Giefsereikräne werden jetzt meist aus Eisen gebaut, doch finden sich noch sehr viele aus Holzbalken hergestellte.

Fahrbare Drehkräne werden mit Dampf betrieben und fortbewegt; sie sind gemeinschaftlich mit dem Dampfkessel und der Betriebsmaschine auf Wagen errichtet, die auf breiten Schienengeleisen laufen und werden weniger in den Giefsereien als auf den Hüttenplätzen zum Bewegen und Verladen schwerer Lasten gebraucht.

Die Laufkräne bestehen aus der Kranbrücke, welche das ganze zu bestreichende Feld in der Querrichtung überspannt, mit jedem Ende auf einer hochgelegenen Schienenbahn läuft und auf dieser der Länge nach über die ganze zu bedienende Fläche hinweg gefahren werden kann, sowie aus einer fahrbaren Winde, die sich auf der mit Schienen belegten Brücke in deren Längsrichtung bewegt. Die Bahn der Kranbrücke wird häufig von Säulenreihen, meist jedoch von den Längsmauern des Giefsereigebäudes getragen.

Der Laufkran hat vor dem Drehkran den großen Vorzug, daß er an jedem Punkte seiner Bahn wirken kann; sind aber Lasten auf größere Entfernung in der Längsrichtung des Gebäudes zu bewegen, oder soll der Kran bald an einem, bald am anderen Ende der Halle gebraucht werden, so ist die ganze schwere Brücke fortzubewegen, und das erfordert selbst bei mechanischem Antrieb (durch Wellen, Seile ohne Ende oder den elektrischen Strom) ziemlich viel Zeit. Es ist deshalb vorteilhaft, entweder das Arbeitsfeld des Kranes auf einen Teil des Gebäudes zu beschränken oder mehrere Laufkräne anzuordnen oder Laufkräne und Drehkräne nebeneinander zu verwenden. Letztere erfordern zur Bewegung der Last in wagerechter Richtung nur wenig Kraft; da sie überdies rasch arbeiten, so werden sie trotz ihres eng begrenzten Arbeitsfeldes gern und häufiger angewendet als Laufkräne.

Bockkräne, d. s. Laufkräne, deren Bahn zu ebener Erde liegt, dienen nur auf den Hüttenplätzen vorwiegend zum Be-, Ent- und Umladen.

Sehr oft ist es nicht möglich, die Last unmittelbar an den Kranhaken zu hängen, z. B. lange, in wagerechter Stellung aufzuhebende Formkästen u. s. w. Man schaltet dann einen Kranbalken ein, d. i. ein gußeiserner oder schmiedeeiserner Balken, welcher in der Mitte an einem Ringe vom Lasthaken gefaßt wird, und an dessen Enden dann die Last mit zwei Krangehängen (Ringern aus Hanfseil oder Rundeisen) befestigt wird. Für verschieden große Lasten sind verschieden starke und tragfähige Kranbalken in Bereitschaft zu halten.

Um Verwechslungen und etwa daraus folgende Unglücksfälle zu vermeiden, ist es rätlich, auf den Kranbalken die zulässige Höchstlast durch Aufschreiben oder besser schon beim Gusse zu vermerken.

#### 4. Trockenkammern und -Öfen.

Masse- und Lehmformen sowie Kerne müssen vor der Verwendung getrocknet werden. Leicht bewegliche Formen bringt man dazu in besonders für diesen Zweck erbaute Räume, die Trockenkammern, von rechteckigem Grundrisse (1 bis 40 qm), Manneshöhe, an drei Seiten von Mauern umgeben, an der vierten Seite mit doppelwandigen Flügel- oder Schiebethüren und mit gewölbter Decke versehen. Die Heizung erfolgt meist durch Einleiten von Feuergasen wasserarmer Brennstoffe, die sich in der

Kammer mit den aus den Formen entwickelten Wasserdämpfen mischen und durch einen Schornstein abgesogen werden. In Metallgießereien läßt man wohl die Feuergase eines Tiegelofens durch kleinere Kammern hindurchströmen; in Eisengießereien werden die im allgemeinen beträchtlich größeren Kammern ent-

weder von einer Feuerung geheizt, die in einer Ecke liegt, von innen beschickt und von außen nur mit Luft versehen wird oder besser von Füllfeuerungen, die ganz außerhalb der Kammer liegen und sich deshalb besser beaufsichtigen lassen. Man legt die Feuerung an das eine, den Gasabzug an das entgegengesetzte Ende der Kammer und zwar dort dicht über den Boden, damit die Gase sich erst mit Wasserdampf sättigen müssen, ehe sie austreten können.

Die in Fig. 48 abgebildete Trockenkammer des Eisenwerkes Kaiserslautern hat zwei Füllfeuerungen *aa* für Koks oder Steinkohle, deren

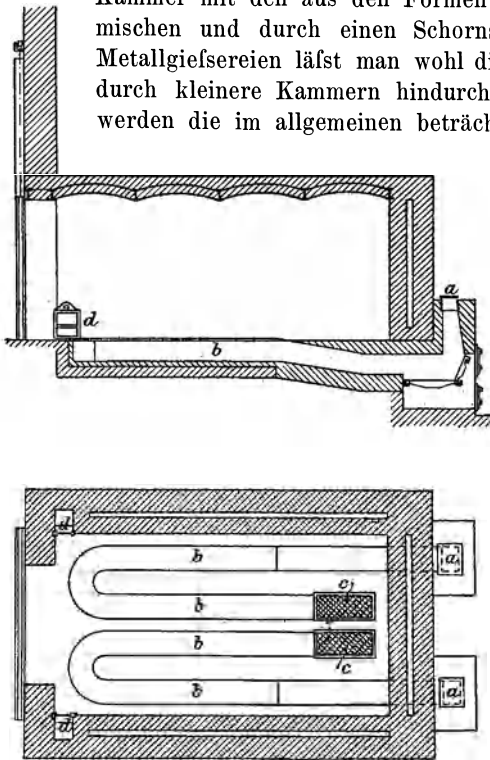


Fig. 48.

Gase durch zuerst überwölbte, weiterhin mit Platten abgedeckte Kanäle *bb* ziehen, bei *cc* durch Gitterplatten in die Kammer, bei *dd* durch Schieber in den Schornstein treten. Durch die Leitung der Feuergase unter dem Boden wird die Kammer sehr gleichmäßig erwärmt. Es ist vorteilhaft, hier mit Luftüberschuß zu heizen, um den Träger des Wasserdampfes zu vermehren und so das Trocknen zu beschleunigen. Die Größe der Rostfläche wechselt mit dem Inhalte der Kammern und beträgt für sehr große Kammern (über 100 cbm Inhalt) 0,6 qm, für kleine 1—2 qm auf 100 cbm Inhalt. Man erhitzt nicht viel über 100°; nur Masseformen für Stahlguß sind zur Austreibung des Hydratwassers, also etwa auf 500° zu erhitzen.

Ununterbrochen benutzten Kammern giebt man vorteilhaft grofse Abmessungen und doppelte oder sehr dicke Wände, um die Wärmeverluste durch Strahlung nach aufsen möglichst zu vermindern; dagegen ist es nicht zweckmäfsig, nur zeitweilig benutzte Kammern so sorgfältig gegen Ausstrahlung zu schützen, weil dann leicht die in den Wänden aufgespeicherte und auf alle Fälle verlorene Wärmemenge gröfser wird als die ausgestrahlte.

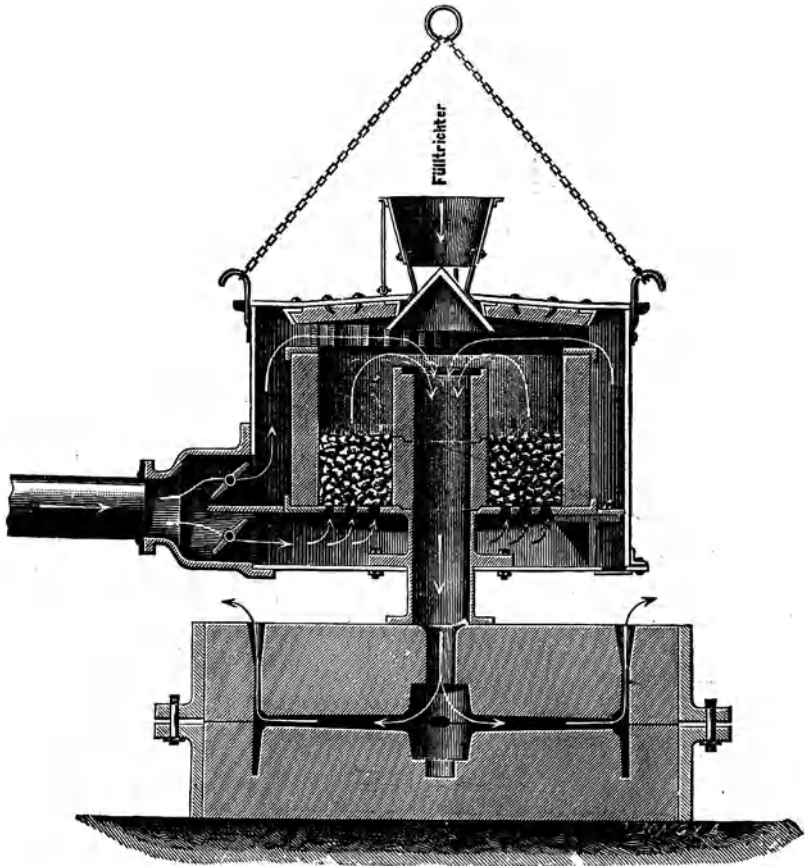


Fig. 49.

Trockenkammern für Kerne und kleine Gufsformen erhalten im Innern eiserne Gestelle zur Aufnahme der Gegenstände; solche für grofse Formen werden mit Geleisen versehen, auf denen die für die Formen bestimmten Wagen laufen. Vornehmlich Rohrkerne lassen sich auf zweckmäfsig angeordneten fahrbaren Gestellen in grofser Zahl gleichzeitig unterbringen.

Feststehende Formen müssen an Ort und Stelle getrocknet werden. Dies geschieht am einfachsten (aber nicht am billigsten) mit Koks Körben,

besser mit kleinen fahrbaren Gebläseöfen, die ihre Verbrennungsgase in die Gufsformen entlassen, oder durch Heizgase, die in besonderen Leitungen den Verbrauchsstellen zugeführt werden. Unter den beweglichen Trockenöfen sind besonders der von der Wilhelmshütte in Waldenburg in Schlesien (Fig. 49) und der ganz ähnliche von Fey (Fig. 50) zu erwähnen.

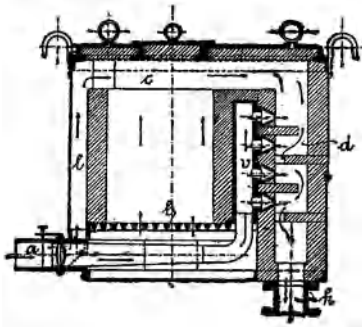


Fig. 50.

Ersterem strömt der Wind durch eine Leitung von links her zu, teilt sich in zwei, durch Drosselklappen regelbare Ströme, von denen der eine durch den Koks, der andere um die Ofenmauer herum sich bewegt, sich da vorwärmt und in dem mittleren Abzugsrohre mit den Feuergasen mischt. Mit diesem Rohre steht der ganze, übrigens am Kran hängende Ofen auf dem Ein-

gufstrichter der Form, durch welche das heiße Gasgemisch fließen muß. Bei Fey's Ofen tritt ebenfalls nur ein Teil des durch *a* zugeführten Windes bei *b* in den Koks; der andere wärmt sich bei *l* und *v* an der Ofenwand und mischt sich teils bei *c*, teils in dem Zickzackkanal *d* mit den Feuergasen, um durch den Stutzen *k* in die Form geleitet zu werden.

## d. Die Formerarbeit.

### 1. Die Kernmacherei.

Die Herstellung der Kerne gehört zu den einfacheren Arbeiten des Formers. Kleinere Kerne werden gewöhnlich aus Sand oder Masse in hölzernen oder metallenen Büchsen, Kernkästen, Kerndrücker

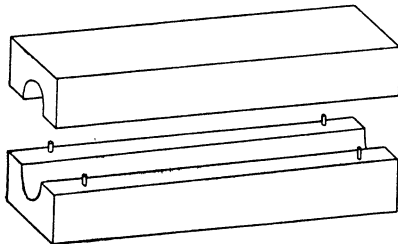


Fig. 51.

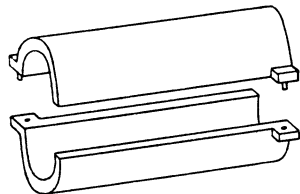


Fig. 52.

genannt, durch Stampfen, grössere cylindrisch oder prismatisch gestaltete, besonders lange Kerne für Röhren, Säulen und dergl. aus Lehm mittels Schablonen gedreht oder gezogen.

Sand für Kerne ist fetter als der für Gufsformen, und zwar um so mehr, je verwickelter die Gestalt ist; durch Zusatz von Pferdedünger oder Sägemehl wird er beim Trocknen porig und durchlässig. Während des Einstampfens werden die Kernkästen je nach der Gröfse entweder

mit der Hand, mit Schraubzwingen oder übergeschobenen Ringen zusammengehalten. Dünne und lange Kerne erhalten durch Einlegen von Kerneisen die erforderliche Steifigkeit und Schutz gegen Zerbrechen. Gekrümmte Kerne erfordern auch entsprechend geformte Kerneisen, die aus Draht und Eisenstäben zusammen gebunden oder durch Gufs hergestellt werden. Um aus den Kernen die Luft abzuführen, durchsticht man sie der Länge nach mit dem Luftspiefs; sind sie gekrümmt, so

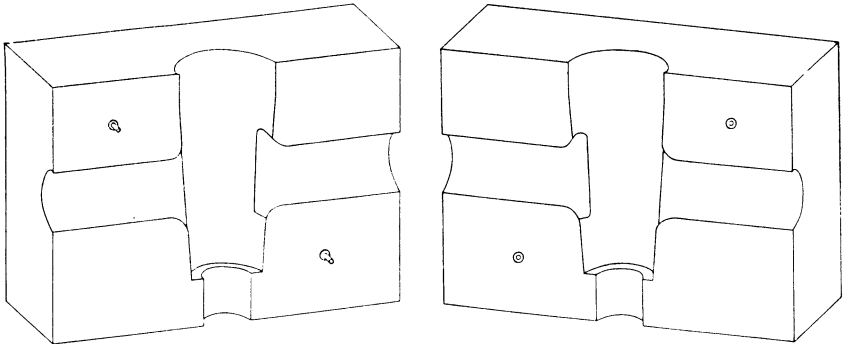


Fig. 53.

legt man Bindfäden oder Wachsstock ein; erstere werden vorsichtig aus dem fertigen Kern ausgezogen; letzterer schmilzt beim Trocknen, was mit jedem Kerne sehr vollständig erfolgen muß. Da die Luft nur an den Kernmarken austreten kann, müssen dort Fortsetzungen der Kanäle im Kern auch durch die Formwand führen.

In Fig. 51 u. 52 sind zwei einfache Kernkästen für cylindrische Kerne, in Fig. 53 und 54 solche für weniger einfache

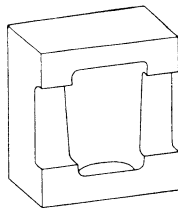


Fig. 54.

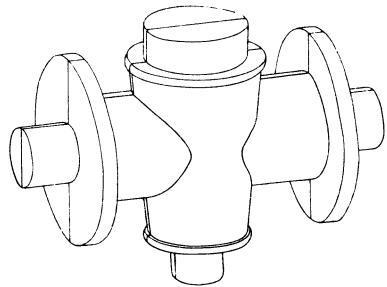


Fig. 55.

Kerne zu einem Hahngehäuse und einem Hahnkücken dargestellt; aus diesen ist zu ersehen, daß der Kernkasten überall da Öffnungen zum Einstampfen von Sand haben muß, wo Abzweigungen oder Ausladungen vorhanden sind. Fig. 55 stellt das Modell des Hahngehäuses mit den Kernmarken, Fig. 56 den Schnitt durch ein Hahnkücken mit dem darinliegenden Kerne dar.

Zur Erzeugung gleichartiger Kerne in großer Zahl bedient man sich der Kernformmaschinen, welche weiter unten beschrieben sind.

Kerne für Rohre und ähnliche Körper werden auf der Kerndrehbank erzeugt; diese besteht aus zwei Holzböcken mit Lagern für die Zapfen der Kernspindel, welche man in der erforderlichen Entfernung von-

einander aufstellt. Auf die in Umdrehung versetzte Kernspindel wickelt man zuerst eine bis zwei Lagen Strohseil und trägt hierüber mittels eines Schablonenbrettes zunächst eine Schicht fetteren, dann eine dünnere Schicht feineren aber mageren Lehm auf, zusammen 5—20 mm dick. Die fertig gedrehten Kerne werden dann in größerer Zahl auf ein fahrbares Gestell gelegt, in die Trockenkammer gefahren, nach vollständigem Trocknen auf der Kerndrehbank mittels eines Strohwiches und Wasser glatt geschliffen, geschwärzt und nochmals getrocknet.

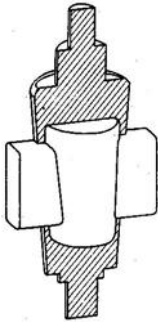


Fig. 56.

Prismatische und gekrümmte cylindrische Kerne werden, letztere in zwei Hälften, auf einer Ziehplatte aus Holz oder Eisen gezogen, wie in Fig. 57 und 58 dargestellt ist. Sie erhalten ein eisernes Gerippe als Einlage. Dicke Kerne fertigt man der Verringerung des Gewichtes und des rascheren Trocknens wegen hohl, zu welchem Zwecke man auf der Ziehplatte zunächst aus freier Hand einen verlorenen Sandkern formt, eine Schicht fetten, steifen Lehm aufträgt, das Kerngerippe eindrückt und dann mit Hilfe der Schablone eine zweite Lehm-schicht in die richtige Form zieht; auch hier wird zuletzt eine Schicht feineren Lehm aufgeschlichtet. Nach dem Trocknen werden die Hälften eines cylindrischen Kernes mit Draht zusammengebunden.

## 2. Die Handformerei mit Modellen.

Das Formen über Modelle ist wegen der leichteren Ausführung, der billigeren Löhne und deshalb, weil auch die Gestalt der auf diese Weise herzustellenden Abgüsse keiner Beschränkung unterliegt, das verbreitetste

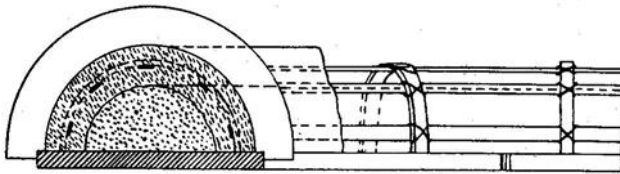


Fig. 57.

Verfahren, obwohl die Kosten der Modelle wesentlich höher sind als die von Schablonen.

Oben wurde schon erwähnt, daß die Modelle, um das Herausnehmen aus der Form zu ermöglichen, häufig geteilt werden müssen; die Teilung verwickelter Gestalten in viele Stücke ist aber mit dem Übelstande verknüpft, daß die Teile nach häufigerem Gebrauche nicht mehr genau aufeinander passen, daß sie während des Aufstampfens der Form ihre Lage etwas verändern und daß die Abgüsse ungenau ausfallen. Es ist dann zweckmäßiger, an Stelle des Modelles die Form in mehrere Stücke zu zerlegen. Solche Stücke, die dann lediglich aus Formmaterial ohne

besondere stützende Vorrichtungen, wie die Formkastenteile, bestehen, von dem Modell abgehoben werden, ehe dasselbe aus der Form entfernt wird, und die dann wieder an ihren Platz gesetzt sowie an demselben befestigt werden, heißen Keilstücke, Kernstücke, Abzüge oder äußere Kerne. Durch Anwendung derselben wird es z. B. möglich, unterschrittene Modelle aus der Form zu heben, ohne diese zu verletzen.

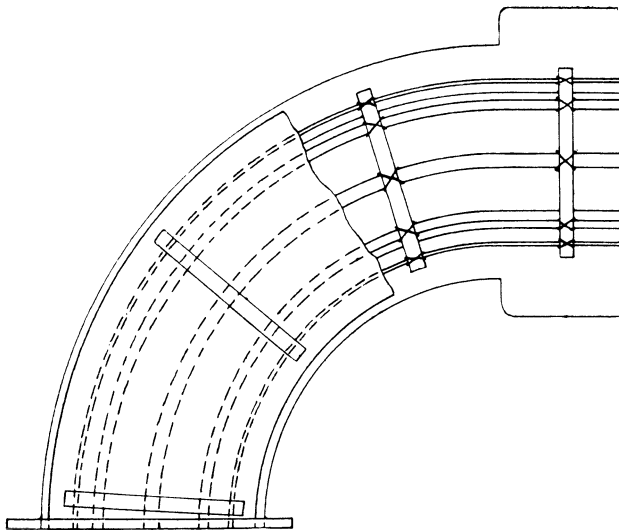


Fig. 58.

Das Einformen von Modellen erfolgt vorwiegend in Sand; nur dann, wenn die Form des hohen Druckes wegen sehr fest sein muß, wenn es sich um Herstellung durchaus dichter Güsse handelt, oder wenn Flußeisen vergossen werden soll, formt man Modelle auch in Masse ein.

#### α. Das Formen im Herde.

Solche Gegenstände einfacher Gestalt, welche auf einer Seite durch eine Ebene begrenzt sind und welche, da an das Aussehen dieser Fläche keine hohen Anforderungen gestellt werden, mit freier Oberfläche erstarren können, stellt man als Herdgufs her, d. h. in Formen, die im Fußboden der Gießhalle liegen, oben offen und nicht beweglich sind. Die Hüttensohle wird zu diesem Zweck aus einer dicken Lage sehr durchlässigen Sandes gebildet, die, wenn das Erdreich nicht an sich genügend porig ist, einen Untergrund von Koks oder kleingeschlagenen Steinen erhält. Diese Vorsicht ist notwendig, weil die Gase nur nach unten und nach der Seite aus der Form entweichen können.

Behufs Herstellung einer Form, z. B. für eine Platte, die an der einen Seite profiliert sein möge, wird der Sand befeuchtet, aufgegraben, gut durcheinander gemengt, mit Hilfe des Richtscheites geebnet und endlich mit einer 15—20 mm hohen Schicht Modellsand bedeckt. Dann bildet man mittels zweier in den Sand eingeklopfter Leisten, eines Richtscheites

und der Setzwage eine wagerechte Ebene, den Herd, und drückt oder klopft nun das Plattenmodell gleichmäÙig bis zur gewünschten Tiefe in den Sand. Nachdem man sich von der wagerechten Lage des Modelles überzeugt hat, umstampft man die Ränder, und zwar gewöhnlich etwas höher als die Dicke des Abgusses, schneidet einerseits den Eingufs, andererseits ein Niveau an und hebt dann das Modell, es auf der einen Seite zuerst vorsichtig lüftend, aus der Form. Der Eingufs und das Niveau sind kleine Sümpfe auferhalb der Form, welche mit dieser durch flache Rinnen verbunden sind. Der Eingufs liegt höher als die

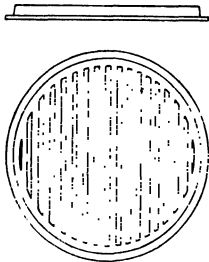


Fig. 59.

Form und nimmt das aus der Gießpfanne fließende Metall auf, da es nicht ohne Gefahr für die Form unmittelbar in diese gegossen werden kann. Das Niveau liegt tiefer und dient als Sammelraum für das in die Form gelangte überschüssige Metall; die Höhenlage des Ablaufes nach dem Niveau regelt die Eisenstärke des Abgusses. Macht man die Form nicht tiefer als die Plattendicke, so ist das Niveau überflüssig, und man gießt sie bis an den Rand voll. Ist der Abgufs sehr groß oder vielfach durchbrochen, wie z. B. eiserne Fensterrahmen, so bringt man mehrere Eingüsse an. Damit die Gase, welche nicht durch das flüssige Metall entweichen können, ohne Aufkochen desselben zu bewirken, einen Ausweg finden, wird mit dem Luftspieß unter dem Modelle Luft gestochen. Für Formen von großer Ausdehnung genügt das nicht; man stellt dann unter ihnen Abzugskanäle durch Einlegen von Strohseilen oder Gasröhren her. Wegen der schwierigen Abführung von Gasen und Dämpfen eignet sich der Herd hauptsächlich zur Herstellung flacher Gegenstände.

Nach dem Ausheben des Modelles folgt das Ausbessern beschädigter Stellen und das Ausstäuben mit Holzkohlenpulver.

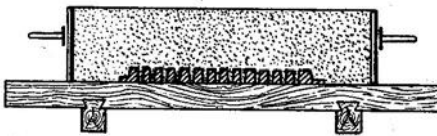


Fig. 60.

Soll die Platte Öffnungen besitzen, so können die Kerne bei genügender Größe durch Abdämmen aus Sand hergestellt werden; sind sie aber klein, so setzt man getrocknete Kerne ein, welche, damit sie nicht vom Eisen aus ihrer Lage gehoben werden, zu beschweren sind. Falze erzeugt man durch Einlegen eiserner, mit Lehmwasser bestrichener Stäbe als Kerne. Die Anwendung von Abzügen ist in der Herdformerei nicht häufig.

Sobald die Form der Abgüsse weniger einfach ist, wachsen die Löhne für das Einförmigen im Herde rasch und bedeutend, so daß es vorteilhafter ist, solche Gegenstände im Kasten zu erzeugen.

#### β. Das Formen im Kasten.

Die meisten Formkästen sind zweiteilig. Ungeteilte Modelle, welche sich leicht im ganzen ausheben lassen, wie z. B. das eines Rostes (Fig. 59—62),



pfl egt man mit ihrer vollen Höhe im Unterkasten einzuformen; der Oberkasten dient dann nur als Decke, und es drücken sich in ihm aufer der Oberfläche des Modelles nur etwa vorhandene Kernmarken ab. Ist das Modell geteilt, so fällt seine Schnittebene mit der Trennungsfäche der Form zusammen.

Das Arbeitsverfahren ist beim Formen im zweiteiligen Kasten folgendes: Man legt das Modell bzw. den Modellteil mit seiner oberen Fläche auf einen Lehrboden, eine mit Verstärkungsleisten versehene Holzplatte, stülpt den Unterkasten umgekehrt darüber, siebt Modellsand auf, drückt denselben am Modelle fest und füllt den Kasten mit größerem Sand an. Ist das Modell profiliert, so muß man den Lehrboden, um seine Lage zu sichern, entsprechend ausschneiden. Das Feststampfen des Sandes hat sehr gleichmäfsig, aber nicht zu fest, in flachen Kästen auf einmal, in tiefen in mehreren Lagen zu erfolgen.

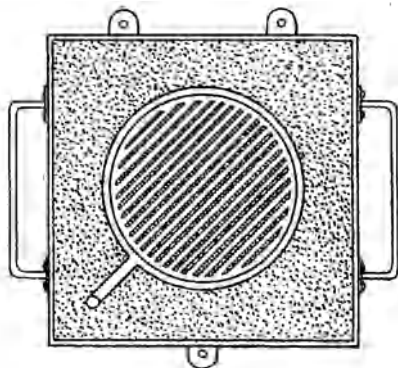


Fig. 61.

Lose Stellen geben Anlaß zum Treiben des Metalles; zu festgestampfte Formen sind undurchlässig, und das Eisen kocht in ihnen.

Ist der überschüssige Sand mit einem Lineal von dem vollen Kasten abgestrichen und ein zweites Brett, das Unterlagsbrett, aufgelegt; sind, wenn nötig, die beiden Bretter auch mit Klammern und Keilen am Kasten befestigt, so kann das Wenden desselben mit der Hand oder mit dem Kran erfolgen, ohne daß der Sand herausfällt. Nach dem Entfernen des Lehrbodens liegt die Oberfläche des Kastens frei, und man kann sie mit der Truffel glätten, das Formmaterial um den Rand des Modelles fest andrücken, lose Stellen ausbessern u. s. w.

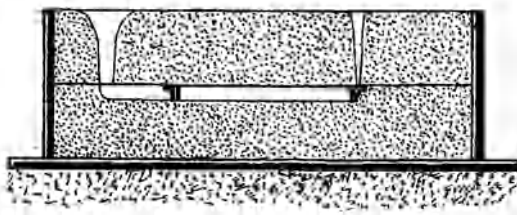


Fig. 62.

Vor dem Aufsetzen des Oberkastens bestreut man den Unterkasten mit grobem Kohlenstaub oder trockenem Sand, bürstet das Modell sauber ab und legt die andere Modellhälfte auf. Ist der Oberkasten aufgesetzt, und sind die keil- oder kegelförmigen Eingufs- sowie die Steigtrichtermodelle an ihren Platz gebracht, so wird derselbe ebenso eingestampft wie der Unterkasten, nur etwas fester. Die Steigtrichter oder Windpfeifen stehen stets auf dem höchsten Punkte der Form, die Eingüsse aber, besonders wenn die Form tief ist, nicht auf, sondern neben derselben. Es sind dann im Unterkasten flache, wenn nötig gegabelte

Einläufe mit der Truffel anzuschneiden. Ragt die Form des Oberkastens bis in den Unterkasten hinab, hat also der Oberkasten einen Ballen, wie es beim Einförmigen einer Lagerschale (Fig. 63 bis 66) der Fall ist, so fällt die Teilungsfläche der Form nur teilweise mit der des Kastens zusammen, im übrigen aber liegt sie tiefer. Ist der Ballen so schwer oder auch dünn, daß die Wahrscheinlichkeit des Abbrechens dieses Teiles vorliegt, so werden sogenannte Gehänge, das sind Zförmige Haken von starkem Draht oder Gufseisen, welche über eine Zwischen-

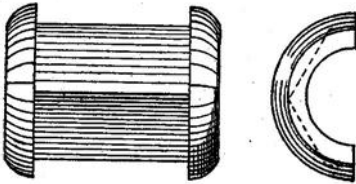


Fig. 63.

wand greifen, mit eingestampft. Hat man nun mit dem Luftspieß zahlreiche feine Kanäle in den Sand gestochen, sind die Trichtermodelle entfernt und die Eingüsse oben erweitert, so hebt man den Oberkasten ab, wendet ihn und beginnt die Vorbereitungen zum Ausheben des Modelles; sie bestehen im Nässen der Sandkanten behufs Erhöhung der Haltbarkeit, dem Einschrauben der Aushebösen und dem Lockern des Modelles durch Schläge gegen diese Ösen. Das Ausheben des Modelles hat möglichst senkrecht und ohne das geringste Schwanken nach der Seite zu erfolgen; trotz der größten Vorsicht sind Verletzungen der Form fast nie zu vermeiden. Nachdem diese ausgebessert, vorstehende schwache Teile zum Schutze gegen Wegspülen durch das Metall mit Formerstiften (dünne und lange Drahtnägel) befestigt sind und die Form durch Blasen und mit dem Sandhaken gereinigt ist, wird sie mit Holzkohle bestäubt und poliert.

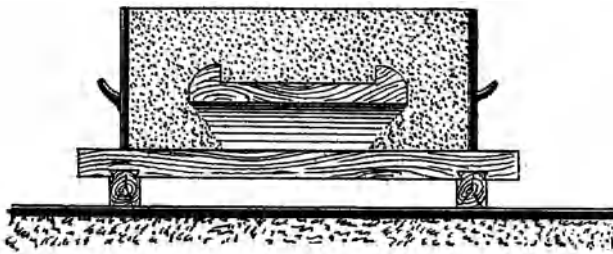


Fig. 64.

Ist der im Oberkasten liegende Modellteil so schwer, daß man befürchten muß, er werde beim Abheben herausfallen, so schraubt man durch den Sand hindurch mit Ösen versehene Holzschrauben in ihn ein und steckt einen auf dem Kasten aufliegenden, als Träger dienenden Stab in die Ösen. Schwere Kästen werden nicht gewendet; es bleibt beim Abheben derselben das Modell auf dem Unterkasten liegen, und der Former muß, während der Kasten am Krane hängt oder auf Böcken ruht, die Ausbesserungen u. a. Arbeiten auf dem Rücken liegend ausführen.

Wenn auch der Unterkasten in der beschriebenen Weise behandelt worden ist, so werden die Kerne eingelegt, die Formteile aufeinander gesetzt, die Einfalhaken geschlossen oder Beschwerungsseisen aufgelegt, und die Form ist zum Abgießen fertig.

Anstatt, wie beschrieben, durch Aufstampfen einzuformen, kann man sich auch eines abgekürzten Verfahrens, des Einklopfens bedienen. Man stampft den aufrechtstehenden Unterkasten voll, gräbt ihn dem Umrisse des Modelles entsprechend auf, legt das Modell hinein, klopft es wie beim Formen im Herde bis zur richtigen Tiefe in den Sand und umstampft es von oben möglichst gleichmäÙig. Da hierbei das Wenden des Unterkastens entfällt, so ist das Verfahren besonders dort in Übung, wo viel schwere Abgüsse gefertigt werden.

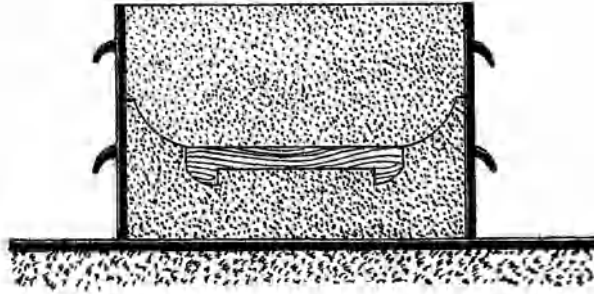


Fig. 65.

Ein zwischen dem Formen im Herd und dem Formen im Kasten stehendes Form-

verfahren ist das Formen im verdeckten Herde, bei dem der Herd den Unterkasten ersetzt. Das Modell wird in ihm in der gewöhnlichen Weise eingeformt; dann setzt man den Oberkasten darauf, sichert seine Stellung gegenüber dem Herde durch Eintreiben von Pföcken an jeder Seite nahe den Ecken und behandelt ihn wie beim Formen im Doppelkasten.

Eine andere Art der Befestigung des Formsandes haben Gebr. Körting eingeführt; sie ersetzen das Stampfen durch Walzen, indem sie eine schwere Walze über den mit Sand gefüllten Formkasten hinrollen, wie Fig. 67 zeigt. Erhebt sich das Modell hoch über den Lehrboden, so kommen zwei Walzen zur Verwendung, von welchen die erste eine dem Modell entsprechende Gestalt hat und den Sand um dieses herum festdrückt, wogegen die zweite das Dichten des Füllsandes besorgt. Die Anwendung auf rohrförmige Körper ist in den Fig. 68

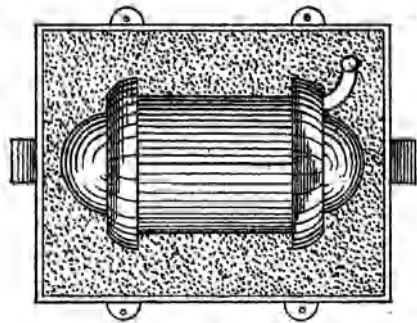


Fig. 68.

und 69 dargestellt. Sind solche Formen in großer Zahl herzustellen, so versieht man den Formkasten an den oberen Längskanten außen mit Zahnstangen, setzt auf die Achse der Walze Ritzel und Kurbeln und erleichtert so die Fortbewegung der schweren Walze. Das Festdrücken des Füllsandes in niedrigen Kästen wird hier und da auch mit schweren metallenen Kugeln bewirkt, die man mit der Hand hin und her rollt.

Das Walzverfahren erleichtert und beschleunigt die Arbeit ungemein und kann auch von ungelerten Arbeitern ausgeführt werden.

Wenn wir die verschiedenen Arbeiten des Formers in Bezug auf die Schwierigkeit der Ausführung und auf den Zeitaufwand vergleichen, so finden wir,

1. dafs in den Fällen, wo mehrere Modelle gleichzeitig in einem Kasten einzuformen sind, deren zweckmäfsige Anordnung längere Über-

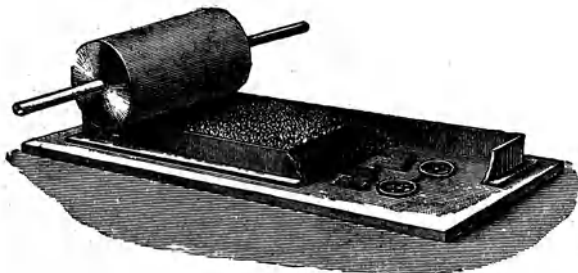


Fig. 67.

legung, ja unter Umständen wiederholtes Probieren erfordert und dafs auch das Einscheiden der Einläufe mit gröfserem Zeitaufwande verbunden ist;

2. dafs das Ausheben der Modelle nicht nur mit der äufsersten Sorgfalt erfolgen mufs, sondern dafs es auch fast niemals ohne Verletzung der Form gelingt und überdies einige Vorarbeiten, wie das Einschrauben

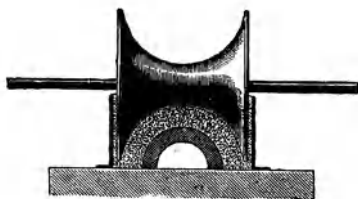


Fig. 68.

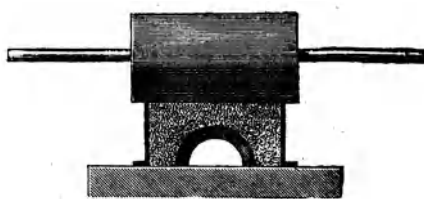


Fig. 69.

von Stiften zum Erfassen des Modelles, das Benetzen der Sandkanten und das Klopfen des Modelles behufs Erweiterung der Form nötig macht;

3. dafs das Ausbessern der Form viel Geschicklichkeit und Zeit erfordert.

Der Zeitaufwand für die Arbeiten unter 2 und 3 ist gröfser als für alle übrigen zusammen. Durch genaues Ausheben der Modelle, welches ein Ausbessern der Form überflüssig macht, kann sonach sehr viel Zeit und Arbeit gespart werden. Das wichtigste Hilfsmittel hierfür bilden die Modellplatten, welche zuerst im J. 1827 von Frankensfeld auf Rothe Hütte im Harz angewendet wurden. Es sind dies Platten, auf welchen die Modelle bzw. Modellteile nebst den Modellen für die Einläufe in der richtigen Stellung befestigt sind; sie dienen

als Lehrboden und haben zum Zwecke genauer Einstellung der Kästen Bohrungen für deren Schliefsstifte oder Führungsstifte für die Ösen. Sind die Modelle geteilt, so befinden sich die Teile auf verschiedenen Platten (Fig. 70 u. 71) oder auf den beiden Seiten einer und derselben; sind die Modelle symmetrisch zur Teilungsebene, so genügt eine Platte für beide Kastenhälften (Fig. 72). Solche Modellplatten erfordern, damit die Formteile genau aufeinander passen, äußerst sorgfältige Herstellung. Man verfährt dabei folgendermaßen: die Platte wird auf den eingestampften Kasten gelegt und mit diesem gewendet; gräbt

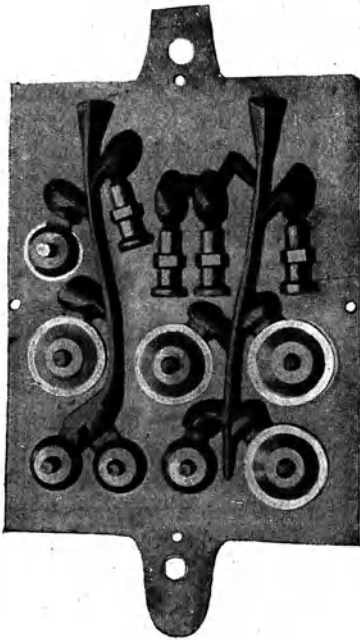


Fig. 70.

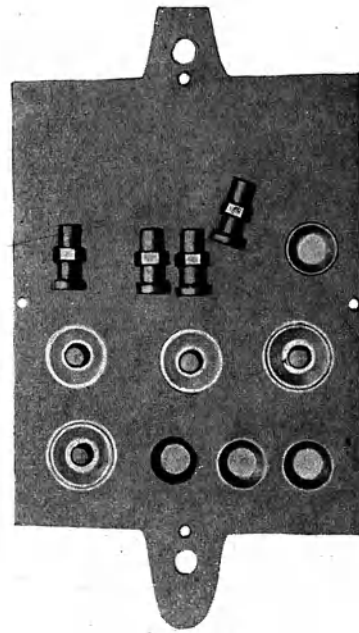


Fig. 71.

man nun den Sand von rückwärts vorsichtig auf, ohne die Modelle aus ihrer Lage zu rücken, so kann man ihren Umriss auf der Platte mit einer Nadel aufreißen und dadurch ihre Stellung genau bestimmen. Soll die Platte zweiseitig benutzbar sein, so wird mit der andern Kastenhälfte ebenso verfahren; in diesem Fall empfiehlt es sich aber, die Modellteile nicht sofort endgiltig zu befestigen, sondern vorher Probegüsse anzufertigen.

Ein anderes Verfahren zur Herstellung zweiseitiger Modellplatten rührt von Dehne in Halberstadt her. Man formt die Modelle ein, hebt sie aus, setzt aber nun die Kastenteile nicht aufeinander, sondern schiebt einen Rahmen zwischen sie, dessen Höhe gleich der Dicke der Platte ist, und gießt den Hohlraum mit Metall aus.

Die Vorteile, welche die Modellplatten gewähren, sind folgende:

1. die Modelle sind dauerhafter, da sowohl das Einschrauben der Aushebeösen als das Lockerschlagen wegfällt; die Schläge richten sich gegen die ganze Platte; 2. die oben unter 1 angegebenen Arbeiten sowie die Vorarbeiten für das Ausheben fallen weg; 3. das Ausheben der Modelle geschieht bei der genauen Führung der Platte senkrecht und ohne Schwanken, so daß Ausbesserungen nicht erforderlich sind; 4. der Oberkasten wird ebenfalls auf einer harten Unterlage und nicht auf dem Sande des Unterkastens aufgestampft.

Die Herstellung von Formen für Röhren erheischt, da sie nicht nur wegen der Massenhaftigkeit der Erzeugnisse von hoher Wichtigkeit

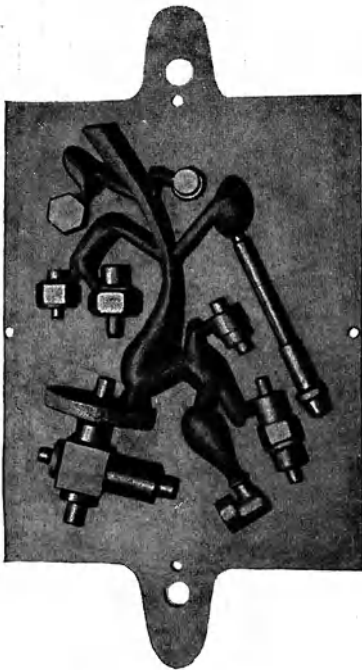


Fig. 72.

ist, sondern auch mancherlei Abweichungen von den bisher betrachteten Verfahren aufweist, unsere besondere Aufmerksamkeit. Die Röhren müssen, seien sie für Gas- oder Wasserleitungen bestimmt, nicht nur vollkommen undurchlässig, sondern auch sehr fest und dabei möglichst leicht sein; sie werden auf die ersten beiden Anforderungen durch Füllen mit gepresster Luft bzw. gepresstem Wasser geprüft. Den Forderungen wird allein durch Verwendung vorzüglichen, phosphorarmen Eisens und zweckmäßige Herstellung der Formen genügt. Dieselben müssen nämlich nicht nur in senkrechter Stellung abgegossen, sondern auch eingeformt werden, wenn man sicher sein will, daß die Wandstärke überall gleich groß ist und daß nicht an der beim Gießen oben liegenden Seite poröse und unten infolge mangelhafter Vereinigung der Kernstützen mit dem flüssigen Metall ebenfalls undichte Stellen entstehen;

zudem fallen beim Formen in aufrechter Stellung die Gußnähte weg. Unter dem hohen Drucke der Eisensäule wird das untere Ende des Abgusses sehr dicht und fest; vielfach wird verlangt, daß die Muffe beim Guß unten liege. Das umgekehrte Verfahren, bei welchem das Spitzende am dichtesten wird, dürfte vorzuziehen sein, da dieses nicht, wohl aber die Muffe leicht verstärkt werden kann, wenn es auf Erhöhung der Festigkeit ankommt.

Die Formkasten *g* (Fig. 73) sind cylindrisch und nur etwa 50 mm weiter als die sorgfältig abgedrehten Modelle. Die Muffenmodelle bilden immer, mögen sie unten oder oben angeordnet sein, ein Stück für sich. Werden die Rohre mit den Muffen nach unten stehend gegossen, so

müssen die Formkasten aus zwei Teilen bestehen und vor dem Ausheben der Abgüsse geöffnet werden. Das Einformen des sich selbstthätig centrierenden Modells erfolgt in fettem Sand oder Masse, das Schwärzen mit Hilfe von langstieligen Bürsten, das Trocknen durch kleine, fahrbare Gebläseöfchen oder durch Gasflammen, welche von einer festliegenden, Generatorgas zuführenden Leitung gespeist werden. Dann ist die Form zum Einsetzen des sich bei *aa* ebenfalls selbst centrierenden Kerns *g* und zum Abgießen, welches wie alle vorhergehenden Arbeiten an derselben Stelle vorgenommen wird, fertig. Das Trocknen der Rohrformen in Trockenkammern ist wegen des hohen Arbeitsaufwandes beim Transport allgemein aufgegeben. Die Formen hängen entweder in Dammgruben oder, und dann sind sie besser von unten aus zugänglich, im Obergeschoß eines hohen Gebäudes, wo auch die Former und Gießer arbeiten. Kernspindeln und Abgüsse müssen wie das Modell nach oben ausgezogen werden. Alle Transporte und das Ausziehen erfolgt in größeren Rohrgießereien durch maschinelle Kräne.

### 3. Die Maschinenformerei.

Die Notwendigkeit, zur Herstellung der Gufsformen denkende, geschickte und infolgedessen auch hoch zu lohnende Arbeiter zu verwenden, hatte zwar schon längst das Bedürfnis nach Maschinen wachgerufen, welche gestatten, mit nur wenigen fachgemäß ausgebildeten Arbeitern und zahlreichen minderwertigen Hilfskräften in kurzer Zeit eine große Zahl vollendeter Formen herzustellen; aber dieses Bedürfnis ist erst in den siebziger Jahren dieses Jahrhunderts befriedigt worden, nachdem man vorerst davon abgesehen hatte, Maschinen zu erbauen, welche alle die zahlreichen Arbeiten des Formers ausführen können, und sich darauf beschränkte, demselben die zeitraubendsten und schwierigsten Arbeiten abzunehmen, also das Anordnen und Ausheben der Modelle und das Ausbessern der Formen. Erst seit etwa einem Jahrzehnt hat man auch die Befestigung des Formstoffes der Maschine wieder übertragen, doch ist das Stampfen durch ein Pressen ersetzt worden. Die Grundlage aller dieser Maschinen, welche heute in ungemein zahlreichen Bauarten in Gebrauch stehen, bildet die Modellplatte, die in der Durchziehplatte

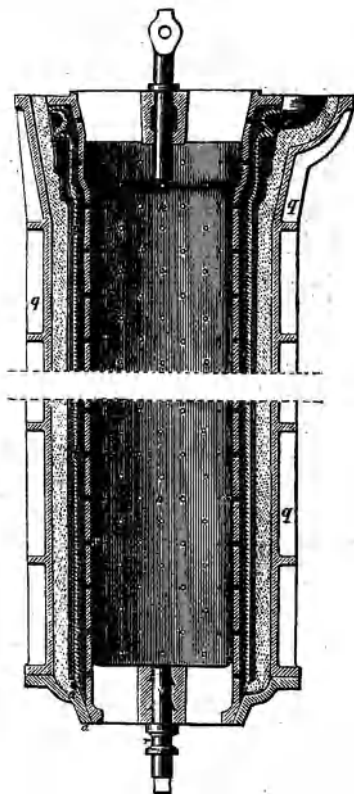


Fig. 73.

von Brown eine Ergänzung von kaum zu überschätzender Bedeutung erfahren hat.

Die Durchziehplatte dient als Träger des Formkastens und liegt über der Modellplatte; sie ist mit Ausschnitten versehen, welche genau dem Umriss der Modelle entsprechen; aus diesen Öffnungen ragen die Modelle, deren Höhe um die Dicke der Durchziehplatte vergrößert sein muß, hervor und können mit der Modellplatte aus der Form gezogen werden, ohne eine Spur Sand mitzureißen, da dieser ja von der Durchziehplatte getragen wird. Die Herstellung der Durchziehplatten für Modelle von starkgegliedertem Umriss, z. B. für Zahnräder, ist sehr zeitraubend und kostspielig; man macht dann den Ausschnitt der Durchziehplatte etwas größer, gießt den Raum zwischen Modell und Rand des Ausschnittes mit einer Legierung aus und erhält so eine dem Modelle mit höchster Genauigkeit sich anschließende Durchbrechung der Platte.

Eine andere Gruppe von Formmaschinen dient dem Sonderzwecke der Herstellung von Zahnrädern. Sie verbilligt nicht, wie die der ersten, die Formerarbeit, da eine Zeitersparnis mit ihrer Hilfe kaum zu erzielen ist; wohl aber gestattet sie eine ganz erhebliche Herabsetzung der sehr hohen Modellkosten, da statt eines vollen Radmodelles nur ein solches für zwei Zähne erforderlich ist, auf dessen Herstellung die peinlichste Sorgfalt verwendet wird und liefert besonders genaue Abgüsse. Da alle Zähne über dasselbe Modell geformt werden, erhalten sie ganz genau gleiche Form und gleichen Abstand, was bei Herstellung des vollen Modelles zu erreichen fast unmöglich ist.

Die zahlreichen Maschinen lassen sich folgendermaßen übersichtlich gruppieren:

I. Formmaschinen zur Ersparnis von Formerlöhnen.

A. Das Stampfen erfolgt von Hand; die Maschine zieht das Modell aus

- a) ohne Wenden des Kastens,
- b) mit Wenden des Kastens.

B. Die Maschine befestigt den Formstoff und zieht das Modell aus

- a) durch Stampfen,
- b) durch Pressen. . .

II. Formmaschinen zur Ersparnis von Modellkosten.

A. Die Form steht fest, das Modell kreist.

B. Die Form dreht sich, das Modell steht fest.

Als Beispiele können aus der großen Zahl nur einzelne Vertreter der verschiedenen Arten beschrieben werden.

Die in Fig. 74 dargestellte, von Karl Schütze in Berlin gebaute einfache Abhebemaschine besteht aus einem eisernen Ständer, der oben eine Tischplatte, darunter eine senkrecht bewegliche Zahnstange mit einem Armkreuz trägt. Auf der Tischplatte wird ein leicht auswechselbarer Rahmen befestigt, dessen Höhe sich nach der der Modelle, also nach der erforderlichen Hubhöhe richtet, und auf dem die Modellplatte



ruht. Auf letztere setzt man den Formkasten, stampft ihn voll und hebt ihn dann mittels der in den Armen des Kreuzes befestigten Abhebestifte durch Drehen des Handhebels und des auf seiner Achse sitzenden Ritzels von der Modellplatte ab. Die Abhebestifte tragen an ihrem oberen Ende mit Stiftschrauben versehene Köpfe, mit deren Hilfe man durch Auf- oder Niederschrauben Unebenheiten des Formkastens ausgleichen kann. Zahnstange und Ritzel sind zum Schutze der Verunreinigung durch Sand mit einem Blechkasten umgeben.

Die Maschine eignet sich nur für ziemlich flache Modelle; für höhere nur dann, wenn sie stark verjüngt zulaufen. Für die beiden Kastenhälften hat man zwei Maschinen nötig, oder man muß die Modellplatte auswechseln. Soll nicht der Kasten abgehoben, sondern das Modell nach unten aus dem Sande gezogen werden, so empfiehlt es sich, eine Durchziehplatte anzuwenden.

Bei den Maschinen der folgenden Gruppe wird die Modellplatte nach oben hin vom Kasten abgezogen, was ein Wenden beider zur Voraussetzung hat. Zu diesem Zwecke muß der Formkasten auf irgend eine Weise, gewöhnlich geschieht es mit Splintbolzen und Keilen, auf der Modellplatte befestigt und diese mit Zapfen versehen werden, eine Einrichtung, die zuerst von Muir getroffen wurde. Sind geteilte Modelle einzuformen, so braucht man, um das häufige Auswechseln der Modellplatten zu vermeiden, wie bei den Maschinen der Gruppe *A a*, zwei Maschinen. Woolnough & Dehne in Halberstadt verwendeten, um mit einer Maschine auszukommen, zuerst eine zweiseitige Modellplatte. Diese ziemlich verbreitete Maschine ist in Fig. 75 abgebildet. Die Modellplatten sind, damit nicht jede einzelne mit abgedrehten Zapfen versehen zu werden braucht, in einem Rahmen *a* befestigt, der mit seinen Zapfen in Lagern ruht, welche die Kopfstücke zweier senkrecht beweglichen schmiedeeisernen Spindeln *b* bilden. Diese Spindeln befinden sich innerhalb hohler gufseiserner Säulen *c* und werden oben und unten in Stopfbüchsen geführt. Das Heben und Senken der Platte bringt man durch Drehen des Handhebels *d* hervor, dessen Bewegung sich mittels der Welle *e* auf die von Blechkapseln eingeschlossenen Schraubenräder *f* und die Spindeln überträgt, deren Gewinde nicht nur als Zahnstange, sondern auch zur genauen Regulierung der gegenseitigen Höhenlage der Zapfenlager dient. Bei Herstellung einer Form hält man die Modellplatte durch Anziehen der Klemmschrauben *g* in waagrechter Lage fest, befestigt auf ihr mittels Splintbolzen und Keilen einen



Fig. 74.

Formkasten, stampft ihn voll, hebt durch Drehung von *d* die Platte mit dem Kasten so hoch, daß sie beim Wenden nicht anstößt, löst die Schrauben *g*, wendet um  $180^\circ$ , senkt so lange, bis der Kasten auf dem Tische *h* aufsitzt, entfernt die Bolzen und hebt durch abermalige Drehung von *d* die Platte vom Kasten; sie hat jetzt die für die Anfertigung der anderen Formhälfte erforderliche Stellung. Es wird nun der mit Rädern versehene Tisch auf der von Blechträgern *i* gebildeten Bahn seitlich herausgezogen und der Kasten beiseite gesetzt, bis der andere in gleicher Weise fertig gestellt ist. Damit die Maschine für

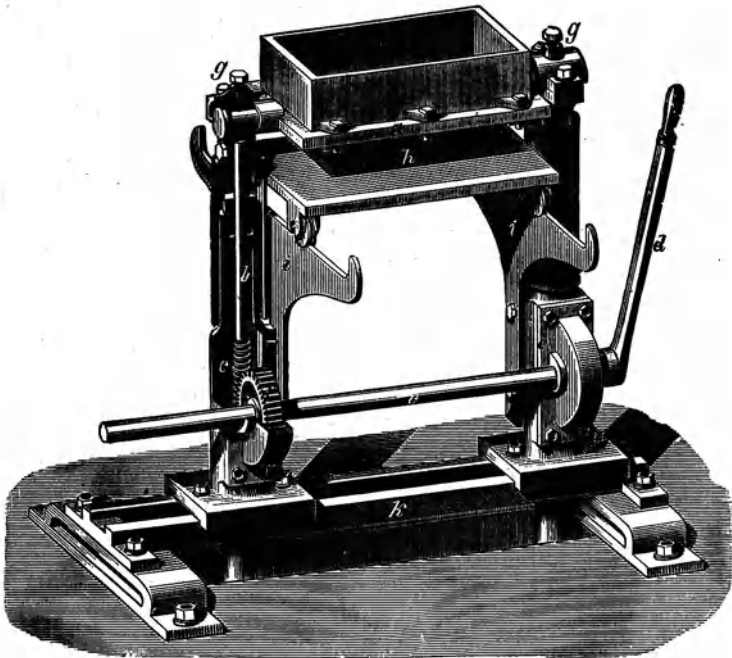


Fig. 75.

Platten verschiedener Größe verwendbar ist, können die Säulen *c* auf ihrem Bette *k* verschoben werden.

Zum Einformen von Töpfen erbaut das Eisenhüttenwerk Marienhütte bei Kotzenau zwei Maschinen, die durch die Fig. 76 und 77 erläutert werden. Der in Schildzapfen *a* gelagerte Rahmen *c* trägt auf der einen Seite das Mantelmodell *o*, auf der anderen das Kernmodell *i*. Letzteres wird zuerst nach oben gedreht, der Unterkasten aufgesetzt und vollgestampft. Hierauf wendet man den Rahmen um  $180^\circ$ , so daß das Mantelmodell oben liegt, befestigt den Oberkasten darüber und stampft auch diesen auf. Beide Kästen werden dann nacheinander auf den mittels des ihn tragenden Tisches heb- und senkbaren Wagen *e* abgelegt. — Zum Einformen bauchiger Töpfe muß

der Oberkasten *k* für die Mantelform und das Kernmodell *i* geteilt sein, sodafs sie nach erfolgtem Aufstampfen durch Drehen der Schraubenspindel *s* mit Rechts- und Linksgewinde von dem Modelle bezw. dem Kerne seitwärts abgezogen werden können.

Für sehr hohe Modelle mit steilen Seitenflächen ist die Durchziehplatte unentbehrlich. Ausgezeichnete Beispiele von Vorrichtungen für derartige Zwecke bilden die Riemenscheibenformmaschinen. Die in Fig. 78 abgebildete, von der Badischen Maschinenfabrik und Eisengießerei in Durlach gebaute Maschine zeichnet

sich durch ihre zweckmäfsige Einrichtung besonders aus. Sie gestattet innerhalb der durch ihre Gröfse gegebenen Grenzen die Erzeugung von Riemenscheiben beliebigen Durchmessers und beliebiger Höhe, ist leicht und rasch zu bedienen, zieht das Modell aus und hebt auch den Kasten vom Tisch ab. Die Modellringe für die verschiedenen Durchmesser sind nicht dauernd in der Maschine befestigt, wo Schmutz und Rost sie bald unbrauchbar machen, sondern werden nach Bedarf leicht und

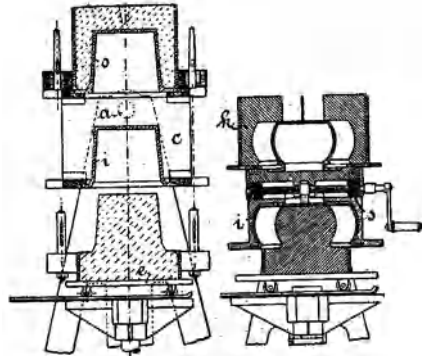


Fig. 76.

Fig. 77.

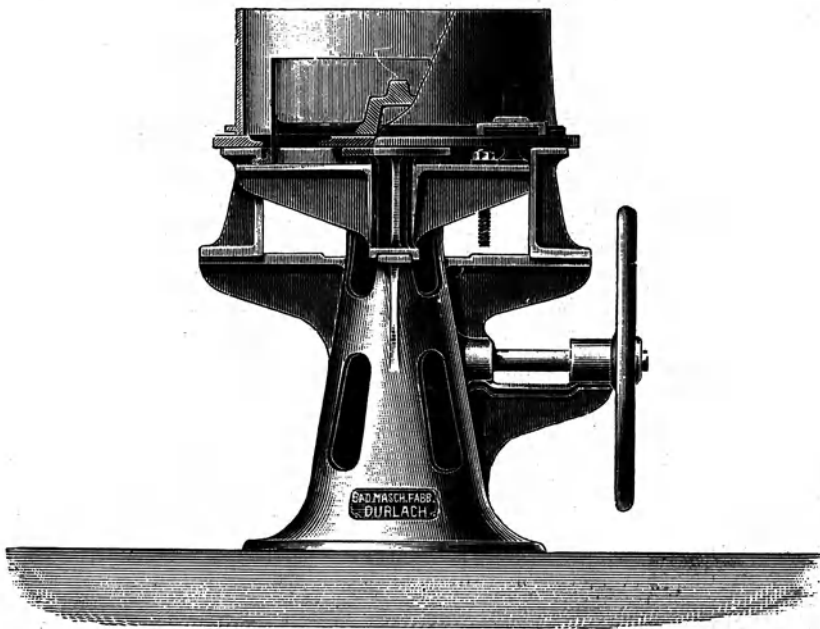


Fig. 78.

rasch eingebaut. Das geteilte Kreuzmodell ist auf der mittleren Platte gewöhnlich dauernd befestigt und wird nur durch Einsetzen oder Herausnehmen von Ansatzstücken verändert. Nachdem das Kreuzmodell auf das hierfür bestimmte Kreuz aufgeschraubt ist und die Durchziehringe eingelegt sind, wird der Kranz auf die halbe Breite der zu formenden Riemenscheibe eingestellt und der Formkasten aufgesetzt. Nach Beendigung des Einstampfens zieht man durch Drehen an dem Handrade das Kranzmodell durch den Tisch zurück, legt unter die vier Stiftlöcher Plättchen, schraubt das Kreuz wieder in die Höhe und hebt so mittels der Centrierstifte den Kasten vom Tische ab.

Hierher sind auch die Kernformmaschinen zu rechnen, obwohl bei denselben von einer Durchziehplatte nicht gesprochen werden kann;

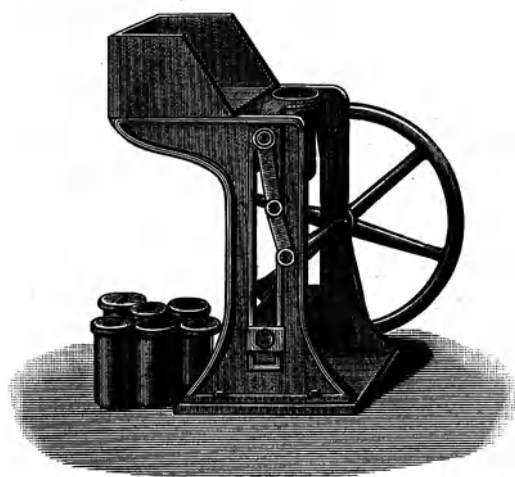


Fig. 79.

ihre Wirkungsweise aber ist die gleiche. Fig. 79 stellt eine kleine Kernformmaschine derselben Firma dar. In halber Höhe des gußeisernen Gestelles liegt eine Welle, die einerseits ein Handrad, andererseits eine Kurbel trägt. Letztere greift an der zwischen den Ständern befindlichen Kernbüchse an und zieht sie beim Drehen des Handrades nach unten, sodafs der feststehende Boden den Kern nach oben aus der Büchse herausschiebt. Zu einer Maschine gehören selbstverständlich Kernbüchsen verschiedenen Querschnittes, aber von gleicher Länge. Die Länge der Kerne wird durch Verstellen des Bodens geregelt, sodafs man mit Hilfe der Maschine ebensowohl lange Kerne als flache Scheiben formen kann.

Selbstverständlich kann eine solche Maschine auch feststehende Kernbüchse und nach oben hin beweglichen Boden haben, der die Kerne aus der Büchse herausschiebt. Eine Maschine dieser Einrichtung dient z. B. zum Formen kurzer Hohlzylinder, aus denen durch Aneinanderlegen in einem aufklappbaren und an Zapfen aufgehängten Formkasten Formen für Rohre gebildet werden (Verfahren von Kudlicz).

Von den Formmaschinen der Klasse B, die auch den Formstoff befestigen, ist die erste, mit Stampfern arbeitende Gruppe veraltet und wird, abgesehen von Sondermaschinen für die Rohrformerei, nicht mehr gebaut; man ist allgemein zum Pressen des Sandes übergegangen. Zu

diesem Zwecke setzt man auf den Formkasten einen Rahmen, welcher die erforderliche Sandmenge aufnimmt, und drückt nun eine hölzerne Druckplatte von oben hinein. Dadurch läßt sich aber fast nie die gleichmäßige Dichtigkeit des Sandes erreichen wie durch Handstampfen, und zwar besonders dann nicht, wenn die Modelle hoch sind und steile Seitenflächen haben. Bei Anwendung ebener Druckplatten bleibt der Sand in den Vertiefungen und an den Seitenflächen des Modelles locker; sind die Platten aber dem Modell entsprechend ausgeschnitten, so wird der Sand zwar in den Vertiefungen mit hoher Überdeckung dicht zusammengeprefst, aber jetzt genügt an den steilen Flächen und da, wo das Modell von einer dünnen Sandschicht bedeckt ist, die Dichtigkeit nicht. Man muß dann zu dem Kunstgriffe seine Zuflucht nehmen, die Vertiefungen der Druckplatte vor dem Pressen mit Sand auszufüllen, sodaß sich zwischen ihr und dem Modell eine überall gleich hohe Sandschicht befindet. Das Festpressen des Sandes erfolgt durch Hebelpressen, mittels Druckwassers oder Druckluft, vereinzelt auch durch Walzen.

Die Firma Karl Schütze in Berlin baut ihre oben in Fig. 74 dargestellte Abhebe- und Formpresse (Fig. 80); mittels des langen Handhebels und der untenliegenden Exzenterwelle wird das während des Aufsetzens, Füllens und Abhebens des Kastens seitlich liegende Querhaupt abwärts gezogen und auf die auf dem Sandrahmen liegende Druckplatte geprefst. Nach vollendetem Pressen wird erst der Sandrahmen, dann die Druckplatte abgenommen, der Kasten abgestrichen und abgehoben.

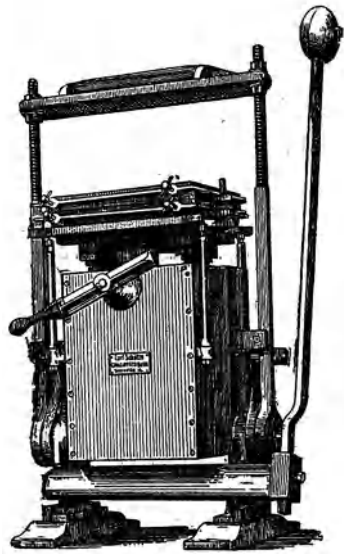


Fig. 80.

Eine Kniehebelpresse der Badischen Maschinenfabrik in Durlach, die hauptsächlich für die Massenerzeugung kleiner Stücke, wie Nähmaschinen- und Beschlagteile, deren Modelle sich leicht aus dem Sande ziehen, bestimmt ist, zeigt Fig. 81. Das Pressen erfolgt von oben, indem durch einen Kniehebelmechanismus der in senkrechten Schlittenführungen bewegliche Tisch gehoben wird. Der mit Sandrahmen versehene, gefüllte und von einem Prefsklotz bedeckte Kasten wird dadurch gegen den an zwei seitlichen Stangen befestigten und beim Nichtgebrauch nach hinten auslegbaren Holm geprefst. Da mit zunehmender Verdichtung des Sandes auch dessen Widerstand wächst, so ist der Kniehebel, dessen Übersetzungsverhältnis ebenfalls mit dem Hube wächst, hier besonders am Platze. — Die Modellplatte ist wendbar, so daß die Maschine zur Erzeugung beider Formteile dient.

Die in Fig. 82 abgebildete Formpresse der Maschinenfabrik

S. Oppenheim & Co. in Hainholz bei Hannover wird mit Druckwasser betrieben. Die Modellplatte befindet sich hier oben, legt sich mit der Rückseite gegen das Querhaupt und ist um die links gelegene Säule ausschwenkbar. Zwischen den beiden Verbindungsstangen von Grundrahmen und Querhaupt gleitet der mit dem Druckkolben auf leicht lösbare Weise gekuppelte Sandrahmen auf und ab; auf ihn setzt man den Formkasten. Nachdem beide mit Sand gefüllt sind, läßt man den Kolben aufgehen, bis der Kasten an der Modellplatte anliegt, löst dann die Kuppelung, sodaß der Kolben allein höher steigt und den

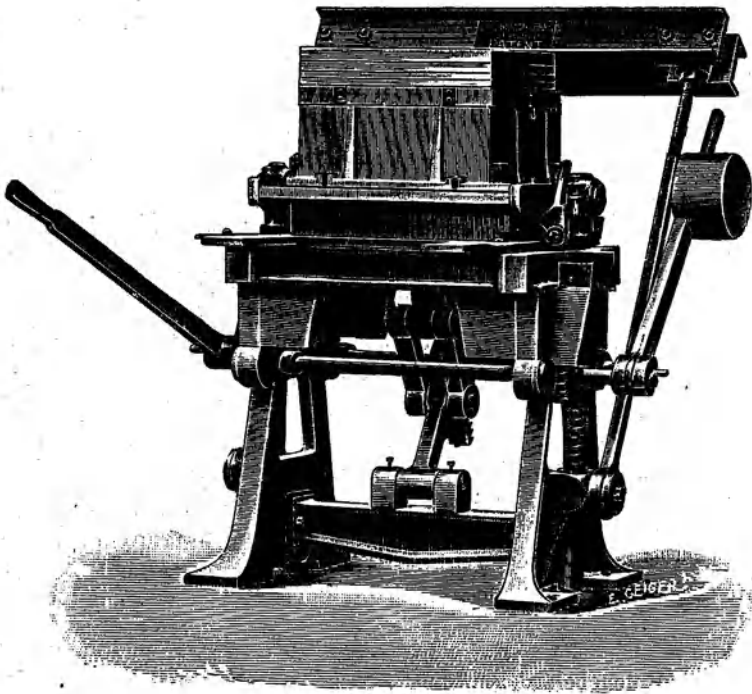


Fig. 81.

Sand zusammenprefst. Beim Ablassen des Wassers trennt sich der Kasten von der Modellplatte und kann weggenommen werden. Die Formkästen werden durch Stifte an dem Rahmen annähernd in die richtige Stellung gebracht und rücken beim Aufgehen durch die in Löcher der Modellplatte eintretenden Führungsstifte von selbst in die richtige Lage.

Bei der Maschine Fig. 83 derselben Firma wird mit Druckwasser geprefst aber mit der Hand abgehoben; sie gleicht im übrigen ganz der Maschine von Woolnough & Dehne und gestattet die Herstellung beider Formhälften. Man füllt den oberen Kasten mit Sand, zieht die fahrbare Druckplatte darüber, pferst durch Heben des Kolbens, läßt

diesen hierauf sinken, bis der Wagen zum Ausfahren des Kastens auf den Schienen ruht u. s. f., wie oben bei der Dehneschen Maschine beschrieben ist, zu der aufer der Preßvorrichtung nur das Gegengewicht

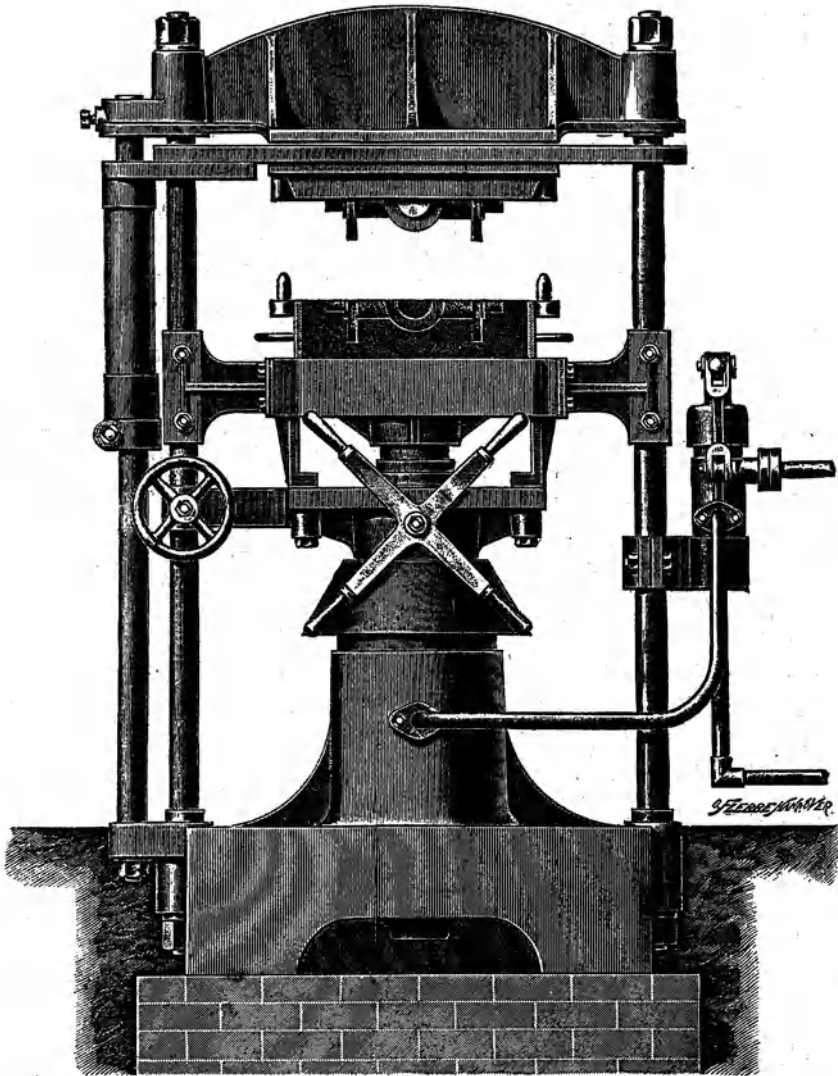


Fig. 82.

behufs Erleichterung des Hebens der wendbaren Modellplatte mit den Kästen hinzugekommen ist.

Die Firma Bopp & Reuther in Mannheim baut eine in Fig. 84 abgebildete Formpresse, die fertige zweiteilige Formen liefert, welche

ohne Kästen abgegossen werden. An zwei Säulen gleitet mit Führungsbüchsen der an Ketten aufgehängte, durch Gegengewicht ausgeglichene Oberkasten, und auf zwei kleinen, seitwärts des Prefskolbens angeordneten Druckkolben ruht der Unterkasten; beide sind nach oben hin erweitert. Die Druckplatte für den ersteren ist unter dem Querhaupte befestigt, die für letzteren bildet der Kopf des Prefskolbens.

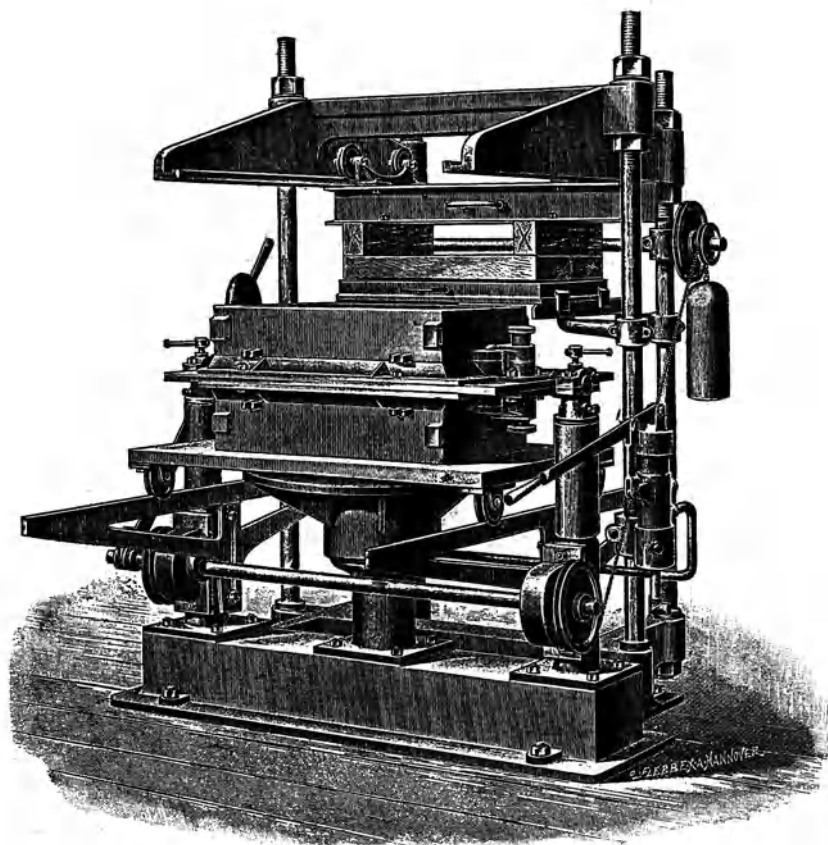


Fig. 83.

Zwischen beiden Kästen gleitet die an der linken Säule geführte und um diese ausschwenkbare Modellplatte. Die Arbeitsweise ist folgende: Nachdem bei ausgeschwungener Modellplatte der Unterkasten mit Sand gefüllt ist, bringt man jene in ihre richtige Lage, senkt mittels des Handhebels den Oberkasten, füllt ihn ebenfalls mit Sand und giebt allen drei Kolben Druckwasser; beide Kästen werden mit der Modellplatte gehoben. Der Prefskolben drückt nun den Sand zwischen seinem Kopfe und der Druckplatte am Querhaupte zusammen. Ist dies geschehen, so



läßt man die Kolben mit Unterkasten und Modellplatte niedergehen; letztere wird von ihrem Stellring aufgehalten, während der Unterkasten sich von ihr trennt und weiter sinkt. Jetzt wird die Modellplatte ausgeschwenkt, der Oberkasten bis auf den Unterkasten hinuntergelassen, Druckwasser unter den mittleren Kolben gegeben und so die fertige Form nach oben aus den Kästen hinausgedrückt.

Diese Maschine, welche der Bauart nach mit einer von Leeder und einer anderen von S. Oppenheim fast ganz übereinstimmt, eignet sich nur für kleinere Formen, da sehr große ohne schützenden Formkasten nicht ohne Schaden zu leiden bewegt werden können. Sie liefert in der Schicht 200 bis 240 Formen von 390 mm im Quadrat, eine größere 110 bis 112 Formen von 600 × 420 mm bei 3 Mann Bedienung.

Wie oben erwähnt wurde, werden Formmaschinen auch mit Druckluft betrieben. Der Wirkungsweise nach sind zwei Arten zu unterscheiden. Die Maschinen ersterer Art, wie sie z. B. von der Badischen Maschinenfabrik und Eisengießerei in Durlach geliefert werden,

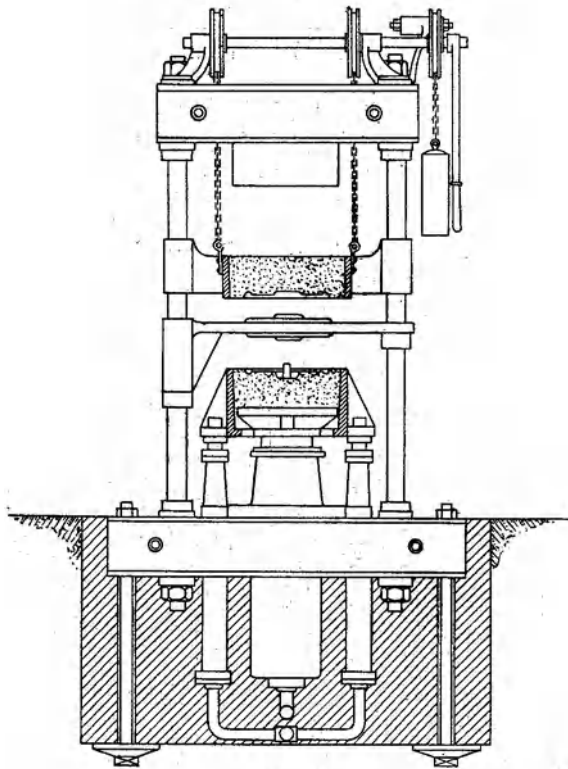


Fig. 84.

weichen in der Bauweise nicht von den mit Druckwasser betriebenen ab; der Prefskolben wird eben nur anstatt mittels Wasser von 50 kg/qcm mittels Luft von 6 kg/qcm Überdruck bewegt. An Stelle einer schweren Druckpumpe nebst Druckwassersammler braucht man nur eine kleine Druckluftpumpe mit Windkessel, welche für zwei bis drei Maschinen ausreicht. Ganz anderer Einrichtung sind die in Amerika mehrfach in Anwendung stehenden Maschinen der zweiten Art. Die ebene hölzerne Druckplatte ist bei diesen durch ein Luftkissen ersetzt, welches sich wie eine nach dem Modell ausgeschnittene Druckplatte ver-

hält, indem es sich der Gestalt jenes anschmiegt, sodafs der Druck auf den Sand an allen Stellen gleich stark wird.

Eine Ergänzung zu den Formmaschinen bildet die Zusammensetzvorrichtung Fig. 85; sie dient dazu, um schwere Formkästen oder auch solche, in welchen dünnwandige Gegenstände von gröfserer Höhe, wie z. B. Töpfe, oder solche mit tief eingreifenden Ballen eingeformt sind, mit vollkommener Sicherheit, Genauigkeit und Ruhe aufeinander zu setzen. Dies geschieht in folgender Weise: Der Unterkasten ruht auf dem feststehenden Tische, wo die Kerne, wenn nötig, eingelegt werden können. Den Oberkasten legt man auf die beiden seitlichen Ständer, welche die von unten bis oben durchgehenden Führungsbolzen enthalten.

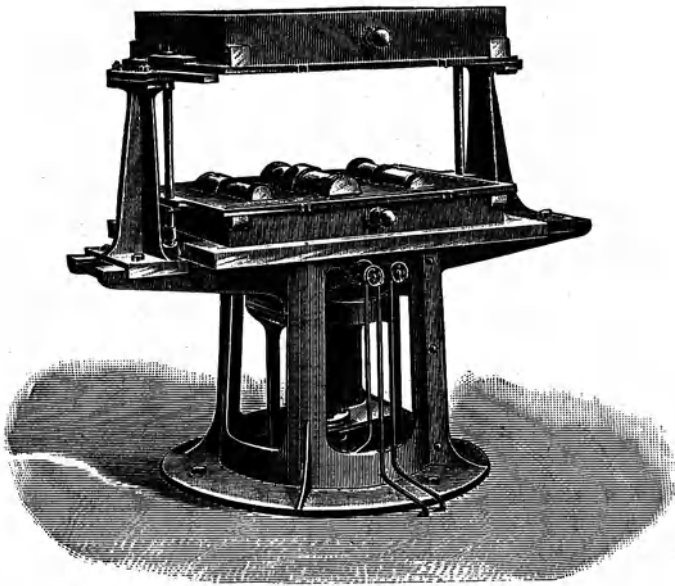


Fig. 85.

Danach wird das Druckwasser abgelassen, sodafs das unter dem Tisch in prismatischen Führungen gehende Querhaupt ruhig und gleichmäfsig herabsinkt, bis der Oberkasten genau auf dem Unterkasten sitzt.

Die erste Zahnradformmaschine ist 1839 J. G. Hofmann in Preussen patentiert worden; ihre bauliche Durchbildung verdankt sie aber in der Hauptsache Scott. Als Beispiel für Maschinen dieser Bauart diene eine solche der Maschinenfabrik von H. Michaelis in Chemnitz. Sie hat mit allen anderen gleichartigen einen tief im Herde befestigten Fufs gemein, in dem sie mit ihrer Mittelsäule sitzt. Die Säule trägt am oberen Ende das Stirnrad *a* (Fig. 86), an welchem eine durch Kapsel *b* vor Verunreinigung geschützte Schnecke läuft, deren Umdrehung von der Kurbel an der Teilscheibe *c* aus mittels der 5 sichtbaren Zahnräder erfolgt. Die Räder sind an einem Ständer gelagert, der an dem

um die Säule drehbaren Ringe *d* sitzt. Über dem Ringe ist das Prisma *e* in Führungen in der Richtung des Durchmessers von *d* verschiebbar. Mit seiner Hilfe wird der Durchmesser des Rades bestimmt.

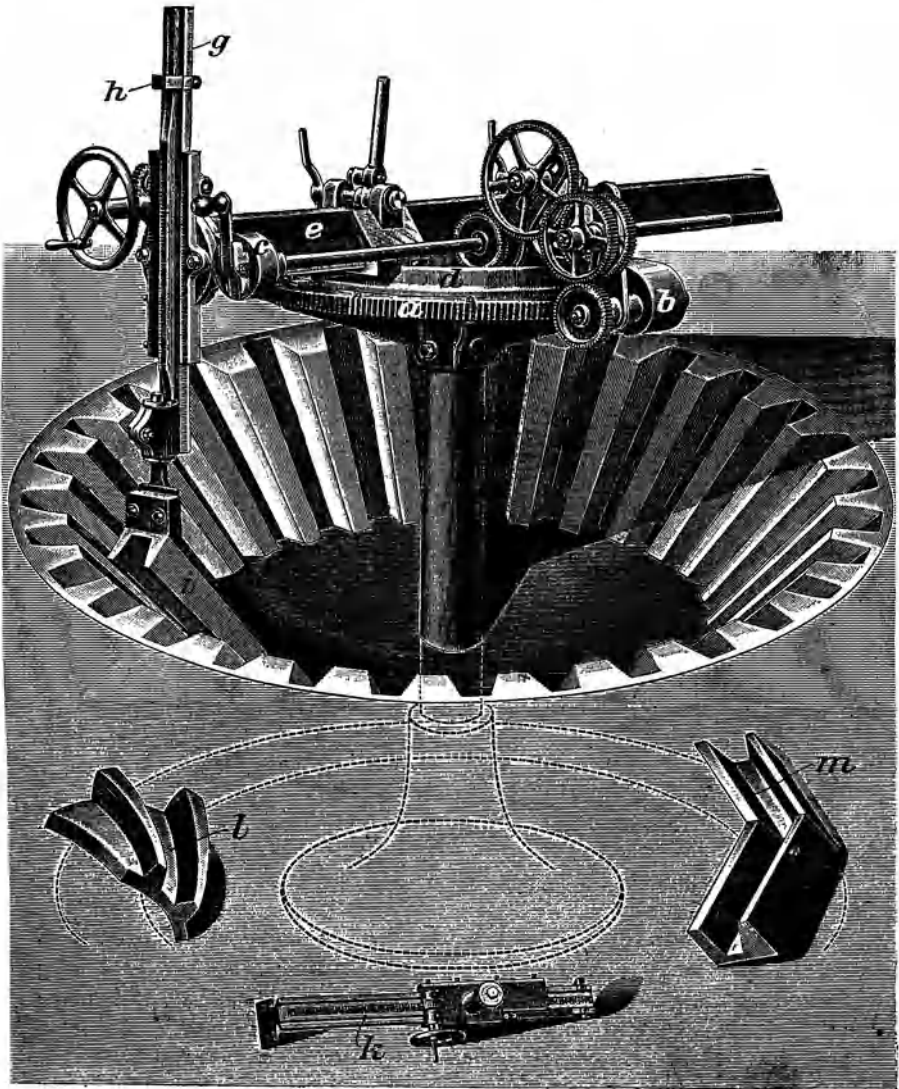


Fig. 86.

Am vorderen Ende trägt das Prisma eine Führung für den mittels des Handrades *f*, eines Getriebes und einer Zahnstange senkrecht verschiebbaren Modellträger *g*. Der Stelling *h* begrenzt die Abwärtsbewegung des Trägers für das Zahnlückenmodell *z*. Soll die Maschine zum

Formen von Rädern mit gekrümmten Zähnen (Modell *l*), mit Winkelzähnen (Modell *m*) oder von Schraubenrädern benutzt werden, so muß das Modell in wagerechter Richtung ausgezogen werden, zu welchem Zwecke man die mit *k* bezeichnete Vorrichtung an *g* anbringt.

Die Herstellung einer Radform verläuft folgendermaßen: In dem festgestampften Herde wird mittels einer in dem Grundständer aufgestellten Schabloniervorrichtung, die unten bei der Schablonenformerei näher beschrieben ist, ein Hohlzylinder oder ein Hohlkegel von etwas größerem Durchmesser als der des Gufsstückes ausgeschnitten; dann wird die Maschine in den Ständer gesetzt, das Modell an *g* befestigt,

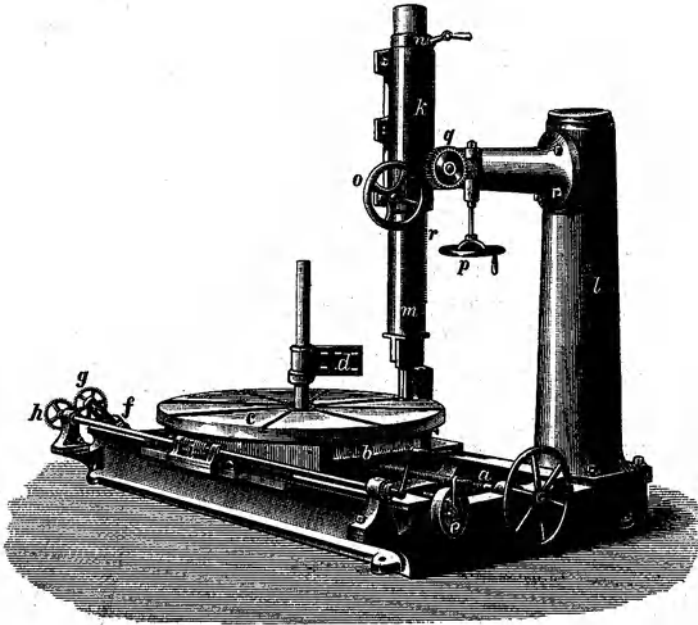


Fig. 87.

durch Verschieben des Prismas *e* auf den richtigen Durchmesser eingestellt und *e* mittels des Hebels *n* festgeklemmt. Man senkt nun das Modell, bis es auf der Sohle der Form aufsitzt, stampft die Zahnücke mit Sand auf, drückt mit einer Hand ein dünnes, dem Modell entsprechend ausgeschnittenes Brettchen oder Blech auf den Sand, das als Durchziehplatte wirkt, und zieht durch Drehen an *f* das Modell aus. Durch Drehen der Kurbel vor der Teilscheibe um eine viertel, halbe oder ganze Umdrehung und Übertragung dieser durch die Räderübersetzung auf die Schnecke bewegt sich der Ring *d* um einen bestimmten, der Teilung entsprechenden Winkel weiter. Dann wird das Modell wieder gesenkt, eine neue Zahnücke aufgestampft u. s. w. Durch Auswechseln dreier von den fünf Rädern kann der Drehwinkel beliebig ge-

ändert werden, sodafs man nach Bedarf Räder mit den verschiedensten Zähnezahlen einformen kann.

Ist der Zahnkranz eingeformt, so werden nach Wegnahme der Maschine und der Spindel die in Kernkästen hergestellten Kerne für die Zwischenräume der Arme und der Nabenkern eingesetzt, die Form mit einem auf ebener Unterlage aufgestampften Oberkasten geschlossen und zum Abgiefsen fertig gestellt.

Maschinen dieser Art haben den Nachteil, dafs sie sich weder zur Erzeugung sehr kleiner, noch sehr grofser Räder gut eignen. Letztere fallen ungenau aus, weil die Mittelsäule sich biegt, wenn das Prisma  $e$  sehr weit ausgezogen ist; das Einformen der ersteren hindert das grofse Rad  $a$ . Trotzdem sind sie für Herstellung sehr grofser Räder nicht zu entbehren.

Diesen Übelständen ist von J a c k s o n durch die Umkehrung der Scottschen Maschine zum Teil abgeholfen worden; er stellt das Modell fest, läfst aber die Form sich drehen. Diese wird bis zu 3 m Durchmesser in Kästen hergestellt. Fig. 87 stellt eine solche Maschine dar, wie sie aus der Werkzeugmaschinenfabrik von E. Schief s in Düsseldorf hervorgeht. Auf dem viereckigen Bett ist durch eine mit Handrad versehene Schraubenspindel  $a$  ein Schlitten in der Längsrichtung verschiebbar, auf welchem eine um eine senkrechte Achse drehbare Planscheibe  $c$  liegt. Man stellt auf diese Planscheibe den Formkasten und dreht in demselben mittels einer an der Schere  $d$  befestigten Schablone die Form für das Rad aus. An der rechten vorderen Ecke des Rahmens ist ein Ständer  $l$  befestigt, von welchem aus ein wagerechter Arm bis zur Mittelachse des Rahmens schräg hinüber reicht. An diesem Arm befindet sich ein einseitig aufgespaltener Hohlcyliner  $k$ , in dem der seiner Länge nach mit einer Zahnstange  $m$  belegte und am unteren Ende das Zahnlückenmodell tragende Cylinder  $r$  auf und ab gleitet; die Bewegung wird ihm durch das Handrad  $p$ , das Schraubenrad  $q$  und ein nicht sichtbares Getriebe erteilt. Die Senkung des Modelles regelt wieder ein Stelling  $n$ ; zum Festklemmen während des Einformens dient das Handrad  $o$ . Durch Verschieben des Tisches mit dem Kasten gegenüber dem Modelle lassen sich Zahnräder von sehr verschiedenem Durchmesser, bis herab zum kleinsten, herstellen. Der Verlauf der Arbeit ist wie oben beschrieben. Die Teilmaschine, welche hier die Drehung um den jeweils erforderlichen Winkel besorgt, besteht aus einer mittels der Kurbel  $e$  in Umdrehung zu versetzenden Welle, drei Wechslrädern  $f, g, h$ , einer zweiten Welle mit der Schnecke  $i$  und dem am Tische feststehenden Schraubenrade  $b$ . Zu raschem Drehen von  $c$  dient die an der Schneckenwelle befindliche Kurbel. Mufs das Modellstück wagerecht ausgezogen werden, so erfolgt es durch Bewegen des Tisches.

Um die Formmaschine auch während der Zeit, die zum Schablonieren der rohen Form erforderlich ist, ausnutzen zu können, haben Heintzmann & Dreyer in Bochum auf dem Bette  $F$  (Fig. 88 und 89) zwei

um Zapfen *M* drehbare Tische *A* mit je einer besonderen Teilvorrichtung angeordnet. Da der Tisch nicht verschoben werden kann,

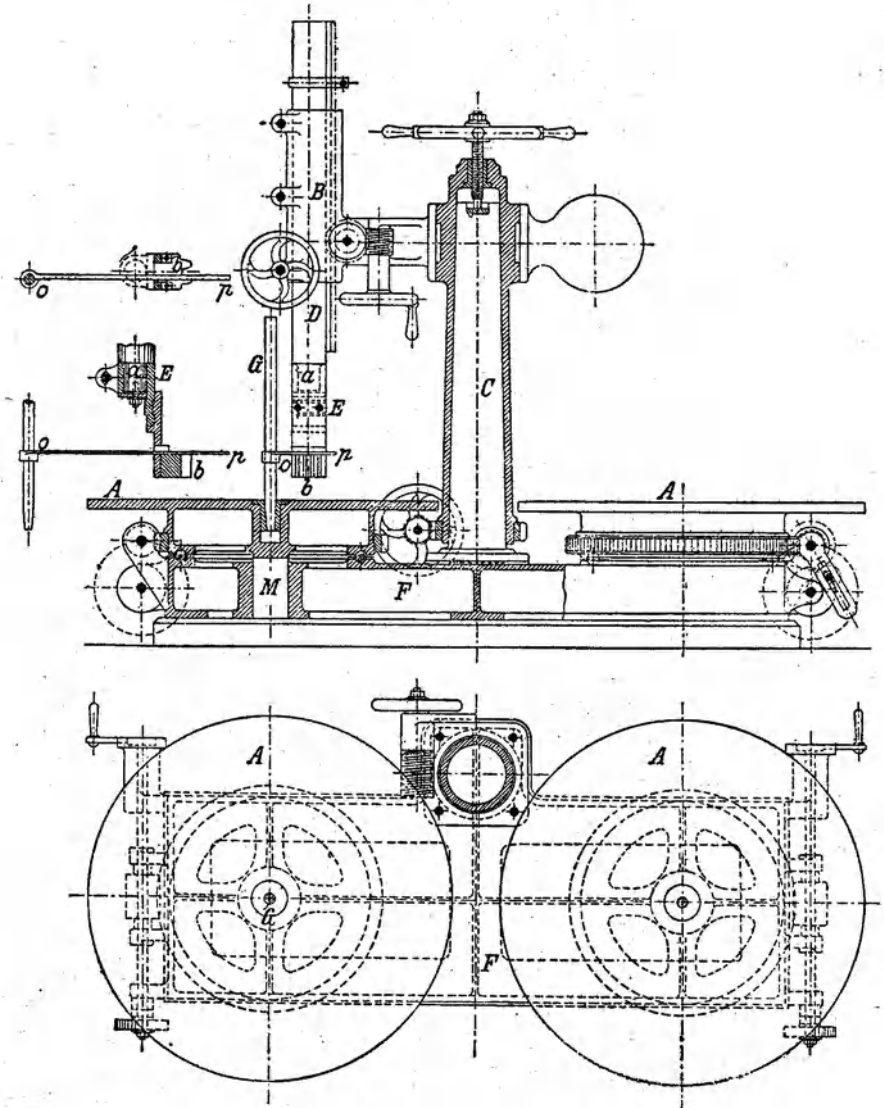


Fig. 88 u. 89.

mufs die Regelung des Durchmessers auf andere Weise erfolgen und geschieht durch Drehen des den Schlitten *D* in Büchse *B* führenden Auslegers mit seiner Säule um den kegelförmigen, auf dem Bette *F*

befestigten Zapfen *C*; da infolgedessen auch das Modell drehbar sein muß, ist der Modellträger *E* um den Zapfen *a* beweglich, wie aus den Nebenfiguren zu ersehen ist. Zur Bestimmung des richtigen Radhalbmessers dient ein an dem Bolzen *G* befestigter Maßstab *op*. Während auf dem einen Tische die Zahnücken eingeformt werden, kann man auf dem anderen mittels einer um den Bolzen *G* drehbaren Lehre die Rohform ausschneiden.

#### 4. Schablonenformerei.

Wie auf Seite 26 bereits erörtert wurde, können zahlreiche gesetzmäßig gestaltete Körper durch Fortbewegen von Schablonen (Lehren) an Leitlinien erzeugt werden. In Anwendung auf die Herstellung der Gufsformen erfolgt die Bildung der Hohlkörper mit den meist im Kreise bewegten Schablonen durch Herausschneiden aus dem Formmaterial, sei dieses Sand, Masse oder Lehm. Das Verfahren ist schwieriger und zeitraubender als das Einformen über Modelle, so daß es mit Vorteil nur dort angewendet wird, wo die Kosten eines teuren Modelles für die Erzeugung einer nur kleinen Anzahl von Abgüssen erspart werden sollen; häufig abzugießende Gegenstände formt man dagegen billiger über Modelle. Weiter ist die Schablonenformerei dort am Platze, wo sie größere Genauigkeit erzielen läßt als die Anwendung großer und infolgedessen leichter sich verändernder Modelle.

Die Schablonenformerei ist zwar schon sehr alt; denn sie wurde von den Glockengießern von jeher geübt; der Formstoff war jedoch ausnahmslos Lehm. Erst in der Neuzeit benutzt man sie auch zur Erzeugung von Sand- und Masseformen, sowohl im Herde als im Kasten.

Zur Führung der Schablone bedient man sich des um eine senkrechte Welle, die Spindel oder Schablonenstange *b* (Fig. 90), drehbaren, Schablonenhalter oder Schere genannten Armes *c*; die Spindel steckt in einem konisch ausgedrehten Spurlager, dem Spindelstocke

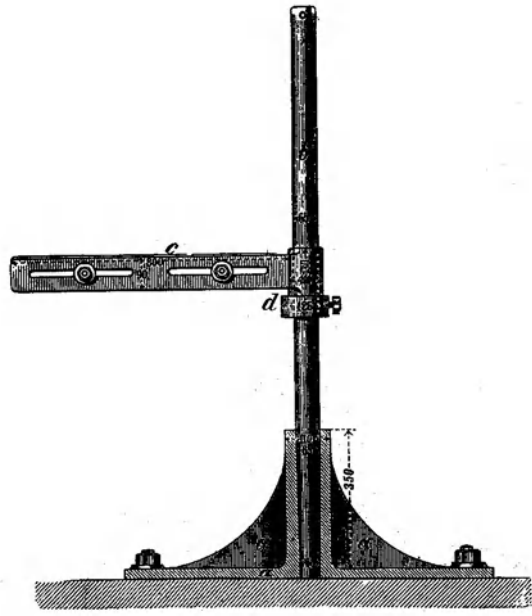


Fig. 90.

oder dem Schablonenkreuze *c*. Die Höhenlage des Schablonenarmes wird durch einen Stellring *d* oder durch Keil (Fig. 91) bzw. Preßschraube in der Nabe des Schablonenhalters bewirkt. In ersterem Falle dreht sich der Arm um die Spindel, in letzterem die Spindel mit dem Arm in ihrem Spurlager. Die Löcher in der Schere sind schlitzartig gestaltet, um eine Verschiebung der mittels Schrauben zu befestigenden Schablone in radialer Richtung zu erlauben.

Die Schablone selbst ist an der Arbeitskante zugeschärft und wird für häufigen Gebrauch mit Bandeisen belegt.

Bei der Arbeit in Sand bewegt man die Schablone zum Ausschneiden in der Richtung der scharfen Kante, beim Arbeiten in Lehm in der Richtung der Abschrägung, um damit den Lehm auf der Formoberfläche glattzustreichen.

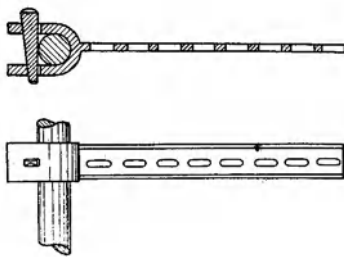


Fig. 91.

Sind in den Formen Kerne regelmäßig zu verteilen, wie z. B. in solchen für Räder, Riemenscheiben usw., so bedarf man noch einer gußeisernen Teilscheibe, deren Teilung in Halbe bis Zehntel von einem gemeinschaftlichen Nullpunkte ausgeht; an jedem Teilstriche befindet sich ein radial

stehender Schlitz zum Einsetzen eines Holzes, und dieses dient als Anschlag für das Richtscheit beim Markieren von Radien, wozu man die Teilscheibe mit ihrer Nabe über die Spindel schiebt und auf die Form legt. Mit einer Meßlatte werden auf den Radien Längen abgetragen und somit die Stellung der Kerne genau festgelegt.

#### α. Formen im Herde.

Handelt es sich nur um die Herstellung offener Formen, so hat man den Herd um die Spindel festzustampfen und den Sand mit der Schablone auszuschneiden; dann entfernt man die Schere, zieht die Spindel aus dem Lager, verschliefst dieses, dämmt das Loch im Herde

mit Sand zu und kann nun die Form zum Abgießen fertigstellen.

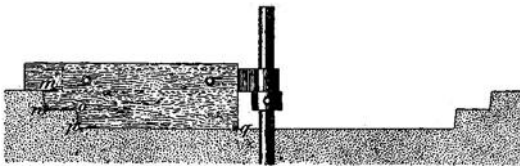


Fig. 92.

Soll dagegen verdeckter Herdgufs hergestellt werden, z. B. ein Schwungrad, so schneidet man zunächst den sehr festgestampften

Herd derart aus, daß er als Modell zum Aufstampfen des Oberkastens dienen kann, wie Fig. 92 zeigt, worin *pq* die Trennungsebene beider Formhälften, die Kegelflächen *mn* und *op* aber das sogenannte „Schloß“, d. h. diejenigen Stellen bilden, welche die gegenseitige Lage der



Formteile zu einander bestimmen und sichern. Nachdem in den Herd das Modell des Armsternes, welches aus Holz oder billiger aus getrockneten Massekernen bestehen kann, eingelegt ist, wird, wie Fig. 93 dargestellt, der durch Pföcke an seinen Ecken festgelegte Oberkasten aufgestampft. Hierauf schneidet man aus dem wieder aufgegrabenen, mit frischem Sande gefüllten und weniger fest



Fig. 93.

aufgestampften Herde (die Fläche *mn* mit den auf ihr angebrachten Marken für die Stellung der Armmodelle muß selbstverständlich erhalten bleiben) nach Fig. 94 die Form für den Schwungring aus, klopft die Armmodelle an den gehörigen Stellen in den Sand ein, setzt den Nabenkern an seine Stelle und stellt die Form nach Wegnehmen der Armmodelle zum Abgießen fertig, wie sie Fig. 95 zeigt.

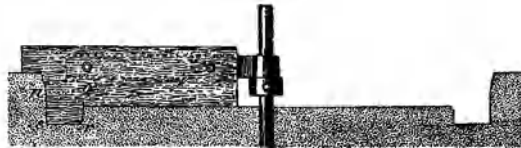


Fig. 94.

Ein schönes Beispiel für die Anwendung der Schablone bietet ferner eine neuerdings sehr verbreitete Art und

Weise der Herstellung von Riemenscheiben, welche durch die Figuren 96—98 erläutert wird und von der Akt.-Ges. Weilerbacher Hütte\*) herrührt. Man setzt den inneren Teil der Form aus der erforderlichen Anzahl Armkernen *kk* zusammen, deren Zwischenräume *zz* mit Sand ausgestampft und mittels der Schablone rund geformt werden. Die Außenwand der Form wird von dem ebenfalls schablonierten Lehmantel *ab* gebildet, welcher an anderem Orte auf dem mit Ösen versehenen Ringe *r* erzeugt wurde. Die Form wird

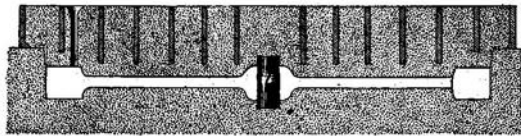


Fig. 95.

dann mit Lehmkernen abgedeckt, verstampft, beschwert und mit Eingufs versehen. Die Abmessungen der Kerne sind nach der Größe der Riemenscheibe abgestuft und entweder in Kernkästen gestampft oder auch in besonderen Formmaschinen erzeugt.

### β. Formen im Kasten.

Als Beispiel diene die Herstellung des Stahlringes für eine Erzwalze. Der Spindelstock ist auf einer Platte befestigt, die Spindel aber

\*) D.R.P. 88006.

geht durch eine Öffnung in der Sohlplatte des Unterkastens hindurch, wie Fig. 99 erkennen läßt. Auf der mit Masse fest aufgestampften glatten Oberfläche des Unterkastens wird zunächst der Oberkasten mit Eingufs und Steigtrichter hergerichtet und fertiggestellt; dann nimmt

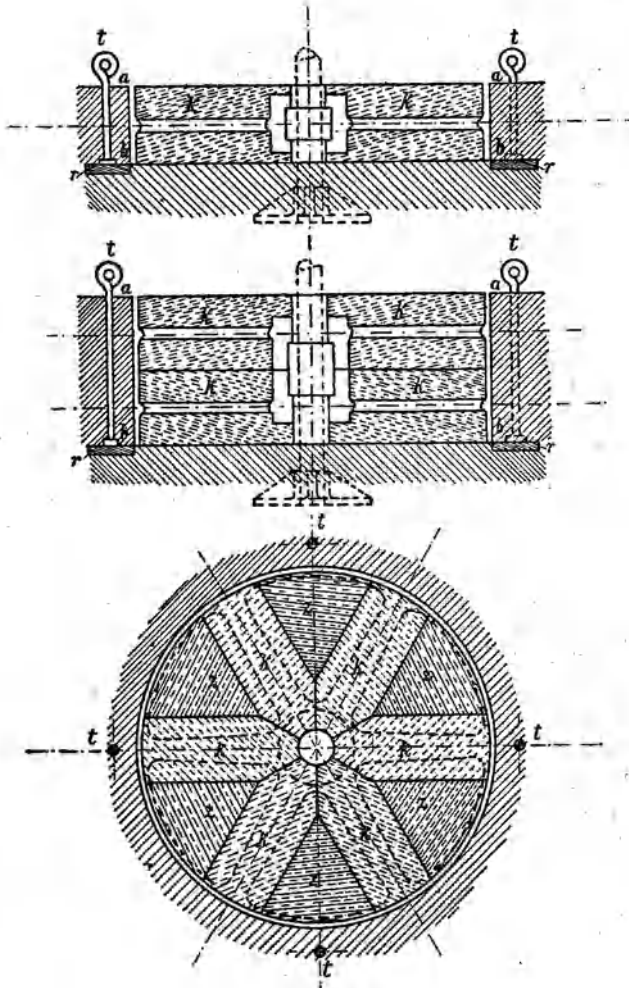


Fig. 96—98.

man ihn ab und schabloniert die cylindrische Innenfläche der Form nebst Schloß für den einzusetzenden Kern aus. Letzteren stellt man auf einer anderen Unterlage mit Spindelstock her (Fig. 100), indem man zuerst eine Führung für die Lehre in Lehm schabloniert. Nach gehörigem Trocknen und Schwärzen wird ein mit Hängeeisen versehenes Kerneisen aufgelegt, auf diesem aus Steinen der Kernkörper aufgebaut

und nun mit Hilfe der Schablone mit einer dünnen Schicht sehr fetter Masse überzogen. Nachdem sowohl der Kern wie die Kastenform getrocknet, geschwärzt und geglättet sind, baut man sie zusammen, setzt den Oberkasten auf, verankert ihn mit dem Unterkasten und kann nun zum Abgießen der fertigen Form (Fig. 101) schreiten.

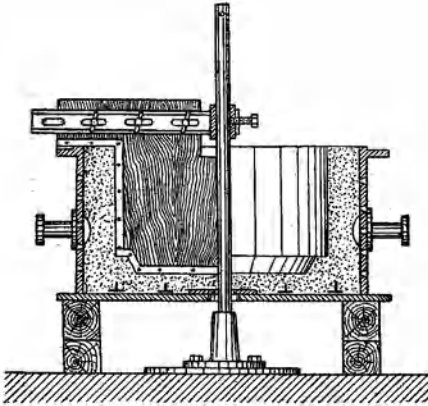


Fig. 99.

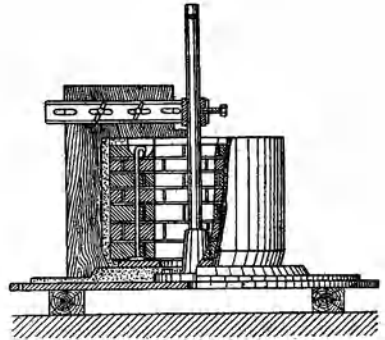


Fig. 100.

Ein in großen Mengen herzustellendes Erzeugnis der Schablonenformerei im Kasten sind die Weichwalzen für Metallwalzwerke. Man formt sowohl in Masse als in Lehm. Der Kasten hat cylindrische oder sechsseitig-prismatische Gestalt und ist an den beiden Kopfseiten mit Zapfen versehen, die ebenso wie der Kasten selbst durch eine achsiale Ebene geteilt und zu Lagern ausgebildet sind, so daß eine Schablonenspindel in ihnen sicher gelagert und mittels einer Kurbel gedreht werden kann. Beim Einformen liegt jede Kastenhälfte wagrecht auf zwei Böcken und wird so weit mit Masse ausgestampft, daß die Schablone durch Abschaben von Formstoff die Formoberfläche ausbildet. Wird in Lehm geformt, so setzt man die Kasten zunächst so weit mit Lehmsteinen aus, daß zwischen diesen und der von der Schablone beschriebenen Fläche noch Raum zum Auftrag einer Lehmschicht bleibt, welche mit jener aufgestrichen und geglättet wird. Nach erfolgtem Verputzen der Masseform mit der Truffel, Trocknen und Schwärzen werden die Kastenhälften zusammengelegt und zum Abgießen aufrecht in die Dammgrube gestellt.

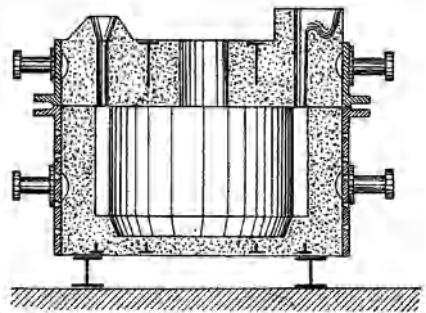


Fig. 101.

### γ. Herstellung freier Formen.

Unter freien Formen versteht man solche, die ohne einen umhüllenden Kasten frei aufgebaut, teils mit Schablone, teils ohne solche aus freier Hand nach Zeichnung hergestellt werden.

Diese älteste Art der Schablonenformerei bedient sich stets des Lehmes, welchen man zur Beschleunigung des Trocknens häufig z. T.

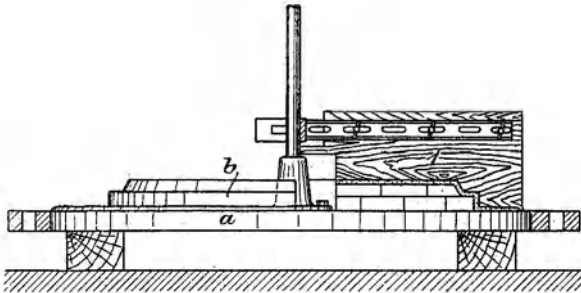


Fig. 102.

in der Trockenkammer, in deren Fußboden und Decke dann die Lager für die Spindel genau senkrecht übereinander angebracht sind. Neben dem oberen Lager befindet sich eine Öffnung in der Decke, welche

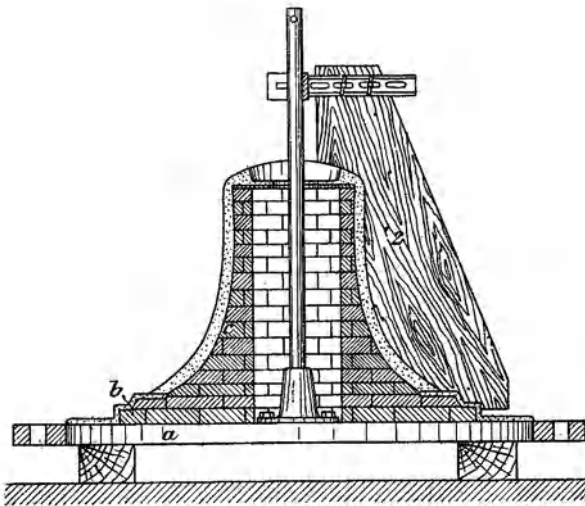


Fig. 103.

durch Lehm- oder Backsteine ersetzt. Die aus diesen aufgemauerten Formteile werden dann nur mit einer dünnen Lehmschicht überzogen. Um das Bewegen der meist schweren Formen zu vermeiden, formt man nicht selten

das Ausziehen der Spindel aus der Form ermöglicht. Die Befestigung der Schablone erfolgt ebenfalls mit eisernen Armen.

Die Lehmformen (meist für Hohlkörper bestimmt) können nach zwei Verfahren hergestellt werden. Nach dem ersten formt man zunächst den Kern, trocknet und schwärzt denselben, trägt dann eine Lehmschicht

auf, welcher mit einer der Außenseite des Gufsstückes entsprechenden Schablone abgedreht wird, trocknet und schwärzt von neuem und formt darüber den Mantel, welcher, da er abgehoben, gegen das Treiben gesichert und unter Umständen auch geteilt werden muß, mit einer Rüstung aus Eisenstäben versehen wird. Ist auch dieser getrocknet,

so hebt man ihn ab, nachdem er vorher, wenn nötig, geteilt worden ist; man zerschlägt und entfernt die über dem Kerne liegende Lehm-  
schicht, die falsche Metallstärke oder das Hemde, welche mit dem herzustellenden Gegenstand in Form und Gröfse vollkommen übereinstimmt. Wird dann der Mantel genau in der vorher innegehabten Lage wieder über den Kern gesetzt, so bildet der Hohlraum zwischen ihnen die Form.

Nach der anderen Arbeitsweise, bei welcher das Auftragen und Trocknen des Hemdes erspart wird, stellt man Kern und Mantel unabhängig voneinander her und setzt sie zusammen. Die genaue Innehaltung der Abmessungen ist in letzterem Falle schwieriger als in ersterem, aber die Ersparnis an Zeit und Arbeit ist so bedeutend, dafs man häufig so verfährt; da hierbei auch die Teilung des Mantels wegfällt, so werden die bei Anwendung des ersteren Verfahrens stets entstehenden Gufsnähte vermieden; es ist aber selbstverständlich nur da anwendbar, wo ein Zusammen-  
setzen der Form bei ungeteiltem Mantel möglich ist.

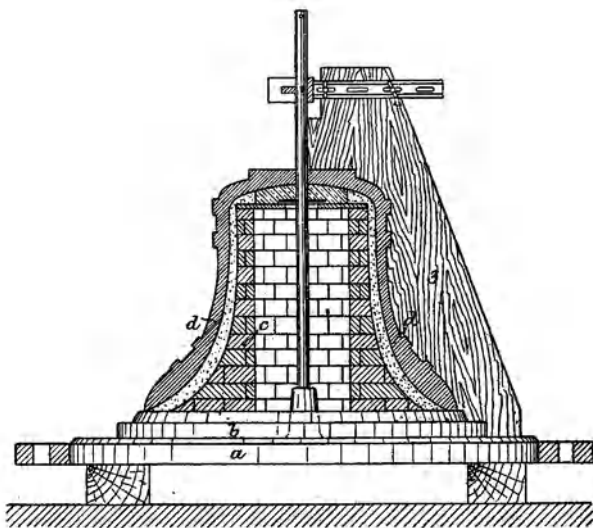


Fig. 104.

Als Beispiel für das erste Verfahren ist die Herstellung der Form einer Glocke in den Figuren 102—105 dargestellt. Die ganze Form baut sich auf einer Grundplatte *a* auf, mit welcher sie fortbewegt werden kann. Zuerst wird auf dieser aus zwei Schichten Lehm- oder Backsteinen und einer mit der Schablone 1 aufgetragenen Lehm-  
schicht das Fundament *b* hergestellt und getrocknet, welches eine genau wagerechte Unterlage der Form und die Führung für die folgenden Schablonen abgiebt; gleichzeitig bildet es mit der schmalen Kegelfläche die Führung (das Schlofs) für den Mantel.

Auf dem Fundamente wird hierauf aus Steinen mit Lehm als Bindemittel unter Benutzung der Schablone 2 der Kern aufgemauert und mit mehreren Schichten aus zunächst gröberem Lehm, dann aus ganz feinem, magerem Schlichtlehm überzogen. Jede Schicht wird für sich getrocknet, weil ein Trocknen der ganzen, verhältnismäfsig dicken Lehm-

schicht eine zu starke Veränderung der Abmessungen zur Folge haben würde. Die letzte Lehmschicht glättet man noch durch Überstreichen mit einer aus feiner Asche und Wasser hergestellten Schwärze, die zugleich ein Anhaften der folgenden Lehmschicht verhindert.

Über den Kern trägt man hierauf mittels der Schablone 3 abermals mehrere Lehmschichten auf, von denen die letzte wie die entsprechende Schicht des Kernes gleichfalls aus ganz feinem Lehm bestehen muß, damit sie die Erzeugung einer ganz glatten Oberfläche gestattet. Der jetzt aufgetragene Lehmkörper ist eine genaue Nachbildung (das Modell) des Glockenkörpers, das Hemde oder die falsche Metallstärke *d*.

Die erforderliche Glätte der Oberfläche erzielt man durch Überstreichen mit einem Schmalze aus Talg und Wachs unter Anwendung

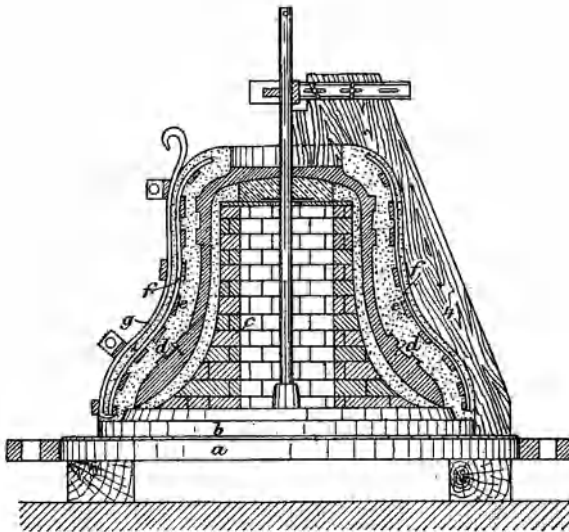


Fig. 105.

der Schablone. Auf dieser Wachsschicht werden die aus einer gleichen, aber wachsreicheren Masse bestehenden Verzierungen, Schriften u. s. w., die in besonderen Gipsformen durch Gießen erzeugt wurden, aufgeklebt.

Über dem Hemde formt man dann in gleicher Weise den Mantel *e* (Fig. 105). Behufs genauer Wiedergabe der Verzierungen und der glatten Oberfläche des Hemdes wird die

erste Schicht aus einem ganz feinen, mit Formsand sehr mager gemachten und mit fein durchgeseibtem Pferdedünger stark versetzten breiartigen Lehm (Zierlehm) gebildet durch Aufstreichen mit einem Pinsel, wobei alle Vertiefungen in den Verzierungen und zwischen den Buchstaben der Schrift sorgfältig gefüllt werden müssen. Ist diese Schicht angetrocknet, so trägt man eine Schicht mageren Lehm mit der Hand auf und trocknet diese, wobei die Wachsmasse schmilzt, vom Lehm aufgesogen wird und die Verzierungen u. s. w. als Hohlraum zurückläßt. Hierüber trägt man, nach erfolgtem Trocknen jeder einzelnen, mehrere Schichten fetten Lehm, dem durch reichlichen Zusatz von Heede und Kälberhaaren große Festigkeit verliehen ist, und drückt in die oberste eine Rüstung *f* aus zahlreichen, teils ringsum, teils von oben nach unten verlaufenden Eisenstäben ein, die wieder mit neuen Lehmschichten überdeckt wird. Diese Rüstung giebt dem Mantel den

erforderlichen Halt, damit er ohne Gefahr abgehoben und fortbewegt werden kann. Zum Erfassen erhält der getrocknete Mantel eine zweite Rüstung  $g$  aus oben aufliegenden Stäben, von denen die aufwärts gerichteten am oberen Ende mit Haken versehen und am unteren so umgebogen sind, daß sie die innere Rüstung  $f$  umfassen.

Die Form der Krone oder des Henkels wird für sich gefertigt und später in die dafür bestimmte Öffnung des Mantels eingefügt.

Man hebt nun den Mantel ab, was bei der nach oben stark verjüngten Gestalt der Glocke und infolge Wegschmelzens der Verzierungen u. s. w. leicht von statten geht, bessert ihn, der am Krane hängt, von unten her aus und trocknet ihn nochmals scharf.

Inzwischen wird das Hemd zerschlagen und entfernt, der Kern, wo erforderlich, nochmals ausgebessert und getrocknet, das Hängeeisen für den Klöppel in den Kern eingelassen, der Mantel darüber- und die Henkelform aufgesetzt, die ganze Form in die Dammgrube gebracht und dort durch Eindämmen in Sand für das Abgießen vorbereitet.

## C. Das Schmelzen und Gießen.

### a. Das Gattieren des Eisens.

Abgesehen von der Verwendung erzeugungsflüssigen Eisens zum Gießen unmittelbar aus dem Hochofen ist es in der Regel notwendig, Gattierungen (Mischungen) aus mehreren Roheisensorten herzustellen um ein Eisen zu erhalten, welches den jeweiligen Ansprüchen, die mit den Verwendungszwecken der Gufsstücke stark wechseln, Genüge leistet. Einen weiteren Grund für das Gattieren bildet die Preisfrage, die Notwendigkeit, neben gutem aber teurerem Roheisen auch billige Marken und Brucheisen in möglichst großer Menge zu verwenden.

Ist der Eisengießfer sich darüber klar, welche Zusammensetzung das Eisen für den jeweiligen Verwendungszweck haben soll, so ist es ihm natürlich ein Leichtes, auf Grund der Analysen seiner Eisenvorräte die Mengen zu berechnen, welche er von den verschiedenen Sorten zu nehmen hat. Trotzdem möge eine kurze Erörterung über den Einfluß der für die Gattierung vornehmlich in Frage kommenden Bestandteile des Eisens gestattet sein.

Kohlenstoff und Schwefel können außer Betracht bleiben, ersterer, weil er in jedem bei regelmäßigen Ofengänge gefallenen Eisen in ausreichender Menge enthalten ist und, wenn wirklich einmal erhebliche Abweichungen vorkommen sollten, durch das Umschmelzen die Menge sich von selbst regelt, entweder durch Wegbrennen eines Überschusses oder durch Aufnahme aus dem Brennstoffe bei Mindergehalt; letzterer darf im Gießereiroheisen aber nur in so kleinen Mengen auftreten, daß die Mitverwendung schwefelreichen Eisens von vornherein ausgeschlossen ist.

Die zulässige Menge des Phosphors bewegt sich in ziemlich engen Grenzen. Wird von den Gufswaren große Festigkeit und Zähig-

keit verlangt, so wird nur phosphorarmes Eisen, Hämatiteisen, vergossen werden dürfen; sind die Ansprüche an die erwähnten Eigenschaften sehr gering, so wird die Verwendung phosphorreichen Eisens erlaubt sein. In den weitaus meisten Fällen aber wird der zulässige Phosphorgehalt ein mittlerer sein und zwischen 0,5—1 % betragen dürfen. Dann ist es angezeigt zu untersuchen, ob vorteilhafter ein entsprechendes Roheisen zu kaufen ist, oder ob es sich empfiehlt, den Phosphorgehalt durch Mischen eines billigen, phosphorreichen Eisens mit Hämatiteisen auf die zulässige Höhe zu bringen. In sehr vielen Fällen wird letzteres zutreffen.

Den Phosphorgehalt des Brucheisens analytisch festzustellen, ist nicht angängig; man ist in dieser Beziehung, soweit es nicht dem eigenen Betrieb entstammt, auf Annahmen beschränkt, für welche jedoch die Art der Gufswaren, von denen die Bruchstücke herrühren, ziemlich hinreichenden Anhalt bietet.

Dem Mangan wird man Aufmerksamkeit nur insoweit zuwenden müssen, als daran zu reiche Eisensorten von der Verwendung auszuschließen sind. Da seine Anwesenheit nicht zu den Bedingungen für die Güte der Gufswaren gehört, darf der Gehalt ohne erheblichen Schaden auch ziemlich weit sinken.

Den wichtigsten Bestandteil der Gattierung bildet sowohl wegen seines tiefgehenden Einflusses auf die Beschaffenheit der Gufswaren als wegen des Preises das Silicium. Durch eingehende Untersuchungen von F. Wüst ist an Gufsstücken nach Verwendung, Abmessungen und Gewicht sehr verschiedener Art der Bedarf an Silicium festgestellt worden, welcher die erforderliche Weichheit und Bearbeitungsfähigkeit gewährleistet. Danach sollen Gufsstücke verschiedener Stärke nachstehenden Siliciumgehalt haben:

Wandstärke der Gufswaren	Siliciumgehalt.
weniger als 10 mm,	2,5—2,3 %,
10—20 "	2,3—2,1 "
20—30 "	2,1—1,9 "
30—40 "	1,9—1,7 "
40 oder mehr "	1,7—1,5 "

Äußere Umstände, welche die Graphitbildung erschweren, wie die Verwendung nasser Gufsformen, geben Anlaß, sich mehr an die oberen, günstige Einflüsse, wie sie trockene Formen und großes Gewicht des Gufsstückes ausüben, raten, sich mehr an die unteren Grenzzahlen zu halten. Dabei ist vorausgesetzt, daß der Mangangehalt nicht erheblich über 0,8 % steigt, andernfalls er die Graphitbildung merklich hindert, also härtend wirkt. Wegen des Abbrandes beim Schmelzen sind dem Einsatz in den Schmelzofen etwa um 15 % höhere Siliciumgehalte zu geben.

Der Siliciumgehalt des Roheisens ist selbstverständlich durch chemische Analyse festzustellen, nicht aber, wie leider noch vielfach



üblich, nach dem Bruchaussehen einzuschätzen. Den Siliciumgehalt des Brucheisens wird man freilich nur schätzungsweise bestimmen können, doch bietet hier das Aussehen insofern einen wenigstens in vielen Fällen ausreichenden Anhalt, als bei normaler Beschaffenheit aus der Wandstärke auf eine der oben gegebenen Tabelle entsprechende Siliciummenge geschlossen werden darf.

Für die Herstellung besonders widerstandsfähiger Gufsstücke empfiehlt es sich nach den Ergebnissen der Schmelzversuche von Jüngst, Mischungen aus Weifseisen und Siliciumeisen oder auch aus Hämatiteisen, Schmiedeeisenabfällen und Siliciumeisen zu verwenden.

Für die Berechnung einer Gattierung mit dem richtigen Siliciumgehalte mögen nachstehende Beispiele als Anhalt dienen:

Sollen Handelsgußwaren von geringer Wandstärke, wie Öfen oder Töpfe, erzeugt werden, so werden diese nicht unter 2,5 % Silicium enthalten dürfen; da beim Schmelzen etwa 15 % des Siliciums oxydiert werden, so wird das einzuschmelzende Eisen  $2,5 + 2,5 \cdot 0,15 = 2,88$  % Silicium enthalten müssen. Zur Verfügung stehen Trichter und Bruch-eisen vom eigenen Betriebe mit 2,5 % und Roheisen mit 3,5 % Silicium. Dann sind von beiden erforderlichlich:

$x$  kg Roheisen mit 3,5 % Si +  $(100-x)$  kg Brucheseisen mit 2,5 % Si,  
welche ergeben 100 kg Gattierung mit 2,88 % Si.

$$x \cdot 3,5 + (100 - x) 2,5 = 100 \cdot 2,88$$

$$x = 38 \text{ kg Roheisen; } 100 - x = 62 \text{ kg Brucheseisen.}$$

Oder: Herzustellen ist Maschinenguß von 25 mm Wandstärke; dieser muß enthalten rund 2 % Silicium, die Gattierung aber  $1,15 \cdot 2 = 2,3$  % Silicium. Das Roheisen enthalte 3,0 % Silicium; das grobe Brucheseisen von Maschinenguß normaler Beschaffenheit kann zu 1,6 % Silicium angenommen werden. Dann ist zu setzen:

$x$  kg Roheisen mit 3,0 % Si und  $(100-x)$  kg Brucheseisen mit 1,6 % Si,  
welche liefern 100 kg Mischung mit 2,3 % Si.

$$x \cdot 3,0 + (100 - x) 1,6 = 100 \cdot 2,3$$

$$x = 50 \text{ kg Roheisen; } 100 - x = 50 \text{ kg Brucheseisen.}$$

### b. Das Schmelzen.

Zum Schmelzen sind, je nach der Größe der Güsse und dem chemischen Verhalten der Metalle, verschiedene Vorrichtungen in Gebrauch. Sollen chemische Veränderungen möglichst verhindert werden, so benutzt man Gefäßöfen, anderenfalls direkt wirkende Öfen, in denen die oxydierenden Feuergase mit dem Schmelzgut in unmittelbare Berührung treten.

Je nach der Schmelztemperatur kommen als Schmelzgefäße eiserne Kessel oder Tiegel aus feuerfestem Thon zur Anwendung. Die direkt wirkenden Schmelzöfen sind entweder Herdflammenöfen, in denen wegen der über die ganze Schmelzdauer sich erstreckenden Wechselwirkung zwischen Feuergasen und Metall die chemische Veränderung des Einsatzes besonders groß ist, oder Kupolöfen, das

sind Schachtöfen, in welchen das Metall nur bis zum Schmelzen im Strome der Feuergase verweilt, dann aber durch die Lage des Sammelraumes und eine Schlackendecke vor deren Einwirkung geschützt ist. In den Flammöfen erleidet demnach das Metall die größte Veränderung, weswegen man sie nur dort anwendet, wo es nicht zu umgehen ist, oder wo die chemische Zusammensetzung des Metallbades beeinflusst werden soll. In der Metallgießerei ist der Tiegelofen, in der Eisen gießerei der Kupolofen die verbreitetste Schmelzvorrichtung.

### 1. Schmelzen im Kessel.

Eiserne Kessel können als Schmelzgefäße nur für solche Metalle von niedriger Schmelztemperatur dienen, welche sich nicht mit Eisen legieren (Blei, Zinn, Antimon und ihre Legierungen); Zink bildet mit Eisen das ziemlich wertlose Hartzink, greift also die Kesselwand allmählich an und wird deshalb besser in Tiegeln geschmolzen. Die Beheizung der Kessel erfolgt mit flammenden Brennstoffen (Braun- und Steinkohlen, Holz) von einer unter dem Boden gelegenen Feuerung aus.

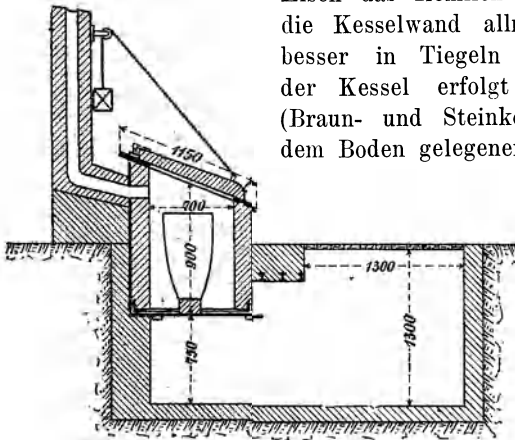


Fig. 106.

Die Entnahme des verflüssigten Metalles geschieht entweder durch Abschöpfen mit Löffeln oder durch Abstechen, wozu der Kessel am Boden eine seitwärts gerichtete Abflußröhre besitzen muß. Wegen der besseren Haltbarkeit der Kessel ohne derartige Ansätze ist das Ausschöpfen am üblichsten. Zum Schutze gegen

Oxydation und zu große Wärmeverluste an der freien Oberfläche bedeckt man das Metallbad entweder mit Holzkohlenlöschchen oder schließt den Kessel mit einem an Ketten hängenden und mit Hilfe von Gegengewichten leicht hochzuhebenden Blechdeckel.

### 2. Schmelzen im Tiegel.

Die Schmelztiegel werden aus dem besten feuerfesten Thon und mehr oder weniger Magerungsmittel hergestellt, als welches neben Schamotte (oft in Gestalt gemahlener Tiegelscherben) besonders Grafit verwendet wird. Die Menge des letzteren schwankt zwischen 5 und 50 %; kleine Zusätze von Grafit zur Masse der Thontiegel haben hauptsächlich den Zweck, den Tiegelinhalt vor der oxydierenden Wirkung etwa durch die porigen Wände dringender Feuergase zu schützen; größere Mengen erhöhen dagegen wegen der Unschmelzbarkeit des Grafites die Feuerbeständigkeit sehr; solche Tiegel heißen Grafittiegel.

Die Herstellung der Tiegel erfolgt entweder durch Drehen auf der Töpferscheibe oder durch Pressen auf der Tiegelpresse und sehr all-

mähliches Trocknen. Vor dem Gebrauche sind die Tiegel gut anzuwärmen, weil sie bei plötzlichem Erhitzen leicht reissen. Ihre Dauer hängt wesentlich von der Behandlung ab. Plötzliche Temperaturwechsel, wie sie das Ausheben aus dem Ofen zum Giefsen mit sich bringt, das Anfassen und Heben der gefüllten, glühenden Tiegel mit Zangen und der Angriff schmelzender Brennstoffaschen tragen viel zum raschen Verschleifs bei. Die neueren Öfen, in denen die Tiegel feststehen und die zum Giefsen mit dem Tiegel gekippt werden, verdienen deshalb weitaus den Vorzug vor den älteren unbeweglichen Öfen mit auszuhebenden Tiegeln. Während gute Tiegel bei der letztgenannten Behandlung etwa 10mal zum Schmelzen von Legierungen dienen können, halten sie in Kippöfen bis zu 80 Hitzen aus.

Den Angriff der schmelzenden Brennstoffaschen kann man durch Verwendung ascheärmer Koks, des weitaus am meisten gebrauchten Brennstoffes, nur abmindern, nicht verhindern. Aschefreie Brennstoffe (flüssige und gasförmige) werden, da Leuchtgas noch zu hohen Preis hat, in Metallgiefsereien kaum angewendet; dagegen bedienen sich einige Giefsereien für Weichguß der Petroleumrückstände und die meisten Stahlgiefsereien der Generatorgase.

Die Tiegelöfen für festen Brennstoff sind Schachtöfen und können die Verbrennungsluft durch Schornsteine oder durch Gebläse zugeführt erhalten; sie zerfallen demnach in Zug- und Gebläseschachtöfen.

Zugtiegelöfen (Fig. 106), die verbreitetste Art, fassen in Metallgiefsereien meist nur einen, in Stahlgiefsereien vier, auch sechs Tiegel. Der Ofenschacht, welcher wegen des bequemen Aushebens der Tiegel zum Teil oder ganz unter die Hüttensohle hinabreicht, hat quadratischen oder kreisrunden Grundriß und so großen Durchmesser, daß zwischen Tiegel und Ofenwand mindestens 6—8 cm Raum für Brennstoff bleibt, und eine Höhe, die gestattet über den Tiegel noch Brennstoff zu schütten. Den Boden bildet ein Rost mit losen, behufs Reinigung leicht herauszuziehenden Stäben, auf dem unter Zwischenschaltung eines Schamottenuntersatzes, des Käses, der Tiegel steht. Der Fuchs liegt oberhalb des Tiegelrandes und führt in einen Schornstein. Am zweckmäfsigsten hat jeder Ofen seine eigene Esse; muß eine Esse mehrere Öfen bedienen, so sollte ihr Querschnitt nicht weniger als  $\frac{1}{4}$  vom Gesamtquerschnitte der Tiegelöfen betragen. Anderenfalls verzögert ungenügende Luftzufuhr das Schmelzen, was höheren Brennstoffaufwand zur Folge hat. Den Verschluss bildet ein Klappdeckel aus Schamotteplatten in Eisenrahmen. Die Luftzufuhr zum Aschenfall findet durch einen Gitterrost in der Hüttensohle statt. Fig. 106 stellt einen derartigen Ofen für einen Tiegel dar, in dem binnen 3 Stunden 300 kg Metall mit einem Aufwande von 27% guten westfälischen Schmelzkoks geschmolzen werden können.

Das Schmelzen erfolgt nun so, daß man den gefüllten, angewärmten und bedeckten Tiegel in einen bereits mit Feuer versehenen Ofen einsetzt und rings mit Brennstoff umgiebt. Ist der Ofen verschlossen, so

gerät bald die ganze Koksfüllung in lebhaftes Feuer und wird nach Bedarf ergänzt. Ist der Einsatz flüssig, so zieht man die neben dem Käse liegenden Roststäbe aus, läßt dadurch den Koksrest in den Aschenraum fallen und hebt nun den Tiegel mit einer ihn umfassenden Korbzange oder, wenn er leicht ist, mit einer einfacheren, ihn nur an einer Stelle der Wand fassenden Zange aus und setzt ihn in eine Gießgabel. Schwere Tiegel erfordern einen Kran zum Ausheben.

Die Gebläseschachtöfen für Tiegel haben im Gegensatze zu den seit Jahrhunderten in Gebrauch stehenden Zugtiegelöfen ein sehr geringes Alter. Ihre Verwendung empfiehlt sich wegen der bedeutenden Abkürzung der Schmelzdauer und, in der Ausführung als Kippöfen, wegen der großen Erleichterung der Arbeit sowie der längeren Dauer der Tiegel.

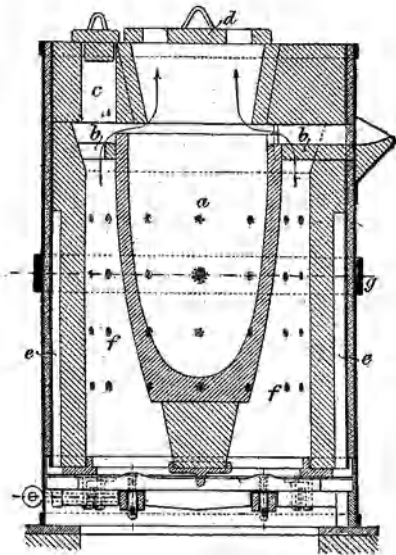


Fig. 107.

Der erste zweckmäßig eingerichtete, von Piat erfundene Kipptiegelofen hat denn auch infolge dieser Vorzüge in der von Baumann verbesserten Form in deutschen Metallgießereien schnell Verbreitung erlangt. Der Tiegel dieses Ofens dient, obgleich er wie gewöhnlich von dem brennenden Koks umgeben ist, nicht zum Schmelzen, sondern lediglich als Sammelraum für das flüssige Metall; das Schmelzen findet vielmehr in einem den Tiegel an Rauminhalt übertreffenden trichterförmigen Aufsatz statt, welchen die Feuergase durchstreichen müssen. Infolge der unmittelbaren Wärmeübertragung auf das im Aufsatz enthaltene Schmelzgut verläuft

das Schmelzen sehr rasch (150 kg in 25 Min.) und mit dem geringen Brennstoffaufwand von  $13\frac{1}{3}$  0/0.

Zum Schmelzen von Zink, also auch zur Herstellung zinkhaltiger Legierungen, eignet sich der Ofen wegen der stark oxydierenden Einwirkung der Feuergase auf den Einsatz nicht, aber beim Schmelzen bereits fertiger Legierungen beträgt der Abbrand während der kurzen Schmelzdauer doch nicht mehr als 2 0/0.

Einen weiteren Fortschritt bildet der Ofen von Rousseau, der in Deutschland in wenig veränderter Bauart von der Firma Basse & Selve in Altena hergestellt und verkauft wird. Er gestattet infolge der Möglichkeit, Brennstoff und Metall nachzusetzen, ohne den Ofen öffnen zu müssen, was die Wärmeverluste wesentlich vermindert, ein andauerndes Schmelzen bei geringem Koksverbrauche.

Das Wesentliche an diesem Ofen (Fig. 107) ist die Befestigung des

Tiegels *a* in seiner Stellung durch eine Ringplatte *b* mit drei Durchlässen für die Feuergase, welche ihn dicht unter dem oberen Rande umfaßt, die Ofendecke mit drei rechteckigen Öffnungen *c* zum Nachfüllen des Koks und einem gelochten mittleren Deckel *d* zum Nachsetzen des Schmelzgutes sowie die Zuführung des in dem Ringraum *e* vorgewärmten Windes durch zahlreiche Öffnungen *f* in der Ofenwand. Der ursprüng-

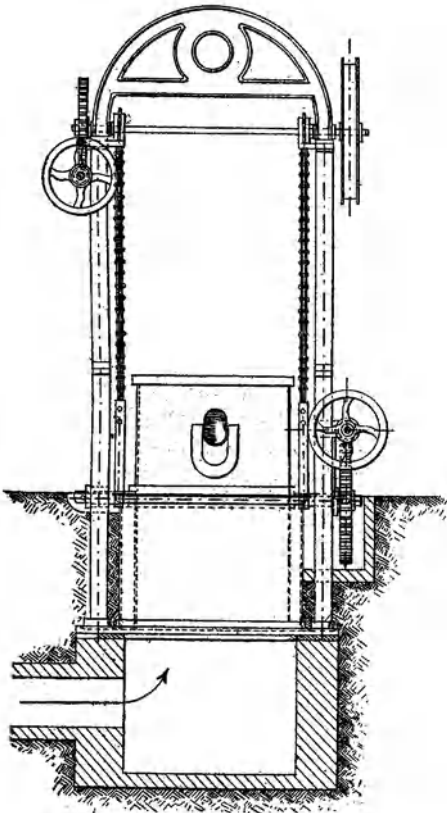


Fig. 108.

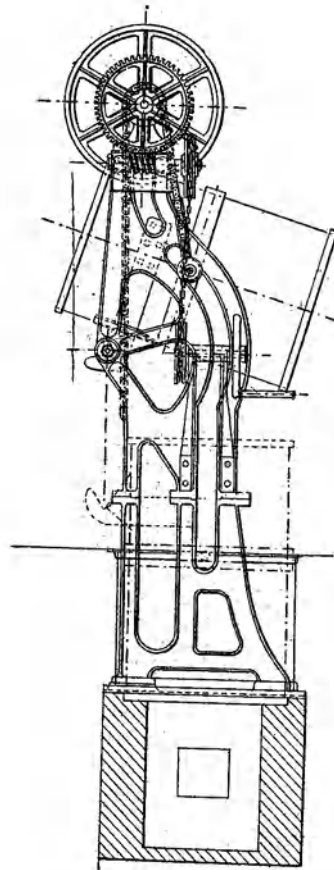


Fig. 109.

liche Ofen von Rousseau hat aufser der seitlichen noch eine Windzuführung von unten her, aber nicht durch einen Rost; denn der Ofen hat keinen solchen und ist durch Bodenplatten geschlossen, sondern durch ein ziemlich hoch über den Boden hinaufgehendes, oben verschlossenes, gleichzeitig als Käse dienendes Rohr mit seitlichen Öffnungen unter der Deckelkappe. Durch die Hochstellung des Tiegels wird unterhalb ein ziemlich großer Raum für Brennstoffasche und Schlacken geschaffen, die nun nicht mehr den Luftzutritt behindern

können. Das Schmelzen kann infolgedessen sehr viel länger ausgedehnt werden. Die Reinigung von Asche und Schlacken erfolgt nach Wegnahme der Bodenplatten in Kippstellung des Ofens. Dieser sitzt bis zum Schildzapfenring *g* in einer Grube mit seitlicher Windzuführung auf einer gußeisernen Ringplatte und wird mit Sand abgedichtet. Durch den in Fig. 108 u. 109 dargestellten Rädermechanismus wird der Ofen zum Ausgießen an Gelenkketten hochgehoben, wobei seine Schildzapfen in bogenförmigen Führungen so geleitet werden, daß der Ausguß beim Kippen stets an derselben Stelle bleibt, was das Auffangen des Metalles auch in engen Pfannen bezw. das Eingießen in die Trichter von Formen sehr erleichtert. In solchen Öfen sind ohne Unterbrechung bis zu

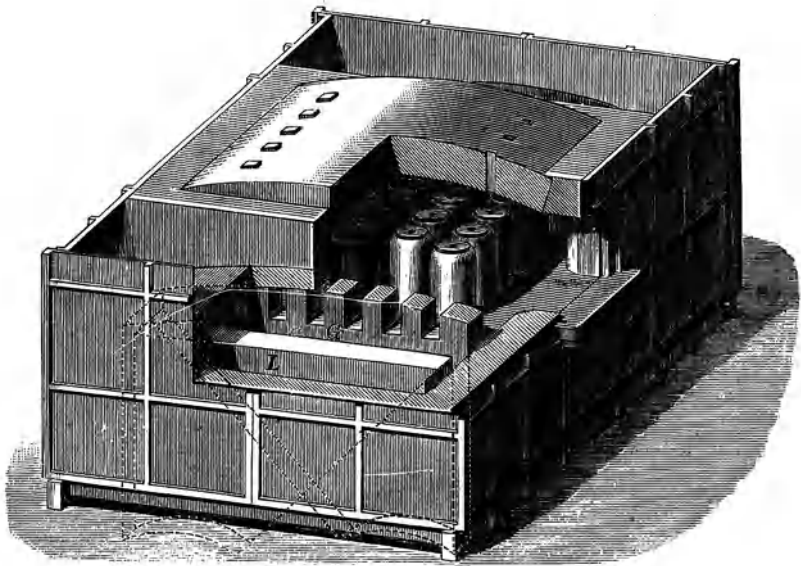


Fig. 110.

19 Schmelzungen von je 300 kg Gewicht, jede in 40 Minuten mit einem Koksverbrauche von 7,7 bis 13,4, im Durchschnitt 10,2 % von dem geschmolzenen Kupfer und Messing, möglich. Der Tiegel hält 60—80 Schmelzungen aus.

Die mit Gasfeuerung betriebenen Tiegelflamöfen werden meist unterhalb der Hüttensohle angeordnet. Sie bilden einen grabenähnlichen, durch Querwände in drei Abteilungen getrennten Raum, in dem die Tiegel in Gruppen zu je sechs in zwei Reihen Platz finden. Die Wärmespeicher liegen an den Längsseiten, zunächst der für Gas, außerhalb der für Luft. Die eiserne Herdplatte wird mit einer hohen Lage unschmelzbaren Quarzsandes bedeckt, und darauf stehen die Tiegel, je einer vor einer Gaseintrittsöffnung. Damit die Verbrennung möglichst rasch und nicht etwa erst im gegenüberliegenden Wärmespeicher

erfolge, mischt man Luft und Gas schon außerhalb des Ofens sorgfältigst, indem man beide Ströme senkrecht aufeinander stoßen läßt. Die Ströme werden nach dem Boden des Ofens hin geführt, damit die unteren Teile der Tiegel nicht zu kalt bleiben. Zur Abdeckung der Schmelzräume dient an Stelle der Schamotteplatten eine Anzahl von Gewölbbögen aus feuerfesten Steinen, die durch einen übergespannten schmiedeeisernen Bügel zusammengehalten werden.

Seit zwei Jahrzehnten sind viele oberirdische, von außen anderen Gasflämmöfen ganz ähnliche Tiegelöfen in Gebrauch, welche auf einem großen Herde 25—50 Tiegeln Platz bieten. In Fig. 110 ist ein solcher Ofen für 25 Tiegel abgebildet. Die Wärmespeicher sind wie gewöhnlich unter dem Ofen angeordnet, aber derart gruppiert, daß jede Kammer ein von den beiden Mittellinien abgetrenntes Viertel des Grundrisses einnimmt. Gas und Luft treten durch parallele, nach oben hin sich auf die ganze Breite des Ofens erweiternde Schlotte *L* und *G* in einen Mischraum, wo die Verbrennung beginnt, und gelangen dann durch die von sieben Öffnungen durchbrochene Feuerbrücke auf den mit Tiegeln besetzten Sandherd von 2,0 m Länge und 1,9 m Breite. In dem Gewölbe befinden sich über den beiden äußeren Tiegelreihen Öffnungen, durch welche Probestangen in die Tiegel eingeführt werden können.

Die äußerst anstrengende Arbeit des Aushebens aus unterirdischen Öfen wird durch Anwendung von zweiarmigen Hebeln sehr erleichtert. Diese hängen jeder an einer auf hochgelegener Schienenbahn laufenden Rolle, tragen an einem Ende eine Zugstange und am anderen eine Kette, in welche die Zange nach dem Erfassen des Tiegels eingehängt wird. Das Herausnehmen aus den oberirdischen Öfen erfolgt mit etwa 3 m langen, ähnlich aufgehängten Zangen.

Das Schmelzen verläuft in nachstehender Weise:

Die aus der Trockenkammer entnommenen Tiegel werden zunächst so sorgfältig gefüllt, daß zwischen den in Würfeln von 1—3 cm Seite oder in Plättchen gebrochenen Stahlstückchen möglichst kleine Zwischenräume bleiben; die Füllung wiegt 25—30 kg; kohlende Zuschläge kommen auf den Boden zu liegen, schlackenbildende werden über die Füllung gestreut. Dann setzt man sie mit dem Deckel verschlossen in einen Glühofen, der gewöhnlich ein durch Rostfeuerung beheizter Flammofen ist, erwärmt sie auf Rotglut und bringt sie dann möglichst rasch in den bereits hellglühenden Schmelzofen. Trotz stärksten Heizens nimmt das Einschmelzen 2—3 Stunden in Anspruch. Während des dem Schmelzen folgenden Zeitraumes vollziehen sich chemische Reaktionen im Tiegel, bezüglich welcher auf die Beschreibung der Tiegelstahlerzeugung in Teil II verwiesen werden muß; dabei wird durch Gasentwicklung die Schmelze ins Wallen gebracht. Ist der Stahl endlich ruhig geworden, so läßt man ihn noch  $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$  Stunde abstehen und schreitet dann zum Ausgießen, nachdem man sich vorher durch Eintauchen einer Stahlstange durch die Öffnung im Tiegeldeckel von der

Gare des Inhaltes überzeugt hat. Der abgebildete Ofen hat nur über den äußeren Tiegelreihen Probeöffnungen, da der Stahl in den inneren Reihen ganz sicher gar ist, wenn dasselbe in den der Abkühlung mehr ausgesetzten äußeren der Fall ist. Die Tiegel werden herausgenommen und, falls die Temperatur nicht zu hoch ist, sofort ausgegossen.

Der Brennstoffaufwand zum Stahlschmelzen beträgt bei Schachtofenbetrieb 250—300 kg Koks, bei Flammofenbetrieb 120—160 kg Steinkohle auf 100 kg Metall, im letzteren Fall also sehr erheblich weniger.

### 3. Schmelzen im Herdflammofen.

Im Herdflammofen ist das Metall während der ganzen Schmelzdauer der Einwirkung oxydierender Feuergase ausgesetzt; denn mit reduzierender Flamme wird häufig die erforderliche Temperatur nicht erreicht, beim Eisenschmelzen z. B. nie.

Die Zusammensetzung des Schmelzgutes verändert sich infolgedessen sehr erheblich, und zwar unterliegen diejenigen Bestandteile des Einsatzes am stärksten der Oxydation, welche die höchste Verbrennungswärme haben; das sind von den Gufsmetallen Zink und Zinn, im Roheisen Silicium und Mangan. Man wendet deshalb den Herdflammofen so wenig als möglich an, in der Metallgießerei z. B. nur dann, wenn die Größe des Gufsstückes den Fassungsraum mehrerer großer Tiegel überschreitet, und da so schwere Gufsstücke fast nur aus Bronze zu fertigen sind (Glocken, Bildsäulen), so wird auch fast nur Bronze im Flammofen geschmolzen. Zinklegierungen schmilzt man auch wegen der hohen Temperatur, die den Siedepunkt des Zinkes überschreitet, nicht im Flammofen. Der Zinnabbrand ist 2 bis  $2\frac{1}{2}$  mal so groß als der Kupferabgang; man schmilzt deshalb das Kupfer zuerst ein und setzt erst kurz vor dem Abstechen die erforderliche Zinnmenge zu.

Von den während des Schmelzens entstehenden Metalloxyden löst sich immer ein geringer Teil im Metallbade auf, so auch Kupferoxydul im Kupfer, welches überdies schon durch geringe Mengen Schwefelkupfer verunreinigt zu sein pflegt. Diese beiden Fremdstoffe wirken aufeinander, bilden Schwefeldioxyd, welches zu entweichen sucht, bei zähflüssiger Beschaffenheit des Bades aber daran gehindert wird und Blasen im Gufsstücke hervorrufft. Diese Gasbildung wird verhindert, wenn man für Zerstörung des Kupferoxydules durch Zusatz eines Stoffes von höherer Verbrennungswärme sorgt. In Anwendung kommen für Kupfer hauptsächlich Aluminium, Silicium und Phosphor, die letzteren beiden in Form von Kupferlegierungen. Sie werden kurz vor dem Gießen zugesetzt und durch Umrühren des Bades möglichst gleichmäßig darin verteilt.

In der Eisengießerei wird der Flammofen fast nur noch dann benutzt, wenn sehr widerstandsfähige Gufsstücke aus einem hellgrauen, verhältnismäßig siliciumarmen Roheisen herzustellen sind, also z. B. beim Gusse großer Dampfcylinder und beim Walzengusse, außerdem etwa noch behufs Verwertung sehr großer Gufsbruchstücke.



Die Herdflämmöfen für Gießereizwecke werden nach der Gestalt des Herdes in deutsche oder solche mit gestrecktem Herd und in englische oder Flämmöfen mit Sumpf eingeteilt. Der Herd der deutschen Flämmöfen bildet eine schiefe Ebene, deren tiefste Seite vor der Fuchsbrücke liegt. Das Eisen wird unmittelbar hinter der Feuerbrücke eingesetzt und sammelt sich vor der Fuchsbrücke an. Da die Tiefe des Eisenbades gering, die Oberfläche aber groß und überdies der Stichflamme ausgesetzt ist, so ergibt sich eine stärkere Oxydationswirkung der freien, Sauerstoff enthaltenden Verbrennungsgase als in einem Ofen mit vertieftem Herde, wie er in Fig. 111 abgebildet ist. *a* ist die Rostfeuerung (Gasfeuerungen finden des unterbrochenen Betriebes wegen nicht Anwendung), *b* die durch Luft gekühlte Feuerbrücke, *c* der Sumpf und *d* der vom Sammelraume getrennte Schmelzherd, auf welchem das Eisen aufgeschichtet wird. Um auch sehr große,

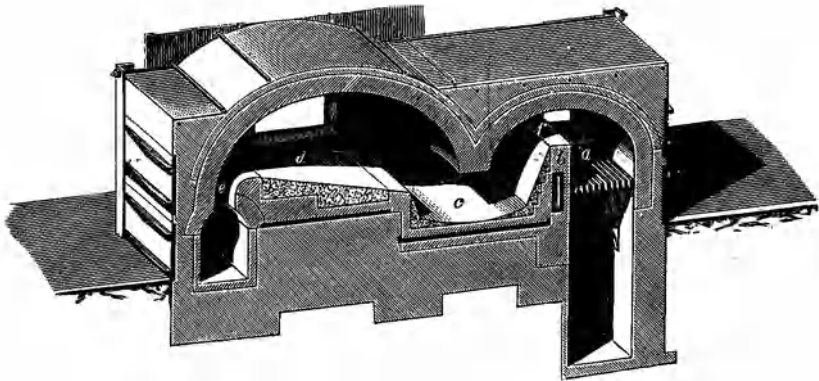


Fig. 111.

im Kupolofen nicht verwertbare Stücke, wie alte Geschütze, Teile von Walzen u. s. w. einschmelzen zu können, muß die Einsatzthür groß sein und das Gewölbe hoch liegen. Die Lage des Sumpfes unmittelbar hinter der Feuerbrücke und die Gestalt des an dieser Stelle weit herabgezogenen Gewölbes befördern das Warmhalten des flüssigen Eisens; auch die Oxydation ist an dieser Stelle weniger stark als vor dem Fuchs *e*. Trotzdem unterliegt das Eisen auch in Flämmöfen mit Sumpf einer stärkeren Veränderung als im Kupolofen; denn der Abgang beträgt 6—10 %; es wird ärmer an Silicium und Mangan, dadurch allerdings zäher und fester, aber auch zum Weißwerden geneigt und eignet sich nur zur Herstellung schwerer Gufsstücke, bei denen auf große Festigkeit und Zähigkeit Wert gelegt wird. Infolge des niedrigen Gasdruckes im Ofen ist die Gasaufnahme seitens des Eisens gering, und man erhält leichter dichte Güsse als von Eisen, das im Kupolofen geschmolzen ist.

In jedem Flämmofen soll die Temperatur auf allen Teilen des Herdes möglichst gleich hoch sein; das ist nur der Fall, wenn die Ge-

schwindigkeit der Gase mit der Entfernung von der Verbrennungsstelle, also auch mit der Abkühlung wächst, so daß jeder dem Fuchse näher liegende Querschnitt des Ofenkanales in der Zeiteinheit von einer größeren Menge weniger heißen Gases durchströmt wird. Das macht eine allmähliche Verengung des Ofens vom Flammloche nach dem Fuchse hin nötig. Dieser Forderung läßt sich aber bei Gießereiflammöfen nur sehr unvollkommen Rechnung tragen, da das Gewölbe sich gerade kurz vor dem Ende des Herdes, wo das Eisen aufgestapelt wird, stark erheben muß. Die Folge ist eine verhältnismäßig ungünstige Ausnutzung der Brennstoffe; auf 1 t einzuschmelzendes Eisen sind 0,250—0,8 t Steinkohlen zu rechnen, und zwar um so mehr, je kleiner der Einsatz ist, welcher im Mittel etwa 5 t beträgt.

Die wichtigeren Maße der Gießereiflammöfen bewegen sich zwischen nachstehenden Grenzen:

Herdfläche (H) auf 1 t Einsatz 0,5—0,6 qm bei großen, 0,8—1,0 qm bei kleinen Öfen; Herdlänge 3—4 m. Herdbreite: Herdlänge = 1 : 2 bis 2,75. Ganze Rostfläche  $R = 0,33 H$ . Freie Rostfläche =  $0,33—0,5 R$ ; Tiefe der Feuerung 0,4—0,6 m; Flammloch (0,4—0,7 m hoch) =  $0,5—0,7 R$ ; Fuchsquerschnitt 0,11—0,10 R; Schornsteinquerschnitt bei 18—25 m Höhe 0,05—0,1 qm.

Das Rauhgemäuer besteht in der Regel aus Backsteinen und wird mit Gußeisenplatten verankert; das feuerfeste Futter ist einen halben Stein stark. Der Herd wird von starken Herdplatten getragen und z. T. aus Masse aufgestampft.

Über den Betrieb eines solchen Ofens ist wenig zu sagen. Das Einsetzen erfolgt in der Regel vor dem Anheizen. Während des Schmelzens hat man nur das Feuer gehörig zu unterhalten; nach Beendigung desselben wird bei verschlossenen Thüren einige Zeit stark gefeuert, um das Eisen zu überhitzen, und dann kann zum Abstechen geschritten werden. Ein Schmelzen dauert 6—10 Stunden.

#### 4. Schmelzen im Schachtofen.

Die der Eisengießerei eigentümliche und weitaus am meisten in Anwendung stehende Schmelzvorrichtung ist ein Kupolofen genannter Schachtofen. Da seine Aufgabe ausschließlich in der Verflüssigung des Metalles, nicht aber in der Vollziehung chemischer Reaktionen besteht, so gilt es, den Heizwert des Koks, des fast allein in Anwendung kommenden Brennstoffes, durch Verbrennen zu Kohlendioxyd möglichst vollkommen auszunutzen. Die Erreichung dieses Zieles wird durch Verwendung sehr dichter Brennstoffe (also keiner Holzkohlen) und sehr gute Verteilung des Windes befördert.

Daß beim Umschmelzen nicht alle chemischen Vorgänge ausgeschlossen sind, wurde schon oben (S. 4) erörtert; das glühende und das flüssige, in den Herd tropfende Metall befindet sich in einer oxydierenden Atmosphäre und wird durch sie seiner Zusammensetzung nach verändert. Die Oxydation sowie die Absorption von Gasen wird aber

um so geringer sein, je rascher das Schmelzen verläuft, je größere Mengen in der Zeiteinheit verflüssigt werden. Die Asche der Brennstoffe und der am Eisen haftende Sand sind durch Kalkstein zu verschlacken. Die erforderliche Menge Zuschlag liefse sich erheblich vermindern, wenn die Eisengießerei mehr Wert auf die chemische Zusammensetzung als auf das Bruchaussehen des Roheisens legen wollten; dann könnte das Eisen in eiserne Masselformen abgestochen und frei von Sand geliefert werden. Schwefelreiche Koks erfordern behufs Überführung des Schwefels in die Schlacke höheren Kalksteinsatz als schwefelarme.

Die Gießerei-Kupolöfen, teils als Tiegel-, teils als Spuröfen zu gestellt, sind nur 3—5 m hoch, 0,5—1,5 m weit und haben cylindrischen, höchstens in der Schmelzzone verengten Schacht aus 150—300 mm starken feuerfesten Steinen, der von einem Blechmantel oder von Gußeisenplatten zusammengehalten wird. Der Herd (bei Spuröfen auch der Schacht) besitzt aufser dem Stichloch und dem Schlackenstiche noch eine größere, während des Betriebes mit Steinen ausgesetzte und durch eine eiserne Thür verschlossene Öffnung, welche sowohl zum Ausziehen der Brennstoffreste und Schlacken als zum Einsteigen in den Schacht beim Ausbessern dient. Über der Gicht setzt sich der Ofen gewöhnlich noch bis oberhalb des Hüttendaches fort und bildet einen Schornstein zur Abführung des Gichtgases.

Der Schacht des Kupolofens hat, da Verhältnisse, welche gebieterisch eine andere Gestalt verlangen, nicht vorliegen, in der Regel Cylinderform, also sowohl für den Aufbau als für die Wärmeverluste die günstigste Gestalt. Verstärkungen des Futters im unteren Teil und dadurch bedingte Verengungen des Schachtes werden meist nur der rascheren Abnutzung wegen angewendet. Als Baustoff dienen weitaus am häufigsten keilförmige Schamottesteine, die sehr sauber zusammengepaßt und fast ohne Fuge vermauert werden. Dieses Futter ist aber sowohl in der Herstellung als in der Erhaltung kostspielig, letzteres, weil die oft sauren Schlacken stark lösend auf die Schamotte einwirken. Man ersetzt deshalb die Ausmauerung häufig durch gestampfte Futter aus einem mageren, thonerdereichen Thon (Kaolin), an dessen Stelle auch eine Mischung von fettem Formsand mit Quarzsand verwendet wird, deren gerühmte Haltbarkeit sich leicht aus der chemischen Widerstandsfähigkeit gegen saure Schlacken erklärt. Für die über der Schmelzzone gelegenen Teile des Schachtes eignet sich Stampffutter nicht, wegen zu geringer mechanischer Festigkeit; diese Teile sind auszumauern, und zwar, da die Schamottensteine bei Erneuerung des gestampften Herdfutters zum Teil herausgenommen werden müssen, wobei ihrer viele zu Bruche gehen, zweckmäfsig nach Bolze mit hohlen Keilsteinen aus schwer schmelzbarem Eisen, die behufs Verhinderung der Oxydation durch die heißen Verbrennungsgase an den dem Schachtinnern zugekehrten Flächen von einem schwer schmelzbaren, aber sehr festhaftenden Emailgrund geschützt werden; größere Wärmeverluste ver-

hütet man durch Ausfüllen der hohlen Steine mit gebrauchtem Form-  
sande. Diese Steine widerstehen der mechanischen Abnutzung durch  
das Einwerfen der Masseln und die Reibung der Schmelzmassen vor-  
züglich und können immer wieder eingebaut werden, wenn das Stampf-  
futter zu erneuern war. Die Anordnung eiserner Schachtwände ober-  
halb der Schmelzzone ist übrigens nicht neu; denn Gmelin baute  
schon vor Jahrzehnten einen Kupolofen, dessen Schacht bis zu den  
Windformen herunter aus einem doppelwandigen, durch Wasser gekühlten  
Blechcylinder bestand.

Die zahlreichen Bauweisen des Kupolofens unterscheiden sich haupt-  
sächlich durch die Art der Windzuführung und Windverteilung. Mit

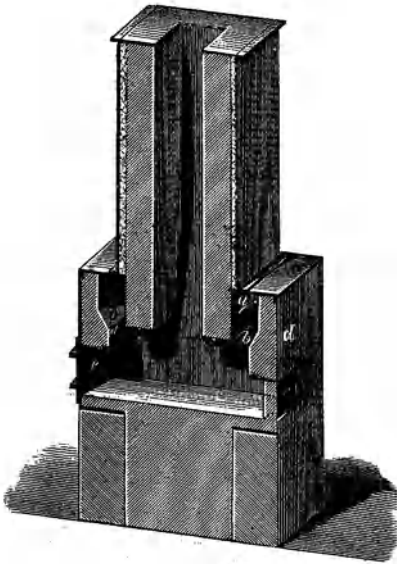


Fig. 112.

der einzigen Ausnahme des Ofens von  
Herbertz, in den die Verbrennungs-  
luft mittels Dampfstrahles eingesaugt  
wird, betreibt man heute alle Kupol-  
öfen mit Gebläsewind. Die Zuführung  
erfolgt vom Umfange aus entweder in  
einer Ebene, und zwar durch eine  
mehr oder minder große Anzahl For-  
men bezw. durch rundumlaufende  
Schlitze oder in mehreren verschie-  
den hoch übereinander angeordneten  
Formreihen. Die Schwierigkeit, den  
nur schwach gepressten Wind bis in  
die Mitte eines Ofens von größerem  
Durchmesser zu treiben, veranlaßte  
West, eine Windform mitten durch  
den Boden bis über den Schlacken-  
stich zu führen.

Bei Betrachtung des Entwick-  
lungsganges der Kupolöfen darf der  
älteste Ofen mit ausreichender Wind-

zuführung, d. h. der von Schmahel, nicht unerwähnt bleiben, da dessen  
Erbauer sich zuerst von der Anschauung freimachte, daß der Kupolofen  
wie ein kleiner Hochofen zu betreiben sei und hochgespannten Wind durch  
wenige, enge Formen erhalten müsse; er erkannte den weiter unten näher  
begründeten Vorteil, welcher in der Zufuhr einer großen Menge Wind  
niedriger Spannung liegt, und gab deshalb seinem Ofen 8—12 cylindrische  
Formen von 8 bzw. 17 cm Durchmesser, die er in einer Ebene oder  
auch, zu besserer Sicherung der Standfestigkeit des Mauerwerkes, in  
einer Schraubenlinie anordnete. Der Windkanal von rechteckigem Quer-  
schnitte ist außen am Mantel angenietet und hat in der Verlängerung  
jeder Form eine mit Schauöffnung versehene Klappe zum Reinigen jener  
von Schlackenansätzen. Der Schacht ist cylindrisch. Diese einfachste  
Bauart des Kupolofens hat sich durchaus bewährt und wird auch heute

noch mit Vorteil angewendet, vorausgesetzt, daß der Gesamtquerschnitt der Formen ausreichend groß ist.

Die vollkommenste Verteilung des Windes haben natürlich die Öfen, welche ihn durch einen rundumlaufenden Schlitz zuführen, wie die von Mac Kenzie, Fauler und Herbertz. Bei ersterem wurde das gesamte Mauerwerk oberhalb des Windeinlasses von einem am Mantel angeleteten Gufseisenring getragen, der jedoch beim Verschleisse des Ofenfutters in Mitleidenschaft gezogen wurde und deshalb häufiger Er-

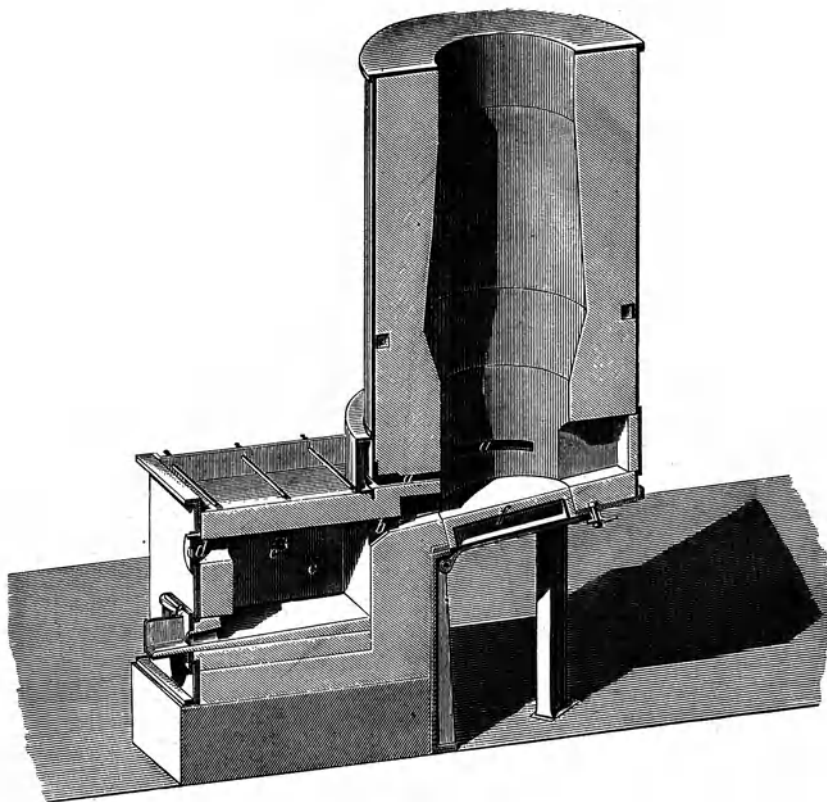


Fig. 113.

neuerung bedurfte. Fauler ordnete zwischen Herd- und Schachtfutter einen Ring aus eisernen Formstücken an, die jedes aus zwei Platten mit radialen Stegen dazwischen bestehen und so einen Ringschlitz bilden. Der Herbertz-Ofen ist weiter unten beschrieben.

Zu den Öfen mit Windzuführung in einer Ebene zählen ferner die verschiedenen Formen des Kupolofens von Krigar & Ihssen in Hannover. Nach der ältesten Bauart (Fig. 112) steht der an den kurzen Seiten des rechteckigen Schachtes liegende Windkanal *a* nicht durch einzelne Formen, sondern über die ganze Länge des Schachtes

durch breite Schlitzte *b* mit dem Ofeninnern in Verbindung. Der ebenfalls rechteckige Herd erstreckt sich vorn und hinten ähnlich wie bei den Sumpfföfen unter den von starken schmiedeeisernen Balken *i* getragenen Schachtwänden hinweg. In der Thür der Vorderwand liegt das Stichloch *f*, in der hinteren, die Ziehöffnung verschließenden der

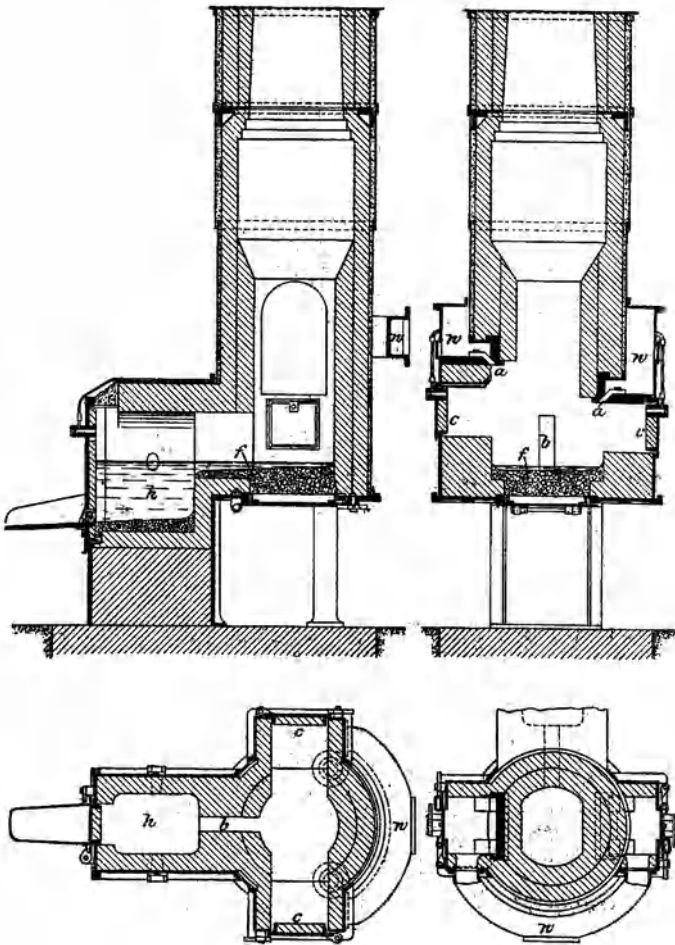


Fig. 114.

Schlackenstich *e* (in der Zeichnung etwas zu tief). Die Öffnungen *d* über den Thüren sind Schau- und Störlöcher. Die einfache Gestalt der ganzen Schmelzvorrichtung gestattet die Herstellung der Ummantelung aus Herdgufsplatten.

Um das geschmolzene Eisen schnellstmöglich dem Einflusse des Koks zu entziehen, verwandelte Krigar seinen Sumpffofen bald in einen Spurofen, versah ihn also mit Vorherd und ermöglichte dadurch die

Anbringung einer das Entleeren außerordentlich erleichternden Bodenklappe. Die Windzufuhr in den jetzt runden, in der Schmelzzone und nach der Gicht zu etwas zusammengezogenen Schacht erfolgte aus einem an den Mantel angenieteten Windkanal durch zwei nach Form und Gröfse einer Ausziehhür gleichenden, zu beiden Seiten angeordneten Öffnungen. In dieser Gestalt hat der Krigar-Ofen viel Anerkennung und weite Verbreitung gefunden, obgleich er in den ersten Abstichen ziemlich kaltes, für feinere Gegenstände ungeeignetes Eisen liefert, das häufig erneutes Schmelzen erfordert.

Später wurden die beiden großen Windeinlaßöffnungen durch drei über einen großen Teil des Umfanges sich erstreckende Schlitzte *a* (Fig. 113) ersetzt. Außer dem Schachte hat auch der Vorherd eine durch die Thür *e* verschließbare Einsteigöffnung. *cc* sind Schlackenstiche, welche mit dem Steigen des Eisenspiegels nacheinander benutzt werden. Die Schauöffnung *d* gestattet die Beobachtung und die Reinigung der Spur *b*. Der Schacht ist auf Säulen gestellt, zwischen denen die Bodenklappe *f* nach unten schlagen kann.

Die in Fig. 114 dargestellte neueste Form desselben Ofens zeigt ebenfalls den Vorherd *h*, die Spur *b*, die Bodenklappe *f* und die beiden großen seitlichen Öffnungen in der Schachtwand, welche durch Einsteigethüren *c* verschlossen sind. Der Wind tritt hier jedoch aus dem Kanale *w* nur durch zwei schräg nach unten gerichtete, zufolge ihrer Lage an der Außenseite der Schachtwand vor dem Verschlacken geschützte Schlitzte *a* in den Ofen; kleine Windmengen werden auch durch je eine enge, zugleich als Schauöffnung dienende Düse in den Thüren *c* und in der Vorderwand des Vorherdes eingeführt. Da die Windschlitzte hier nicht mehr in derselben wagerechten Ebene liegen, so bildet die jüngste Bauart des Krigarofens den Übergang zu den Kupolöfen mit mehreren Düsenreihen.

Der verbreitetste Vertreter dieser Gruppe ist der Kupolofen von Ireland, dessen stark verengter, cylindrischer Schmelzraum es erlaubt, den Windkanal innerhalb des Blechmantels in dem starken Mauerwerk

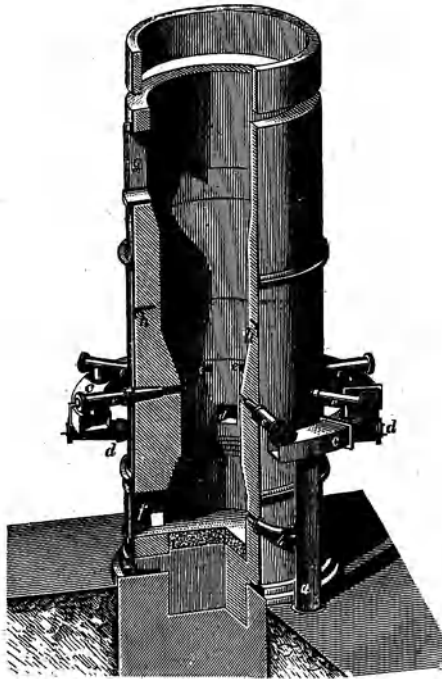


Fig. 115.

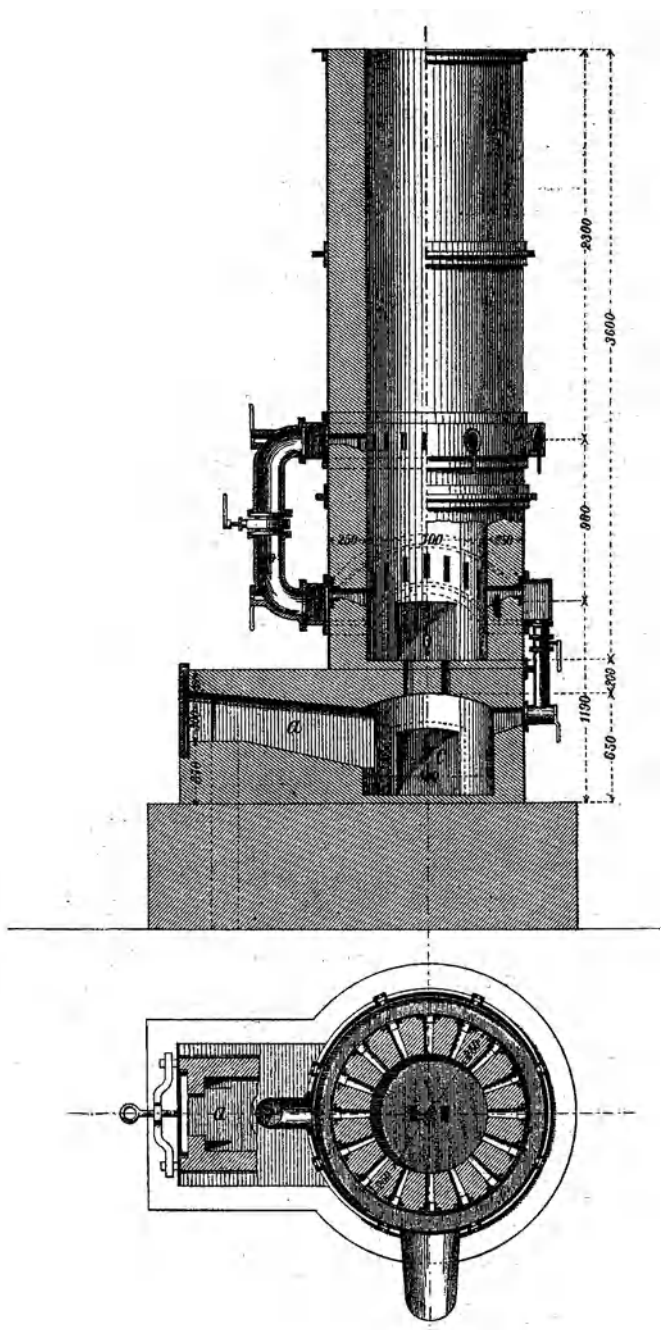


Fig. 116.



auszusparen. Dieser Kanal hat eine solche Höhe, daß von ihm zwei Düsenreihen gespeist werden können; eine Ringplatte trennt den ausgesparten Hohlzylinder in zwei mittels zweier einander gegenüberliegender Schieber in Verbindung zu setzende Kanäle, deren unterer den Wind durch 3 oder 4 weite Düsen in den Ofen führt, während von dem oberen 6 oder 8 kleinere Düsen ausgehen. Die Summe der Querschnitte der unteren Formenreihe verhält sich zu der der oberen wie 1 : 1 bis 3 : 1. Man kann nach Belieben mit beiden oder bei geschlossenen Schiebern nur mit der unteren Formenreihe schmelzen.

Der in Fig. 115 abgebildete, stündlich 10 t Roheisen niederschmelzende Ofen ist insofern zweckmäßiger eingerichtet, als der Windkanal, ein Rohr *c* von rechteckigem Querschnitte, außerhalb des Mantels liegt; es trägt unten die vier weiten Düsen *d*, oben die acht engen *e*; dadurch wird die Schwächung des Futters gerade da, wo es am stärksten der Abnutzung unterliegt, vermieden. Zwei senkrechte Röhren *a* führen den Wind aus der unterirdischen Leitung in das Kranzrohr. An jedem dieser Rohre *a* befindet sich noch eine Düse *b*, welche in den Herd mündet und während des Anwärmens benutzt wird. Durch Drehen von *b* um 90° schließt die das Windrohr umfassende Muffe den Windauslaß selbstthätig ab. *f* ist die Zieh-, *g* die Aufgeböffnung; das Stichloch ist in der Abbildung nicht sichtbar. Über der Rast ist mittels Winkeleisens ein wagerechter Blechring am Mantel befestigt, auf welchem das Futter des Schachtes ruht, so daß beim Ersatze des unteren Teiles das Mauerwerk nur bis dorthin ausgebrochen zu werden braucht.

Der jüngere, aber ebenfalls weit verbreitete Kupolofen von Ibrügger (Fig. 116) stimmt in der Windzuführung mit dem vorigen grundsätzlich überein, unterscheidet sich vom Irelandofen aber sowohl durch die Zahl und Gestalt der Formen als durch den größeren Unterschied (bis 90 cm) in der Höhenlage beider Reihen. In jeder Reihe liegen 16 rechteckige Formen, die unteren 3 cm breit und 12,5 cm hoch, die oberen 3 cm und 8,33 cm breit bzw. hoch; die Summen der Querschnitte beider Reihen verhalten sich demnach wie 3 : 2. Da wo die Ziehöffnung *b* die Schachtwand durchbricht, läuft die untere Düsenreihe in einem Bogen über jene hinweg. Die Zustellung ist die eines Spurofens, weicht aber darin von der üblichen wesentlich ab, daß die Spur im Boden und der Vorherd *c* unter der Ofensohle liegt. Der langgestreckte Raum *a* dient zum Vorwärmen metallischer Zuschläge zum Eisenbade, wie z. B. von weißem Roheisen, Stahl oder Schmiedeeisenabfällen, Siliciumeisen u. s. w.

Das äußerste Glied der Reihe von Kupolöfen mit Windzuführung in verschiedenen Höhen bildet der Ofen von Greiner & Erpf, welcher nicht nur vier Formreihen aufweist, sondern dieselben auch in noch größerem Abstände liegen hat. In der Schmelzzone besitzt er, wie üblich, eine Reihe weiter Düsen, mindestens 1 m höher die unterste von drei je 50 cm von einander abstehenden Reihen enger Düsen.

Zweck der Einführung von Wind in mehreren Ebenen übereinander ist die nachträgliche Verbrennung des vor der unteren Düsenreihe gebildeten Kohlenoxydes und damit bessere Ausnutzung des Brennstoffes. Inwieweit diese Absicht erreicht wird, das unterliegt unten näherer Betrachtung.

Die Schwierigkeit, in Kupolöfen von großem Durchmesser den schwach geprefsten Wind über den ganzen Querschnitt zu verteilen, suchte West durch Anordnung einer Windform in der Herdsohle neben den gewöhnlichen, von einem Ringkanal aus gespeisten Formen zu über-

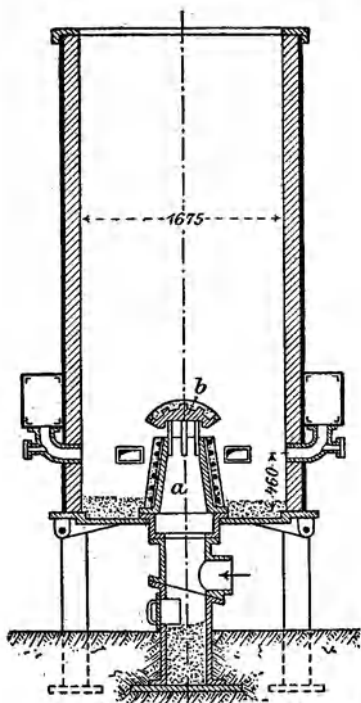


Fig. 117.

winden. Figur 117 läßt diese Einrichtung deutlich erkennen. In der Wand des cylindrischen Schachtes liegen sechs Formen von 406 mm Breite und 76 mm Höhe; über dem Boden erhebt sich eine bis oberhalb der Windformen reichende kegelförmige Düse *a* aus Gußeisen mit Schutzbekleidung aus feuerfester Masse. Diese Düse ist unten 250, oben 200 mm weit und trägt an drei bis vier Eisenstäben eine gufseiserne, ebenfalls mit feuerfesten Stoffen überkleidete pilzförmige Haube *b* von 100 mm größerem Durchmesser als die Düse. Unterhalb der Haube bleibt ein 63 mm hoher Ring für den Windeintritt frei. Das senkrechte Windrohr hat eine Reinigungsöffnung zum Entfernen hineingefallener Schlacken; die Herdsohle wird von zwei Bodenklappen und Stampfmasse gebildet. Die Haltbarkeit dieser inneren Düse darf bezweifelt werden; wenigstens sprechen die wiederholt von West an seinem Ofen vorgenommenen Änderungen für die Verbesserungsbedürftigkeit der Einrichtung. Versetzt

sich die Form z. B. mit Schlacken, so ist eine Reinigung im Betriebe ausgeschlossen.

Abweichend von allen den beschriebenen Öfen ist der Saugkupolofen von Herbertz, in seiner ursprünglichen Gestalt ein getreues Abbild des in den sechziger Jahren auch in Deutschland an einzelnen Orten in Anwendung gewesenen Ofens von Woodward, von dem er sich gegenwärtig aber durch den beweglichen Herd und den Glockenverschluss der Gicht unterscheidet. Der 3,3 m hohe, oben 900 mm, im Schmelzraume 775 mm weite und 0,55 m höher bis auf 500 mm zusammengezogene Schacht ist an vier Säulen aufgehängt, die in ihrem Innern Schraubenspindeln zum Auf- und Abwärtsbewegen des

850 mm weiten Sammelherdes mit Klappboden bergen; mit ihrer Hilfe kann der Lufteinlaßschlitz *a* (Fig. 118) auf beliebige Weite eingestellt werden. In der Schmelzzone sind, ebenso wie oberhalb im Schachte, mit Klappen verschlossene Öffnungen zum Reinigen von Schlackenansätzen bzw. zur Beobachtung des Schmelzanges angeordnet. Die Bewegung des Gas-

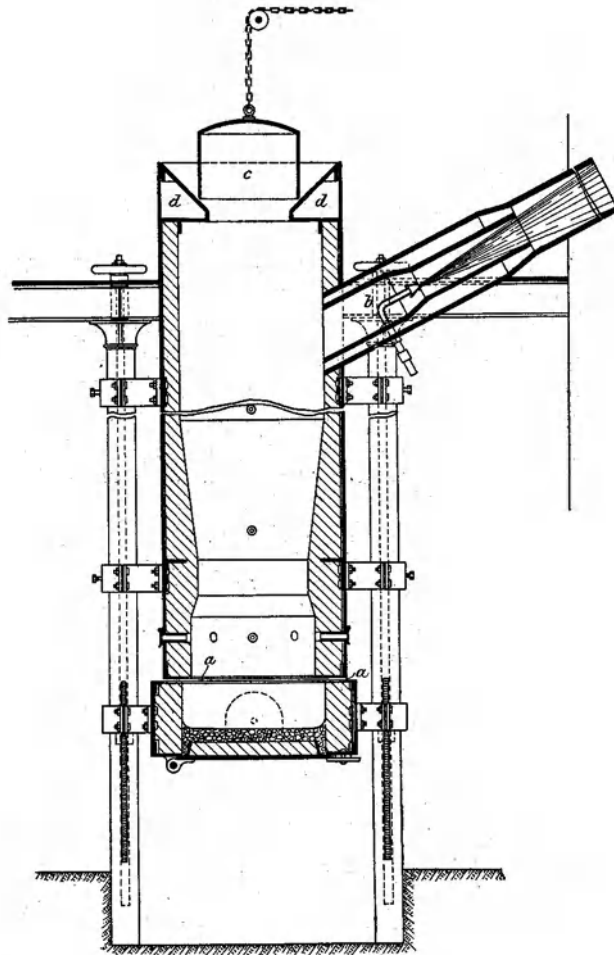


Fig. 118.

stromes im Ofen wird durch den Dampfstrahlsauger *b* bewirkt, welcher einen Unterdruck von 60 bis 80 mm Wassersäule erzeugt. Die Gicht dieses Ofens muß infolgedessen, abweichend von allen anderen Kupolöfen, geschlossen sein. Der Verschluss ist einer Aufgebvorrichtung für Hochöfen nachgebildet und besteht aus dem Trichter *d* mit der an einer Kette aufgehängten Glocke *c*. Die aufzugichtenden Massen bringt man

in den ringförmigen Raum um die Glocke und läßt sie durch Aufziehen dieser in den Schacht hinabrollen. Der geringe Spannungsunterschied zwischen der Atmosphäre außerhalb und innerhalb im Ofen erschwert das Vordringen der Luft bis in die Mitte des Schachtquerschnittes; er darf folglich nicht groß sein, oder man muß ihm andere als kreisrunde Form geben, z. B. elliptische oder rechteckige, wie sie die Herberzöfen der Isselburger Hütte und der Akt.-Ges. Lauchhammer besitzen.

Bei der Wahl eines Kupolofens und der Bestimmung seiner Abmessungen sind drei Umstände zu berücksichtigen: die in der Zeiteinheit umzuschmelzende Eisenmenge, der Brennstoffverbrauch und die Höhe des Abbrandes.

Die zu schmelzende Eisenmenge hängt nur von dem Querschnitte des Ofens im Schmelzraume und von der Menge des in der Zeiteinheit verbrannten Brennstoffes, schließlic also von der eingeführten Luftmenge ab, die ihrerseits wieder von dem Querschnitte der Lufteinlaßöffnungen und dem Winddrucke bestimmt wird.

Der Ofendurchmesser darf an keiner Stelle, also auch nicht in dem etwa verengten Schmelzraume, 50 cm unterschreiten, weil andernfalls das Einsteigen eines Mannes unmöglich und die Ausbesserungsarbeit erschwert wird. Gießereikupolöfen haben selten 1 m oder mehr Durchmesser; dagegen giebt man solchen für Bessemer- und Thomashütten, die in einer Stunde 20 t und mehr Eisen durchschmelzen müssen, Durchmesser bis mehr als 2 m.

Da langsames Schmelzen größere Wärmeverluste bedingt als rasches, so soll man die Öfen lieber zu weit als zu eng machen und ihnen möglichst große Formenquerschnitte geben.

Nach Beobachtungen im Gießereibetriebe ist zum Niederschmelzen von 1 t Eisen in der Stunde an Ofenquerschnitt im Schmelzraum erforderlich:

bei Verwendung sehr dichter Koks und sehr reichlicher Windzufuhr . . . . .	700 qcm;
bei Verwendung minder guter Koks und mittler Windmenge . . . . .	800—1000 qcm;
bei sehr märsiger Windzufuhr . . . . .	1100—1500 qcm.

Die Summe der Formenquerschnitte bewegt sich zwischen 10 und 80 % vom Querschnitte des Schmelzraumes (vergl. die Beispiele); die Bemessung erfolgt, wie besonders die verschiedenen Ausführungen des Irelandofens beweisen, durchaus willkürlich; auch heute sind noch nicht alle Eisengießerei zu der Erkenntnis gelangt, daß es vorteilhafter ist, den Wind mit niedriger Spannung durch weite Formen und in möglichst gleichmäßiger Verteilung auf den ganzen Ofenumfang eintreten zu lassen, als ihn durch wenige enge Öffnungen mit großem Drucke in den Ofen zu treiben, wo er mit der ihm erteilten großen Geschwindigkeit rasch und zum Teil noch unverbrannt bis in höher gelegene Zonen vordringt.

Je poriger ein Brennstoff ist, desto mehr Luft kann in das Innere der Stücke gelangen, besonders wenn sie mit großer Geschwindigkeit

Art des Ofens	Durchm. des Schmelzraumes cm	Zahl der Formen	Durchmesser der Formen cm	Abstand der Formreihen	Verhältnis des Querschnittes der unteren zu dem der oberen Reihe	Der Gesamt-Formen-Querschnitt beträgt vom Querschn. d. Schmelzraumes $\frac{1}{10}$
Alter cylindr. Ofen	50	2	15	—	—	18
„	80	4	27	—	—	45,5
Schmahel	63	8	8	—	—	12,8
„	80	8	17	—	—	36
Ireland	40	u. 4 o. 8	$11\frac{1}{4}$ □ } 8 □ }	45	1 : 1	81
„	50	u. 4 o. 8	15 } 10 }	50	10 : 9	68
„	60	u. 4 o. 8	18 } 12 □ }	50	8 : 9	77
„	70	u. 3 o. 6	15 } 7,5 □ }	60	3 : 2	22 $\frac{1}{2}$
„	80	u. 4 o. 8	25 } 12,5-10 }	55	2 : 1	59
„	120	u. 4 o. 16	20 } 7,5 }	50	9 : 5	17,3
„	125	u. 4 o. 8	25 } 17 □ }	80	1 : 1,175	34,8
Ibrügger	70	u. 8 o. 8	16,4 } 16,4 }	67	1 : 1	26,6
„	70	u. 16 o. 16	12,5-3 } 8,33-3 }	90	3 : 2	22,8
Krigar	85	2	40-48	—	—	64
„	120	2	40-40	—	—	28,3
West	167,5	Mantel 6 Boden 1	40,6-7,6 } 62,8-6,3 }	—	—	10,17
Krigar, neue Bauart	80	2	40-3	—	—	4,8
„	66	2	30-2,5	—	—	4,4
„	100	2	?	—	—	2,0
Greiner & Erpf	75	4	$2\triangle, s=15$ $2\square 15\cdot 20$	90—330	3 : 1	20,2
		12	2,5			

und mit hohem Drucke darauf stößt. Dieses Vordringen ins Innere setzt eine weit größere Oberfläche der Verbrennung aus, als wenn ein sehr dichter Brennstoff unter Zufuhr schwach gepresster Luft nur an der Oberfläche oxydiert wird. Im ersteren Falle wird die Bildung von Kohlenoxyd, im letzteren die von Kohlendioxyd begünstigt. Die Erfahrung lehrt, daß sehr porige Brennstoffe, wie Holzkohle und schaumige Koks, sich aus diesem Grunde zum Kupolofenbetriebe viel weniger eignen als dichte, gut geschmolzene Koks mit nur wenig und kleinen Poren, sowie daß der Kupolofen um so stärkere Gichtflamme zeigt, je leichter und poriger der Brennstoff ist und mit je höherem Drucke geblasen wird. Der Beweis hierfür ist überdies durch Untersuchung der Verbrennungsgase von Kupolöfen erbracht worden, die teils mit sehr niedrig gespanntem Winde (Saugkupolöfen mit 60 mm Wassersäule Vakuum) und verschieden dichtem Brennstoffe, teils mit hoher Pressung (400—600 mm Wassersäule) und durchaus dichtem Koks erzeugt waren.

Art des Ofens	Brennstoff	Windspannung mm	Durchschnittliche Zusammensetzung des Gichtgases		
			CO <sub>2</sub>	CO	O
Herbertz	Gaskoks	60	11,5	3,4	8,2
"	Schmelzkoks	60	13,03	0,0	7,89
"	"	60	10,7	0,0	6,7
Ireland	"	400	13,18	7,88	0,0
"	"	600	15,0	8,0	0,0
Krigar	"	?	16,11	4,49	0,0
"	"	?	13,23	8,68	0,0
"	"	?	13,16	6,25	0,0
"	"	?	15,51	5,74	0,0
"	"	540	11,08	14,67	1,18
Schmahel	"	500	14,48	6,65	1,68
Greiner & Erpf	"	{ u. 330 o. 150—90 }	18,66	0,96	1,70

Tritt die Luft mit geringer Pressung in den Ofen, so konzentriert sich die Verbrennung auf eine niedrige Zone vor und über den Formen; tritt sie unter hoher Pressung ein, so beginnt die Verbrennung dagegen erst ein Stück oberhalb der Formen und erstreckt sich auf einen erheblichen Teil des Schachtes, und das um so mehr, wenn durch zwei Reihen von Formen geblasen wird. Während z. B. in einem Saugkupolofen trotz Verwendung von Gaskoks nur 28 cm über dem Luftschlitz das Gas neben 13,2 % CO<sub>2</sub>, 0 % CO und 4,4 % freien O enthält, die Verbrennung an der betr. Stelle somit, da auch die Gichtgase bis zu 7,1 freien Sauerstoff aufweisen, als vollendet angesehen werden muß, wurde in den Gasen eines Irelandofens im Mittel gefunden:

0,5 m über den oberen Formen	0,0% CO <sub>2</sub> ,	2,7% CO,	14,4% O
1 m " " " "	13,6% "	8,6% "	0,7% "
1,5 m " " " "	12,8% "	11,5% "	0,0% "

d. h. die Verbrennung hatte 0,5 m über den oberen = 1 m über den unteren Formen kaum begonnen und erfolgte vorwiegend in einer 0,5 m hohen, im Mittel 1,25 m über den unteren Formen, aber nur 1,1 m unter der Gicht gelegenen Zone, so daß die Wärme der Gichtgase sehr schlecht ausgenutzt wurde und eine heisse, hohe Gichtflamme sich bildete. Abgesehen hiervon bringt die Verlegung der heißesten Zone in so große Höhe den Nachteil mit sich, daß das Eisen mit einer dem Schmelzpunkte nahegelegenen Temperatur oder schon flüssig sich eine große Strecke durch einen oxydierenden Gasstrom bewegen muß, was starken Abbrand und infolgedessen hartes, siliciumarmes Eisen ergibt oder zur Verwendung siliciumreicherer, also auch teurerer Mischungen zwingt. Thatsächlich beträgt denn auch der Abbrand in den Gebläsekupolöfen 6—8 %, zuweilen noch mehr, in Saugkupolöfen dagegen nur 2,5 %.

Der leitende Gedanke für die Anwendung zweier Formreihen in 50 bis 80 cm Abstand war der, durch den oberen Windstrom das vom unteren gebildete Kohlenoxyd zu verbrennen und so den Brennstoff voll

auszunutzen; dafs diese Absicht nicht erreicht wird, lehrte die Erfahrung sehr bald. Der Grund ist in dem zu kleinen Abstände beider Formenreihen zu suchen. Angenommen, die Verbrennung des unteren Windstromes finde sofort vor und über den unteren Formen statt, so besitzt der vom aufsteigenden Gasstrom vorgewärmte von oben nieder-rückende Koks bereits so hohe Temperatur, dafs er nun zu Kohlenoxyd verbrennt, der Übelstand also verschlimmert wird. Ist dagegen der untere Windstrom infolge zu großer Geschwindigkeit noch nicht verbrannt, so vereinigt er sich lediglich mit dem oberen; die Verbrennungszone wird in der vorhin geschilderten Weise nach oben gerückt und ausgedehnt.

Greiner & Erpf nehmen ganz richtig an, dafs es oberhalb des Windeinlasses eine Ebene geben müsse, in der der Gasstrom zwar noch die Entzündungstemperatur besitze, der niederrückende Koks aber noch nicht so weit erhitzt sei, dafs er durch Verbrennen des Kohlenoxydes auf die zur Kohlenoxydbildung erforderliche Temperatur gebracht werde. In dieser Ebene müsse, so sagten sie, der Oberwind eingeführt und das Kohlenoxyd verbrannt werden, um die Wärmeleistung des Brennstoffes voll auszunutzen. Sie legten deshalb eine größere Anzahl enger Düsen in beträchtliche Höhe über die Hauptformen und ordneten sie, um bei jedem Schmelzen den Oberwind an der passenden Stelle einführen zu können, in einer Schraubenlinie oder in drei etwa je 50 cm von einander abstehenden Reihen an. Jede Düse (bezw. drei übereinanderliegende zusammen) hatte ihr besonderes, auf dem unteren Kranzrohre stehendes senkrecht, mit Drosselklappe versehenes Windrohr, um die jeweils nicht gebrauchten Düsen ganz abschließen und die Windpressung für die blasenden genau regeln zu können; denn der Oberwind muß entsprechend schwächer geprefst sein. Wenn z. B. unten der Winddruck 56 cm Wassersäule beträgt, blasen die oberen Formen nur mit 35 cm. Diese Einrichtung erfordert, soll sie ihrem Zweck entsprechen, sehr sorgfältige Beobachtung des jeweiligen Schmelzanges und gewissenhafte An- oder Abstellung einer Anzahl oberer Düsen; dann sind aber auch die Ergebnisse gut, insofern der Kohlenoxydgehalt der Gichtgase auf wenige Hundertteile und der Koksverbrauch fast auf die theoretisch erforderliche Menge herabgeht.

Die umständliche Bedienung hat zur Folge gehabt, dafs die Greiner & Erpf'sche Einrichtung an vielen mit ihr versehenen Öfen nicht gebraucht wird. Deshalb ist es vorteilhafter, den Fehler der Kohlenoxydbildung von vornherein zu vermeiden, als ihn nachträglich möglichst wieder gut zu machen.

Schließlich sei für jeden mit dem Verbrennungsvorgange vertrauten Techniker zum Überflusse darauf hingewiesen, dafs die Erhitzung des Gebläsewindes im Kupolofenbetriebe nicht nur keinen Vorteil bringt, sondern geradezu Schaden anrichtet, da sie infolge Steigerung der Verbrennungstemperatur die Kohlenoxydbildung begünstigt.

Was die noch nicht erörterten Abmessungen des Kupolofens an-

langt, so ist die Höhe des Schachtes von den Formen bis zur Gicht auf mindestens 2 und höchstens 4 m zu bemessen. Das erstere Maß erlaubt noch eben, die den Gichtgasen innewohnende Wärme halbwegs auszunutzen; das letztere bildet die Grenze, bei der der Widerstand, welchen der Gasstrom in der Beschickungssäule findet, noch so gering ist, daß zum Betriebe Flügelrad- und Kapselgebläse ausreichen.

Der Inhalt des Sammelraumes für die flüssigen Massen wird durch die im gewöhnlichen Betriebe zu einem Gußstücke erforderliche größte Metallmenge bestimmt; für außergewöhnlich schwere Güsse muß man entweder einen größeren Ofen verwenden oder das Metall z. T. außerhalb des Ofens ansammeln. Damit der Boden des Herdes noch genügend heiß bleibt, darf er nicht tiefer als 0,8—1,0 m unter den Formen liegen, was zur Folge hat, daß man den Ofen dort häufig gegenüber dem Schmelzraum erweitert. Freier kann man sich bewegen, wenn der Sammelraum einen Vorherd bildet, doch ist das Warmhalten desselben noch schwieriger. Sowohl die neueren Krigar- als die Ibrüggeröfen haben kleine Windformen an den Vorherden, um durch Verbrennen des aus dem Ofenschacht eintretenden Gases das flüssige Eisen warm zu halten bzw. den Vorherd mittels Koks vorzuwärmen.

Die Größe des Windbedarfes läßt sich aus der Zusammensetzung der Gichtgase leicht bestimmen. Wenn sämtlicher Sauerstoff des Windes zur Kohlendioxydbildung aus Koks verbraucht würde, wären für jedes Kilogramm zu verbrennenden Kohlenstoff 8,89 cbm Luft erforderlich; die Gichtgase beständen dann aus 21 R-<sup>o</sup>/<sub>o</sub> Kohlendioxyd und 79 R-<sup>o</sup>/<sub>o</sub> Stickstoff. In Wirklichkeit enthalten sie neben Kohlendioxyd immer mehr oder weniger Kohlenoxyd und sind im Durchschnitt aus vielen Analysen folgender Zusammensetzung:

14 R-<sup>o</sup>/<sub>o</sub> CO<sub>2</sub>, 6,5 R-<sup>o</sup>/<sub>o</sub> CO und 79,1 R-<sup>o</sup>/<sub>o</sub> N.

In 100 cbm dieses Gases sind enthalten:

17,65 cbm O und 11,266 kg C.

Da der Sauerstoffgehalt einer Luftmenge von 84,21 cbm entspricht, so bedurfte 1 kg C 7,47 cbm Luft.

Dem Stickstoffgehalte der Gase entsprechen dagegen 100,08 cbm, d. i. auf 1 kg C 8,88 cbm Luft, also fast genau die theoretisch erforderliche Menge. Zur Verbrennung des Kohlenstoffes ist aber nur so viel Sauerstoff verbraucht worden, als 7,47 cbm Luft enthält; demnach muß die dem Unterschiede der beiden berechneten Luftmengen entsprechende, d. h. der in  $8,88 - 7,47 = 1,41$  cbm Luft enthaltene Sauerstoff anderweit verbraucht sein, nämlich zur Oxydation von Eisen und seinen Nebenbestandteilen. Man wird deshalb gut thun, bei Bestimmung des Windbedarfes eines Kupolofens die theoretisch zur Kohlendioxydbildung nötige Menge anzunehmen. Wenn die Gichtgase aber, wie die vom Saugkupolofen, freien Sauerstoff enthalten, so ist der Luftbedarf natürlich entsprechend höher.

Sehr vorteilhaft arbeitende Kupolöfen verbrauchen an Schmelzkoks selten unter 60 kg auf 1 t Roheisen, ungünstig arbeitende bis zu 120 kg,



zuweilen mehr. Angenommen, daß die Öfen unter Zufuhr sehr reichlicher Windmengen die Höchstleistung erreichen und auf je 700 qem Querschnitt des Schmelzraumes stündlich 1 t Eisen schmelzen, sowie daß der Koks 10 % Asche, aber nur unerhebliche Mengen Wasser enthalte, so braucht ein Ofen:

- von 50 cm Durchm. zum Schmelzen von  $2\frac{3}{4}$  t Eisen in der Stunde 165 kg Koks = 150 kg C und 22 cbm Wind in der Minute,
- von 60 cm Durchm. zum Schmelzen von 4 t Eisen in der Stunde 240 kg Koks = 215 kg C und 32 cbm Wind in der Minute,
- von 80 cm Durchm. zum Schmelzen von 7 t Eisen in der Stunde 420 kg Koks = 380 kg C und 56 cbm Wind in der Minute,
- von 100 cm Durchm. zum Schmelzen von 9 t Eisen in der Stunde 485 kg Koks = 485 kg C und 72 cbm Wind in der Minute,

bei hohem Koksverbrauch aber bis zur doppelten Windmenge.

Zur Erzeugung des Windes dienen nur äußerst selten Cylindergebläse, da zur Überwindung des geringen, von der sehr grobstückigen Beschickung entgegengesetzten Widerstandes hoher Überdruck nicht erforderlich ist, so daß Flügelrad- und Kapselgebläse vollkommen ausreichen.

Die Flügelradgebläse (Ventilatoren) schleudern bei raschem Umlauf infolge der Zentrifugalwirkung die Luft von der Achse nach dem Umfange; es bildet sich dadurch an der Achse ein Vakuum, in das die Luft von außen durch *a* (Fig. 119) einströmt, während am Umfange die zusammengedrückte Luft austritt.

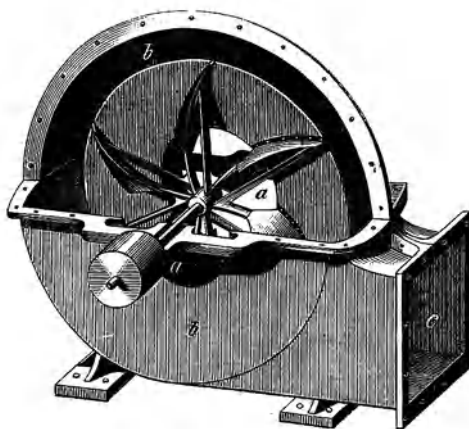


Fig. 119.

Sie wird dort durch ein das Ganze umschließendes Gehäuse *b* zusammengehalten und durch eine einzige Öffnung *c* tangential abgeleitet. Der Querschnitt des Luftweges soll in allen Teilen des Rades möglichst dieselbe Größe besitzen, weshalb die Flügel am Umfange schmaler sind als in der Nähe der Achse.

Das Gehäuse ist zweckmäßig nicht konzentrisch zum Rade, sondern bildet besser eine Spirale um dasselbe, so daß der Luftweg nach der Ausflußöffnung hin weiter wird. Seitlich geschlossene Räder mit gebogenen Flügeln sind vorteilhafter als offene und solche mit geraden Flügeln, welche leicht sehr unangenehm heulen und weit mehr Kraft erfordern als die ersteren, da bei ihnen die Wirbelbildung und die Reibung der Luft an der Wand großen Widerstand verursachen. Bei geschlossenen Rädern erfordern die Widerstände das 1,2fache, bei offenen das 12,7fache der zum Zusammenpressen der Luft nötigen Arbeit. Da

Öfen einen gepressten Luftstrom von großer Geschwindigkeit gebrauchen. haben Flügelradgebläse selten über 1 m Durchmesser, laufen aber sehr rasch; die Umfangsgeschwindigkeit der Flügel beträgt 50—80 m. Die Windmenge hängt sowohl von der Flügelgeschwindigkeit als vom Aus-

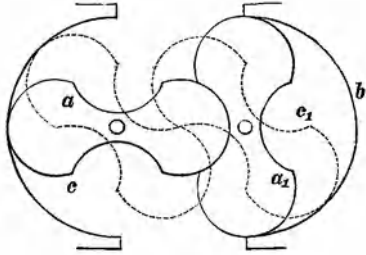


Fig. 120.

flufsquerschnitt ab, die Pressung dagegen nur von ersterer. Bei geschlossener Ausflufsöffnung saugt die Maschine keine Luft an. Die Nutzleistung ist selbst bei guten Ventilatoren nur 0,3; alle übrige Arbeit wird zur Überwindung der Luft- und Zapfenreibung verbraucht.

Die Ventilatoren von Schiele & Co. in Frankfurt a. M. haben 0,40—1,5 m Durchmesser und geben bei 675—3000 Umdrehungen 25—400 cbm Wind von 120—320 mm Wassersäule Überdruck. Der Kraftbedarf bewegt sich von 1,3—20 Pferdekraften

Seit drei Jahrzehnten sind die Flügelradgebläse fast ganz durch Kapselgebläse verdrängt worden, welche die Luft durch bewegliche starre Körper vor sich her drücken wie die Kolben der Cylindergebläse diese Kolben machen aber nicht eine hin- und hergehende, sondern eine

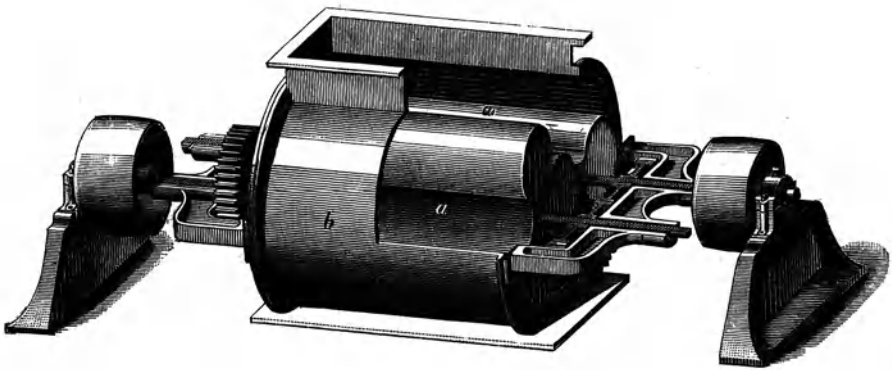


Fig. 121.

Drehbewegung. Trotz geringerer Geschwindigkeit erzeugen sie doch stärker gepressten Wind als die Flügelradgebläse.

Das älteste und verbreitetste Kapselgebläse von Root besteht aus zwei in entgegengesetzter Richtung umlaufenden Flügeln  $a$  und  $a_1$  (Fig. 120 u. 121), von der Form einer 8, die aus eisernen Rippen gebaut und mit Holz belegt sind. Da die Flügel aneinander sowie am Gehäuse  $b$  in jeder Stellung dicht anschließen, so entstehen zwischen ihnen und diesem bewegliche Kammern  $c$  und  $c_1$ , welche die Luft unten aufnehmen und oben austreiben. Die Ein- und die Austrittsöffnung erstrecken sich über die ganze Länge der Maschine.

Die erforderliche gute Dichtung wird außer durch sorgfältigen Bau durch Schmieren mit Grafit oder mit einem Gemische von Wachs und Grafit erzeugt. Die die Bewegung von einer Flügelachse auf die andere übertragenden Zahnräder nutzen sich nun aber erheblich stärker ab als die Flügel, so daß im Betriebe bald Undichtheiten und Klemmungen auftreten, welche den Wirkungsgrad erheblich beeinträchtigen. Trotz wesentlich geringerer Umdrehungszahl kann von einem gut dichtenden Gebläse die Pressung des Windes doch bis auf 600 mm Wassersäule gebracht werden. Die Bläser haben meist zwischen 1,3 und 2,5 m Länge, 0,8—1,2 m Breite und 0,7—1,1 m Höhe; bei 300—250 Umdrehungen liefern sie 20—130 cbm Wind in der Minute und bedürfen 1—8 Pferdekräfte.

Roots Bläser sowohl als Ventilatoren erfordern der großen Umdrehungsgeschwindigkeit wegen sehr breite Lager. Der Antrieb der Maschinen erfolgt durch Riemen.

Verbesserte Formen des Kapselgebläses bilden das Hochdruckgebläse von C. H. Jäger in Leipzig und das Schraubengebläse von Krigar & Ihssen in Hannover.

Beide zeigen im Innern zwei umlaufende Teile, das Jägersche im besonderen erstens einen Kolbenkörper, bestehend aus einer kreisrunden Antriebscheibe, auf welcher drei Kolben *k* (Fig. 122) sitzen, die sich in dem ringförmigen Cylinderraum *a* bewegen, der gebildet wird aus je einer feststehenden inneren und äußeren Cylinderrand; zweitens einen Steuerzylinder in dem oberen Cylinderraum mit drei Höhlungen *h*. Beide durch aufsen liegende Zahnräder mit gleicher Umlaufzahl angetriebene Körper drehen sich, so daß die Kolben *k* jeweils in die Höhlungen *h* treten, in

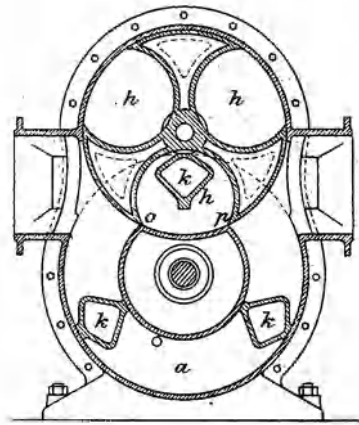


Fig. 122.

welchen sie von der Druck- zur Saugseite zurückgeleitet werden, während die konvexen Cylinderflächen des oberen Drehkörpers an der konkaven feststehenden Cylinderfläche *op* die Dichtung bewirken. Sowie der betreffende Kolben *k* die Höhlung *h* verläßt, schließt er den Ringraum *a* am Eintrittsstutzen ab und treibt die zwischen ihm und dem vorhergehenden Kolben *k* befindliche Luft vorwärts, bis dieser den Raum *a* an der Austrittsseite öffnet, die Luft vom nachfolgenden Kolben also zum Stutzen hinausgedrückt wird. Die bei dem Fortdrücken etwa zwischen dem Kolben *k* und den Cylinderwänden zurücktretende Luft wird stets durch den nachfolgenden Kolben aufgefangen, so daß die Verluste auf ein sehr geringes Maß beschränkt sind. Die Kolben *k* haben in den Höhlungen *h* nach allen Seiten reichlich Spielraum, da beide umlaufende Körper nicht

gegeneinander, sondern gegen die Cylinderwandungen abdichten. Das Gebläse arbeitet nach beiden Seiten gleich gut.

Das Schraubengebläse von Krigar ist ganz ähnlich gebaut. Auch hier finden wir die drei im Ringcylinder *a* (Fig. 123) kreisenden Kolben *k*, die in die Höhlungen des Steuercylinders eintreten. Der einzige Unterschied besteht darin, daß die Kolben *k* nicht parallel zur Achse liegen, sondern in der Richtung einer steilen Schraubenlinie gestellt sind. Sie gehen nicht durch die ganze Länge des Cylinders, sondern bloß bis zur Mitte; die Kolben der anderen Längshälfte sind entgegengesetzt gerichtet, d. h. sie bilden eine linksgängige Schraube, so daß die beiden zusammengehörigen Kolbenhälften *k* die Gestalt von Winkelzähnen haben.

Die Betriebsarbeiten zerfallen in die Vorbereitung der Schmelzmaterialien und in die eigentliche Ofenarbeit. Der Koks bedarf einer

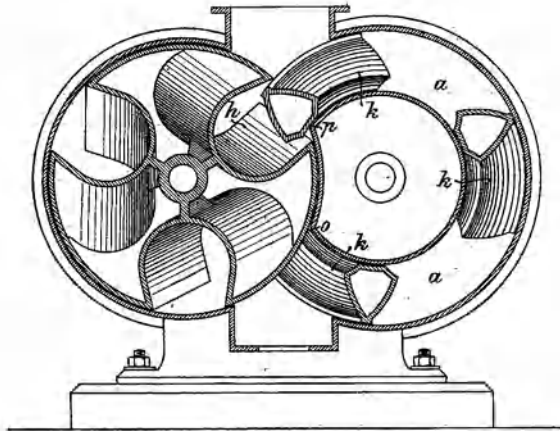


Fig. 123.

weiteren Vorbereitung nicht, es sei denn, daß zu große Stücke für den Verbrauch in sehr engen Öfen etwas zerkleinert werden müssen, damit nicht zu große Hohlräume in der Beschickung entstehen, welche dem Winde zu rasch aufzusteigen gestatten; ebenso ist der Kalkstein klein zu schlagen, damit er gut über den ganzen Ofenquerschnitt verteilt werden kann. Die Roheisenmasseln können nur in ganz große Kupolöfen, wie sie im Stahlwerksbetrieb angewendet werden, ohne Schaden unzerkleinert aufgegeben werden; die wesentlich engeren Gießereikupolöfen erfordern unbedingt eine Zerkleinerung der Masseln und sehr grober Gufsbruchstücke, weil sie sonst leicht hängen bleiben und den regelmäßigen Niedergang des Schmelzgutes hindern.

Das Zerschlagen der Masseln mit dem Vorhammer ist eine anstrengende und zeitraubende Arbeit, um so mehr, je besseres und zäheres Eisen verschmolzen wird. Große Gießereien verwenden für diese Arbeit

Fallwerke, für die Masseln insbesondere Riemenfallwerke, die durch Spannen des Riemens von Hand und dadurch bewirktes Aufziehen des Fallklotzes mittels einer mechanisch angetriebenen Riemenscheibe betätigt werden oder auch die in den letzten Jahren von der badischen Maschinenfabrik in Durlach, sowie von Bopp & Reuther in Mannheim gebauten Masselbrecher mit Druckwasserbetrieb. Die Vorrichtung der letztgenannten Firma ist in Fig. 124 abgebildet.

In einem schweren Gufseisengestell ist ein ungleicharmiger Hebel so gelagert, daß seine Stirn mit einem Aufsatz auf dem Gestelle das Brechmaul bildet. Der Aufsatz hat an beiden Seiten je eine, der Hebel in der Mitte ebenfalls eine stählerne Brechschneide; in das von diesen Schneiden gebildete Brechmaul werden zwei Roheisenmasseln gelegt, in den rechts gelegenen Cylinder aber wird mittels eines Fußhebels Druckwasser gelassen. Der Kolben steigt und hebt den langen Arm des Hebels; der kurze drückt mit seiner Schneide gegen die Masseln und bricht diese durch. Ein Mann kann mit diesem Brecher in 1 Stunde etwa 100 Masseln zerkleinern, da er diese nur einzulegen und mit dem Fuße das Druckwasserventil zu öffnen hat.

Die Beförderung der Schmelzmassen auf den Setzboden erfolgt mit Aufzügen, die meist durch Dampf, neuerdings nach Einführung des Druckwassers in den Gießereibetrieb jedoch auch mit diesem betrieben werden. In beiden Fällen pflegt man, um den Weg des Kolbens abzukürzen, dessen Bewegung durch Einschalten einer Hebelvorrichtung oder eines Flaschenzuges ins Schnelle zu übersetzen.

Der Setzboden soll Raum bieten für die ganze Beschickung, insbesondere zur Aufstellung der bereits abgewogenen Roheisensätze eines Schmelzens, damit die Aufgeber während des Ofenganges nur das Abwiegen des Brucheisens und des Koks und das Aufgeben zu besorgen haben, also ihre volle Aufmerksamkeit dem genauen Einhalten der vorgeschriebenen Gattierung zuwenden können.

Die Arbeit am Ofen beginnt mit dem Anwärmen einige Stunden vor dem Blasen, bestehend im Entzünden eines Feuers im Herde, dem man durch Zuschütten von Koks (Füllkoks) bis auf  $\frac{1}{3}$  oder  $\frac{1}{2}$  der Schachthöhe für längere Zeit Nahrung giebt. Anfangs strömt die Luft durch Stichloch und Ausziehhür, später nur durch ersteres ein. Die Einführung eines schwachen Windstromes in den Herd selbst (s. Fig. 116) beschleunigt das Anwärmen wesentlich. Mit dem Setzen der Gichten wird begonnen, sobald sich Feuer vor den Formen zeigt, mit dem Blasen

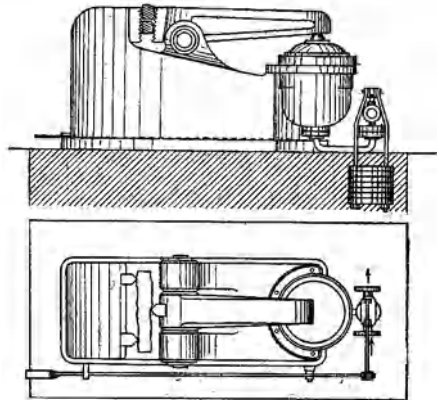


Fig. 124.

nach erfolgtem Füllen. Die Menge des Füllkoks richtet sich selbstverständlich nach der Größe des Ofens und beträgt etwa 10 kg auf 1 qdm des Ofenquerschnittes, d. i. für Öfen von

50	60	70	80	90	100 cm Durchmesser,
200	280	400	500	650	800 kg Koks.

Auch die Größe der Gichten richtet sich nach dem Ofenquerschnitte, wobei jedoch zu beachten ist, daß auf den Füllkoks zunächst eine weit größere Menge Eisen gesetzt werden kann, als die späteren Gichten enthalten. Nach Ledebur beträgt der Kokssatz auf 1 qm Schachtquerschnitt zweckmäßig 80 kg, der Eisensatz das 14—20fache, das ist 1,1—1,6 t auf die Flächeneinheit, während von anderen Seiten 55 kg Koks und die 13fache Menge Eisen (720 kg) angegeben wird. Der Aufwand an Schmelzkoks beläuft sich auf mindestens 4, meist auf 6—7 kg, zuweilen mehr, für je 100 kg Eisen. Die Höhe des Zuschlagssatzes hängt ab vom Aschengehalte des Koks und von der Menge des am Eisen haftenden Sandes. 15—20 % vom Koksgewicht genügen in der Regel, doch wird man gut thun, dem Füllkoks etwas mehr zuzuschlagen, um die Anreicherung des ersten Eisens an Schwefel aus dem großen Koksüberschusse zu verhindern. Schwefelreiche Koks erfordern ebenfalls höheren Kalksteinsatz. Saurere Schlacken als Singulosilikate zu bilden, ist aus diesem Grunde nicht ratsam. Auch aus Rücksicht auf die Erhaltung des Schamottefutters empfehlen sich basischere Schlacken mehr als stark saure.

Nach dem Anlassen des Gebläses bleibt das Stichloch behufs Anwärmens der Sohle offen, bis genügend heißes Eisen ausfießt; zu kaltes wird ausgegossen und wieder aufgegeben. Vorherde sind besonders anzuwärmen. Hat sich im Herd eine genügende Menge Eisen angesammelt, so sticht man es in die Gießpfannen ab, schließt das Stichloch, sobald die Schlacke erscheint, und wiederholt das Abstechen, wenn abermals ausreichend Eisen niedergeschmolzen ist. Während des Schmelzens müssen die Formen häufig von erstarrten Schlackenansätzen gereinigt werden; denn diese hindern den Windeintritt und verlangsamen so das Schmelzen erheblich. Ist sämtliches Eisen aufgegeben, so läßt man die Gichten etwa 2 m niedergehen, vermindert dann den Winddruck und bläst, bis kein flüssiges Eisen mehr vor den Formen niedertropft. Dann stellt man den Wind ab, sticht das letzte Eisen und die Schlacke ab, öffnet die Ausziehhür oder die Bodenklappe, zieht durch erstere die Koksreste aus dem Ofen oder läßt sie durch die Bodenöffnung herausfallen und löscht sie ab. Nach dem Erkalten des Ofens werden schadhafte Stellen mit Masse oder mit Steinen ausgebessert.

Die Bedienungsmannschaft besteht aus einem Schmelzer und einem oder zwei Aufgebern.

### c. Das Gießen.

Sehr häufig ist es nötig, die zur Füllung einer Form erforderliche Metallmenge wenigstens annähernd zu bestimmen, sei es um die Größe

des Einsatzes in den Schmelzöfen, den Inhalt des für die Beförderung des Metalles zu verwendenden Gefäßes oder die Anzahl der Tiegel zu kennen, welche zur rechten Zeit gleichmäßig gar sein müssen. Diese Menge läßt sich aus dem Rauminhalte des Gufsstückes und dem Volumengewichte des Gufsmetalles natürlich leicht berechnen, aber die Bestimmung der ersten Größe ist in der Regel ziemlich umständlich. Man hilft sich dann durch Wägen des Modelles und Vervielfältigung des erhaltenen Gewichtes mit einer von dem Volumengewichte des zum Modelle verwendeten Stoffes und dem des Gufsmetalles abhängenden Verhältniszahl. Wird ohne Modell geformt, so bleibt nichts anderes übrig, als den Inhalt der Form aus der Zeichnung des Gufsstückes zu berechnen.

Zu dem gefundenen Gewicht ist ein den Umständen entsprechender Betrag für Trichter, verlorenen Kopf und einen übrig zu behaltenden Rest zuzusetzen.

Eine Zusammenstellung der Verhältniszahlen zwischen den Gewichten der Modelle und Gufsstücke bringt folgende Tabelle:

Das Modell besteht aus	Der Abguß besteht aus			
	Eisen	Messing	Rotguß od. Bronze	Zink
Fichten- oder Tannenholz . . .	13,0—14,5	15,8	16,6—17,1	13,5
Eichenholz . . . . .	9,0—10,0	10,1	10,4—10,9	8,6
Buchenholz . . . . .	9,7—10,5	10,9	11,4—11,9	9,4
Lindenholz . . . . .	13,4	15,1	15,6—16,3	12,9
Birnbaumholz . . . . .	10,2	11,5	12,0—12,5	9,8
Birkenholz . . . . .	10,6—13,5	11,9	12,3—12,9	10,2
Erlenholz . . . . .	12,8—13,5	14,3	14,8—15,5	12,2
Messing . . . . .	0,84—0,95	0,93	0,99—1,00	0,81
Zink . . . . .	1,00	1,13	1,17—1,22	0,96
Gufseisen . . . . .	0,97	1,09	1,13—1,18	0,93
Aluminium . . . . .	2,75	3,2	3,3—3,4	2,60

Wird der Hochofenbetrieb so geleitet, daß des Roheisens Zusammensetzung den Bedürfnissen des Gießereibetriebes entspricht, so kann es erzeugungsflüssig vergossen werden. Der Kokshochofenbetrieb liefert aber nur ausnahmsweise ein solches Erzeugnis, weshalb man sich auf den Guß ganz grober Gegenstände wie Belagplatten, Gußschalen für Hochöfen u. s. w. beschränkt. Ganz allgemein erzeugte man früher aus Holzkohlenroheisen Gußwaren erster Schmelzung, da sich dies für Öfen, Topfwaren und anderen Handelsguß vorzüglich eignete, bzw. durch Füttern die erforderliche Zusammensetzung erhalten konnte. Heute wird jedoch fast nur noch umgeschmolzenes Eisen vergossen.

Wenn die Gußformen nahe dem Stichloche des Schmelzofens und tiefer liegen als dieses, so kann man das Metall unmittelbar in sie fließen lassen. Das ist z. B. der Fall, wenn die Herdgußformen dicht beim Masselbette des Hochofens hergerichtet oder wenn hohe Formen in einer Dammgrube untergebracht sind. Man bedarf jedoch dann immer noch einer Vorrichtung zur Regelung der Stromstärke.

Da es ferner wichtig ist, die Temperatur des Metalles der Größe und Wandstärke des Gufsstückes anzupassen, so muß in der Regel noch ein Behälter für dasselbe, ein Sumpf, zwischen Ofen und Form eingeschaltet werden. Man stellt ihn aus Sand her, unterstützt die Seitenwände durch Eisenplatten oder Stapel von Masseln und versieht ihn an der Ausflusstelle mit einem Schützen, welcher die Stromstärke regelt sowie Schlacken und andere auf dem Eisen schwimmende Unreinigkeiten zurückhält.

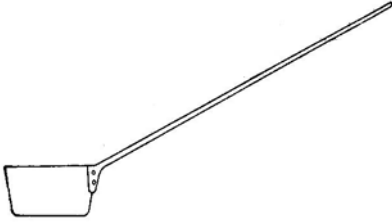


Fig. 125.

Die oben beschriebenen neueren Tiegelöfen sind zum unmittelbaren Gusse besonders hergerichtet worden; der Tiegel ist in ihnen so befestigt, daß er auch beim Kippen

des ganzen Ofens seine Stellung nicht verändert. Kleine Platöfen können sogar samt Inhalt an eine beliebige Stelle der Gießhalle getragen werden.

Viel häufiger findet die Beförderung des flüssigen Metalles vom Ofen zur Form in Gießspinnen statt. Das sind eiserne, mit einer schützenden Schicht ausgekleidete Gefäße, welche getragen oder durch Krane bewegt werden. Die kleinsten von einem Arbeiter zu tragenden Handpfannen oder Kellen (Fig. 125) haben entweder Halbkugelform oder die Gestalt eines kegeligen Topfes, sind aus Gußeisen hergestellt, mit einem angenieteten Stiel versehen und fassen etwa 10—15 kg Eisen. In Scher- oder Gabelpfannen (Fig. 126) kann schon bis zu



Fig. 126.

100 kg Metall fortbewegt werden; sie bestehen aus Kesselblech, haben Eimerform und werden in einer Schere oder Gabel, d. i. ein Ring mit einer gabel- und einer stielähnlichen Handhabe oder auch mit zwei gabelähnlichen, getragen, wozu mindestens zwei Mann, oft aber drei oder vier erforderlich sind. Größere Metallmengen müssen in Kranpfannen fortbewegt werden. Diese bestehen gleichfalls aus 5—10 mm starkem Kesselblech und sind in einem Ringe befestigt, an dessen Schildzapfen der Kranbügel eingreift. Gekippt werden sie mit Gabeln, die man über die am Ende vierkantigen Zapfen schiebt (Fig. 127) oder mit Wurmgetriebe und Schraubenrad (Fig. 128). Eine Sicherung gegen freiwilliges Umschlagen ist im letzteren Falle nicht nötig, wohl aber bei einfacheren Kippvorrichtungen, und zwar um so mehr, als behufs leichteren Kippens der Schwerpunkt der gefüllten Pfanne über der Auf-



hängeachse zu liegen pflegt; man bringt dann einen über den Kranbügel greifenden Überwurf an. Die Fig. 126 und 127 sind Abbildungen von Erzeugnissen der Firma C. SENSSEN-BRENNER in Düsseldorf-Oberkassel.

Pfannen für Flußeisen gießen in der Regel nicht über den Rand, sondern durch ein Ventil am Boden, welches aus einem Schamotteformstück für den Ausfluß und einem am unteren Ende der mit feuerfester Masse umkleideten Stopfenstange befestigten Schamottestopfen besteht. Zum Öffnen und Schließen des Ventiles bedient man sich eines Hebels, der an dem die Stopfenstange am oberen Ende fassenden Gleitstück angreift. Tiegelflußeisen wird unmittelbar aus den Tiegeln vergossen, deren Beförderung wie die einer Gabelpfanne erfolgt.

Beim Kippen ändert sich die Lage der Ausgußsstelle gegenüber dem Eingusse, so daß die Pfannen sowohl in senkrechter als in wäge-

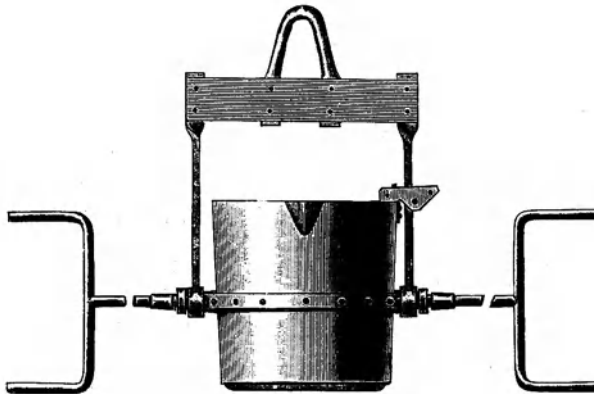


Fig. 127.

rechter Richtung bewegt werden müssen, damit der Metallstrahl immer in den Eingufs fließt. Um dies zu vermeiden, keilt Rast auf einem der Zapfen einen Kreisausschnitt *a* (Fig. 129) fest, der durch eine Kette *b* mit dem losen Trum der in *o* angehängten Krankette *c* verbunden ist.

Für das Gelingen des Gusses ist die Beurteilung der Temperatur des flüssigen Metalles von hoher Wichtigkeit. Die Temperatur darf um so niedriger sein, je massiger das Gufsstück ist; dünne Querschnitte erfordern auch dünnflüssiges, heißes Eisen. Die Lebhaftigkeit des Spieles des Eisens bietet einen Anhalt für das Schätzen. Das mit hoher Temperatur dem Ofen entströmende Metall läßt man in der Pfanne genügend weit abkühlen, wobei auch ein erheblicher Teil der gelösten Gase entweicht; dann entfernt man alle fremden Körper vom Flüssigkeitspiegel und hindert die sich bildenden Oxydschichten durch Vorhalten des Krampstokes am Eintritt in die Form. Das Zurückhalten der Schlacken wird sehr erleichtert durch eine Querwand, wie

sie Pacher in der Pfanne anbringt (Fig. 130) oder durch besondere Eingufsstücke aus Schamotte, die ebenfalls mit Querwänden versehen sind, unter denen her das Eisen erst zum Eingufstrichter gelangen kann.

Die Geschwindigkeit des Gießens hängt von der Form des Gufsstückes ab; auf jeden Fall muß das Eisen so rasch aus der Pfanne fließen, daß der Eingufskanal stets gefüllt ist; jede Unterbrechung des Eisenstromes kann unganze Stellen verursachen; denn infolge Bildung einer Oxydschicht auf dem bereits in die Form eingetretenen Metalle

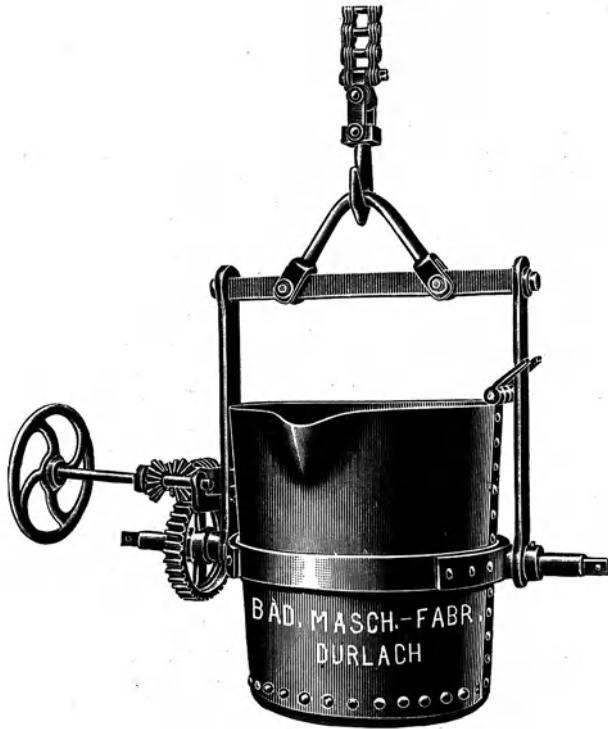


Fig. 128.

findet häufig nur unvollkommene Vereinigung mit dem nachfließenden statt.

Um die Stromgeschwindigkeit des Metalles zu Beginn des Gießens zu mäfsigen, schließt man die Windpfeifen vielfach mit lose aufgelegten Thonkugeln. Die aus der Form entweichenden Gase, Destillate des Steinkohlenpulvers, setzt man sofort in Brand.

Es verdient noch erwähnt zu werden, daß zur Erzeugung dichter Güsse die Formen sehr oft eine Fortsetzung nach oben hin erhalten, welche ebenfalls mit Eisen gefüllt und der verlorene Kopf genannt wird. Er ist vor dem Gebrauche des Gufsstückes zu entfernen und hat zum Zwecke, die aus dem flüssigen Metalle sich entwickelnden Gase und

andere in die Form gelangten fremden Körper aufzunehmen, sowie die Bildung von Lunkern infolge des Schwindens zu verhüten. Damit er diesen Zweck erfülle, muß das Eisen aus ihm in den Abguß nachfließen können; er muß zuletzt erstarren. Die Verbindung zwischen beiden wird unter Umständen durch Pumpen, d. h. durch Auf- und Abbewegen einer Eisenstange in dem Abgusse aufrecht erhalten, und wiederholt gießt man heißes Eisen nach, sobald der Flüssigkeitsspiegel sinkt. Beim Stahlformguß ist dieses Nachgießen durch den verlorenen Kopf besonders lange fortzusetzen, da die Schwindung des Flußeisens sehr groß ist. Das frühzeitige Erstarren des Kopfes verhindert man dadurch, daß seine Wand von einem glühenden Tiegel ohne Boden gebildet wird, den man über den Einguß setzt und mit Masse umgiebt.

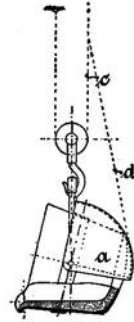


Fig. 129.

Das fälschlich Anschweißen genannte Verfahren, welches im Angießen eines Teiles an ein schon fertiges Gußstück besteht und sehr häufig zur Wiederherstellung wertvoller Gegenstände, wie z. B. kalibrierter Eisenwalzen, von denen ein Zapfen abgebrochen ist, benutzt wird, ist mit dem leicht oxydablen Eisen schwieriger auszuführen als mit anderen Metallen. Es gilt, die metallisch reine Bruchfläche bis zum Schmelzen zu erhitzen, damit sich das aufgegossene Metall mit dem vorhandenen Stück in derselben Art wie auf Eis gegossenes Wasser mit diesem vereinige.

Man gräbt zu diesem Zwecke das Gußstück in die Dammgrube ein, setzt die sorgfältig getrocknete Form für den anzugießenden Teil auf, erhitzt die durchaus reine Bruchfläche mit Holzkohlen bis zum Glühen und läßt dann so lange heißes Eisen durch die hierfür eingerichtete Form fließen, bis die Bruchfläche weich geworden ist, wovon man sich durch Tasten mit einem Eisenstab überzeugt. Dann füllt man die Form und den verlorenen Kopf mit Metall und läßt erkalten. Es hat sich wiederholt gezeigt, daß die Festigkeit an der Vereinigungsstelle nicht nur ebenso groß, sondern zuweilen sogar größer ist als an anderen.

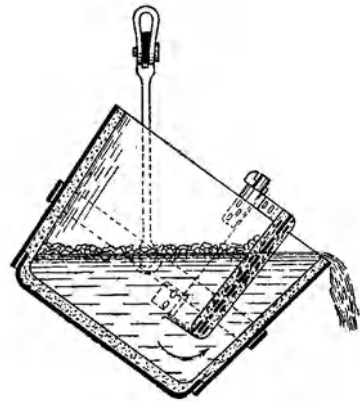


Fig. 130.

#### d. Fertigstellen der Gußwaren, Verschönern und Schutz gegen Rost.

Ehe die aus der Form kommenden Gußstücke in den Handel oder zu weiterer Verarbeitung gelangen können, müssen sie von den an-

haftenden Formstoffen gereinigt, von Gufsnähten, Graten und Trichter befreit und geputzt werden. In kleineren Gießereien wird diese Arbeit noch ausschließlich mit der Hand verrichtet; in größeren sind dafür mechanische Einrichtungen vorhanden.

Beim Putzen von Hand werden mit scharfen Drahtpinseln und -Bürsten die lose anhaftenden, mit Sandsteinen, Schleifsteinen und Smirgelscheiben die angebrannten Formstoffe, mit Hammer, Meißel und Feile die Grate und Reste von Trichtern entfernt. An Stelle der zuletzt genannten Werkzeuge tritt heute schon hie und da der Druckluftmeißel von Coy, der durch seine 8000—10 000 Schläge in der Minute durchaus saubere und glatte Flächen erzeugt. Ein mit ihm ausgerüsteter Arbeiter leistet mindestens so viel als vier die alte Werkzeuge handhabende.

gegenüber dem Arbeiter leistet mindestens so viel als vier die alte Werkzeuge handhabende.

Gegenstände von kleinen Abmessungen und einfacher Gestalt lassen sich gut in umlaufende eisernen Scheuertrommeln oder Rollfässern reinigen, wenigstens einfach gestaltete gegliederte Gegenstände aber nicht, weil das gegenseitige Abreiben des Sandes nur an der Oberfläche, nicht aber in den Vertiefungen erfolgt. Sie haben 0,5 bis 1 m Durchmesser und 1 bis 2 m Länge.

Die zu vielseitigster Verwendung geeignete Putzvorrichtung ist die von Tilghman erfundene Sandstrahlgebläse. Die Einrichtung eines solchen aus der Fabrik von A. Gutmann, Aktienges. für Maschinenbau in Hamburg

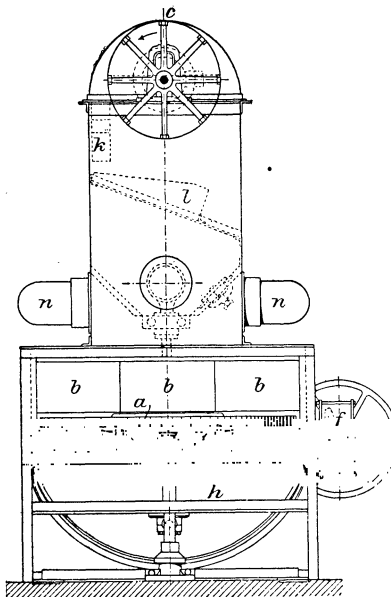


Fig. 131.

Ottensen, ist in den Fig. 131 und 132 dargestellt. Ein Drehtisch mit Rostplatte (für den Durchlaß des Sandes) trägt die zu putzenden Gegenstände; über ihm hängen Kautschukklappen *b* herab, so daß die größeren, innerhalb des Gehäuses befindliche Teile, auf dem die Putzvorrichtung vor sich geht, von dem kleineren, herausragenden Teil, auf dem die Aufsätze der zu putzenden Gufsstücke und das Abnehmen der geputzten Gufsstücke erfolgt, getrennt ist. Der Kautschukvorhang läßt die Gufsstücke hindurchtreten, hält aber den Sand zurück. Die Bewegung des Tisches erfolgt von der Riemenscheibe *c* aus durch den Riementrieb *d* und ein Winkelgetriebe *f*. Der Sand wird von dem Riemenbecherwerke aus einem Behälter unter dem Tische geschöpft, oben auf die Lunte geschüttet und fällt durch das Sieb *l* in einen das Windrohr *m* umgebenden trichterförmigen Kasten, von dem aus er in die Düse *g* gelangt.

um von dem Windstrom auf die Gufsstücke geschleudert zu werden. Durch den Tisch gelangt der Sand über die schiefe Ebene *h* wieder in den Schöpfraum. Durch die Rohre *n* wird aus dem Putzraume mittels eines Saugers feiner Staub entfernt.

Die Einrichtung des Gebläses geht aus den Fig. 133—135 hervor. Die Öffnungen des Trichterkastens zu beiden Seiten der schlitzförmigen Düse sind durch je eine Klappe (Fig. 135) mehr oder weniger verschließbar und lassen dann entsprechende Sandmengen austreten; diese gelangen in zwei wagerechte Kanäle, aus denen sie der Windstrom ansaugt und durch die Düse abwärts schleudert. Mehrere Blechwände in dem Rohre *m* dienen zu gleichmäßiger Verteilung des Windstromes von 500 mm Wassersäule Spannung.

Je nach der Gröfse erfordert ein Sandstrahlgebläse 1 oder 2 Mann Bedienung, die in der Stunde 600 bis 1500 kg Gufswaren putzen, und 3 bis 10 PS Arbeitsaufwand. Obgleich sich die Vorrichtung in der beschriebenen Einrichtung am besten für Gufsstücke von mäfsigen Abmessungen eignet, wird sie doch auch für Stücke von mehr als 2 m Länge, 300 mm Breite und 350 mm Höhe gebaut. Zum Putzen noch schwererer Stücke wird die Düsenvorrichtung beweglich aufgehängt und der Wind- oder Dampfstrom durch Schläuche zugeleitet.

Die Badische Maschinenfabrik hat an ihrer Gufsputzmaschine den Windstrahl durch die Schleudervirkung eines rasch umlaufenden Zellenrades ersetzt.

Die Wirkung des scharfen Sandes beschränkt sich nicht auf das Entfernen der Formstoffe, sondern erstreckt sich auch auf die Gufshaut, so dafs die Gufsstücke ihre blauschwarze Farbe verlieren und die graue des Eisens erhalten. Der Sandstrahl wirkt demnach ähnlich wie saure Beizen, die ebenfalls Anwendung gefunden haben. Nach Stahl wird seit einigen Jahren in Pittsburgh für diesen Zweck Flufssäure mit 1 bis höchstens 2 % Fluorwasserstoff verwendet, welche vor den anderen sonst gebrauchten Säuren (Schwefelsäure, Salzsäure) den Vorzug besitzt, nicht nur Eisen, sondern auch den Sand zu lösen und die Gufshaut rascher anzugreifen. Man beizt bei gewöhnlicher Temperatur in Holzgefäfsen 1 bis 2 Stunden lang und wäscht diejenigen Gufsstücke, die blank bleiben sollen, in heifsem alkalisch gemachtem Wasser. Das Verfahren eignet sich nur für kleine Gegenstände.

Die Bearbeitung mittels Werkzeugmaschinen und sonstige Schlosserarbeit fällt auferhalb des Gebietes der Eisengiefsereien; nur das Be-

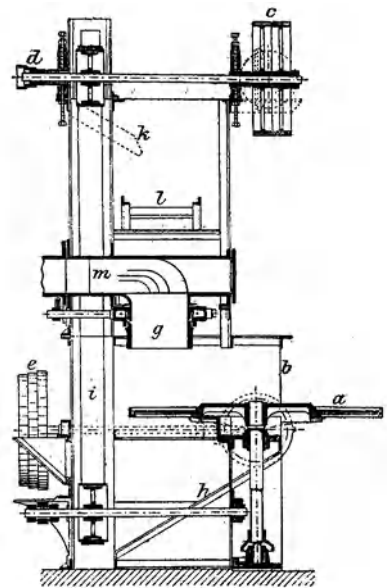


Fig. 132.

schlagen von Öfen, Fenstern und anderen Handelsgußwaren wird meist von ihnen selbst ausgeführt.

Beim Putzen sowohl als bei den Nacharbeiten werden Gußstücke mit kleinen Löchern und Sprüngen gefunden, die zwar das Aussehen stören, nicht aber den Gebrauchswert beeinträchtigen. Solche unganze Stellen kann man mit Kitt oder leichtflüssigen Legierungen ausfüllen, z. B. einer solchen aus 9 T. Blei, 2 T. Antimon und 1 T. Wismut, welche sich beim Erstarren ausdehnt.

Obwohl die meisten Gußwaren in rohem Zustande verwandt werden, so bedürfen doch auch viele eines Schutzes vor Rost und andere eines ansprechenden Äußeren. Die Zahl der Behandlungsweisen solcher Gußwaren ist groß.

Das einfachste ist das Schleifen auf Schleifsteinen oder Smirgelscheiben; der dann erforderliche Schutz gegen Oxydation wird, wenn

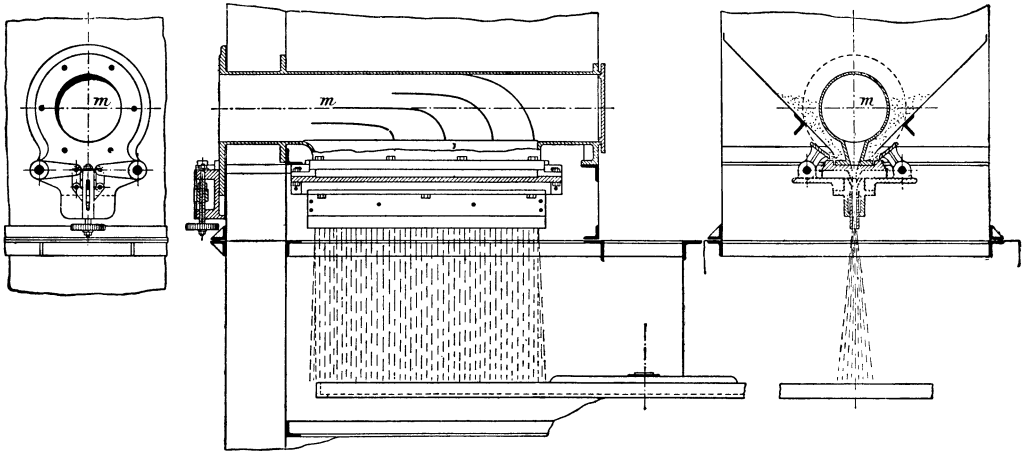


Fig. 133—135.

die Gußwaren nicht erwärmt werden, mittels eines durchsichtigen Lacküberzuges erzielt.

Metallische Überzüge können aufgeschmolzen werden, wie z. B. solche von Zinn oder Zink; meist stellt man sie aber auf galvanischem Wege her, wie solche von Kupfer, Nickel oder edlen Metallen.

Asphaltieren nennt man das Überziehen von Gußwaren mit eingedicktem Steinkohlenteer, welcher rasch trocknet und ihnen eine schwarze, glänzende Oberfläche giebt. Das Verfahren findet ausgedehnte Anwendung auf Röhren, die man in einem geeigneten Flammofen auf etwa 300° erhitzt und in ein Teerbad wirft; nach dem Herausnehmen läßt man sie entweder einfach ablaufen oder verreibt den Teer mit einem Pinsel. Da der Inhalt des Teerkessels durch etwas zu heiße Röhren nicht nur leicht in Brand gesetzt wird, sondern auch bei normaler Temperatur derselben nach und nach in dickes Pech übergeht,

das keine gleichmäßige Schicht mehr bildet, so ist es zweckmäßiger, die Röhren ganz mittels des Pinsels zu überziehen.

Unter Anstreichen versteht man das Überziehen mit undurchsichtiger Farbe, unter Firnissen und Lackieren aber das Anbringen eines durchsichtigen Überzuges, der allerdings häufig einen farbigen Anstrich zum Grund hat.

Das Emaillieren besteht im Aufschmelzen eines Glases, eines Silikates, das leichter schmilzt als das Metall selbst und nach dem Erkalten so fest an dessen Oberfläche haftet, daß es Schutz gegen chemische Einflüsse gewähren kann. Damit die Emaille auch bei Temperaturänderungen nicht abspringt, darf sie nicht spröde sein, und ihr Ausdehnungskoeffizient muß dem des Gufseisens möglichst nahe kommen. Diese schon nicht leicht zu erfüllenden Bedingungen werden noch verschärft, wenn auch Freiheit von giftigen Metalloxyden gefordert wird, wie z. B. bei Emailen für Kochgeschirre; denn gewöhnlich stellt man sie durch Zusammenschmelzen von Kieselsäure mit kohlen-sauren Alkalien und Bleioxyd her; das letztere muß dann durch andere Basen, wie Kalk, Thonerde, Magnesia ersetzt werden. Die genannten Bestandteile geben ein durchsichtiges Glas, welches durch Zusatz des nicht giftigen Zinnoxydes undurchsichtig und weiß, durch Kobaltoxyd blau gefärbt wird. Der Quarz und das Zinnoxyd wirken auf Strengflüssigkeit, Bleioxyd und Borax auf Leichtschmelzigkeit des Glases, der letztere auch auf Sprödigkeit. Die Leichtflüssigkeit wird deshalb besser durch gleichzeitige Verwendung mehrerer Erdbasen erzielt.

Der Kohlenstoff des Gufseisens wirkt reduzierend auf das Zinnoxyd und entwickelt Kohlenoxyd; dadurch erhält die Emaille nicht nur ein unschönes Aussehen, sondern wird auch blasig; es muß deshalb unmittelbar auf das Eisen ein zinnoxydfreies Glas, der Grund, zu liegen kommen, und erst darauf kann man eine dünne Schicht der gefärbten und glänzenden Deckmasse oder Glasur aufschmelzen.

Der strengflüssige und nicht spröde Grund besteht im wesentlichen aus Thonerdesilikat mit 65—75 % Kieselsäure, dem man noch Borax, Alkalien, Kalk, Magnesia, und wenn es gestattet ist, auch Bleioxyd zusetzt. Zur Entfärbung von Metalloxyden und Zerstörung organischer Substanzen dient Salpeter. Die Glasur besteht aus denselben Stoffen, nur wird noch der Farbstoff zugefügt, und der Kieselsäuregehalt ist nicht höher als 25—45 %. Die in eisernen Pfannen bezw. in hessischen Tiegeln eingeschmolzenen Gläser werden zu feinem Pulver gemahlen und mit Wasser zu sirupdicken Flüssigkeiten angemacht.

Das Emaillieren geschieht in folgender Weise: Das Gufstück wird mit scharfem Sande blank geschleuert, nicht gebeizt, in kochendem Wasser erwärmt und rasch getrocknet. Dann übergießt man den Gegenstand mit der Grundmasse, reibt diese mit einer scharfen Bürste in die Poren des Eisens ein, übergießt noch einmal damit und läßt den Überschuß ablaufen.

Die dünne, feuchte Schicht (dick aufgetragen bröckelt der Grund

ab oder er bildet Blasen) wird an einem warmen Orte getrocknet und dann in einem Muffelofen, der Schutz gegen Flugasche u. s. w. gewährt, bei heller Rotglut binnen 10—20 Minuten eingebrannt, wobei sie nur sintern, nicht schmelzen darf. In zu hoher Hitze wird der Grund infolge Bildung von Eisenverbindungen schwarz; in zu niedriger Temperatur bleibt er lose und läßt sich abreiben. Behufs Auftragens der Glasur feuchtet man die grundierten Gegenstände mittels eines Schwammes an, gießt die flüssige Deckmasse darüber, trocknet sie erst schwach, dann stärker, bis ein Wassertropfen darauf siedet und brennt sie nochmals 10—20 Minuten bei Rotglut.

Eine gute, brauchbare Emaille muß nach dem Trocknen so weich sein, daß sie mit dem Finger abgerieben werden kann, durch das Brennen soll sie aber vollständig fest werden, keine Blasen werfen, sich erhitzen lassen und Stöße aushalten, ohne abzuspringen. Emaillierte Kochgeschirre werden noch heiß äußerlich mit Teer geschwärzt.

Ein neueres Schutz- und Verschönerungsverfahren, das Inoxydieren, d. h. die Erzeugung einer dünnen Schicht von Eisenoxyduloxyd, die angenehm schieferblaue Farbe hat und von den Atmosphärien nicht beeinflusst wird, hat sich nicht bewährt, da bei mäßiger Temperatur die Schutzschicht nicht dick genug wurde und bei genügender Höhe die Gufsstücke ihre Form veränderten.

## D. Die Herstellung besonderer Arten von Gufswaren.

### a. Hartgufs.

Als Hartgufs bezeichnet man Gufsstücke, welche teils aus grauem, teils aus weißem Roheisen bestehen, und zwar derart, daß das letztere die harte, für Werkzeuge unangreifbare Schale, das erstere den weichen, zähen und die Festigkeit des Ganzen gewährleistenden Kern bildet. Dazu kann nur ein solches Roheisen verwendet werden, in dem der grafitbildende Einfluß des anwesenden Siliciums insoweit durch den Mangangehalt ausgeglichen wird, daß es in der Hand des Gießers liegt, durch Regelung der Abkühlung das Eisen als weißstrahliges oder als graues erstarren zu lassen. Gießt man derartiges Eisen in ganz oder teilweise aus Metall bestehende Formen, welche der Oberfläche der Gufsstücke die Wärme so rasch entziehen, daß deren Erstarrung fast augenblicklich nach dem Einfließen erfolgt, so zeigt sie die erwünschte harte weißstrahlige Kruste, während das allmählich erkaltende Innere feinkörnig und grau erstarrt.

Das erforderliche Verhältnis des Mangans zum Silicium läßt sich nicht zahlenmäßig angeben, da ja die Temperatur und Stärke der eisernen Gufsformen, der Kokillen, und die Temperatur des flüssigen Eisens auf den Grad der Abschreckung ebenfalls von Einfluß sind. In der That arbeitet man auch mit verschiedenen zusammengesetzten Eisensorten. Während in Deutschland, Österreich und Frankreich Hartgufs aus stark halbiertem, sehr festem Eisen, wenn möglich aus Holzkohlen-



roheisen in verhältnismäßig dünnen Kokillen erzeugt wird, pflegen sich die englischen Werkstätten, weil ihnen vorwiegend schwachhalbiertes Koksroheisen zu Gebote steht, sehr schwerer Gufsschalen (bis zum  $1\frac{1}{2}$ fachen Gewichte der Gufsstücke) zu bedienen.

Der Schwerpunkt der Hartgufserzeugung liegt in der Auswahl des Roheisens, die um so vorsichtiger erfolgen muß, als aufer dem Weifwerden der Kruste auch der Unterschied der Ausdehnungskoeffizienten des weifsen und des grauen Teiles und die dadurch hervorgerufene Spannung Beachtung erfordert. Auf keinen Fall darf sich die Spannung nach außen hin bemerklich machen, weder durch Werfen noch durch Bildung von Hartborsten, d. s. Risse im gehärteten Teile, welche dadurch entstehen, daß derselbe schon stark schwindet, während das Innere entweder noch flüssig ist und nicht oder beim Erstarren als graues Eisen doch weniger stark schwindet. Diese Risse klaffen dann entweder auseinander oder füllen sich mit dem noch flüssigen Eisen, das aber durch die jetzt erhitzte Gufsschale nicht mehr genügend gehärtet wird, so daß das Erzeugnis auf alle Fälle eine Fehlstelle aufweist und unbrauchbar ist.

Diese Hartborsten entstehen auf jeden Fall, wenn die Elasticität und Festigkeit der stärker schwindenden abgeschreckten Schale nicht groß genug ist, um dem hohem Drucke des weniger schwindenden Kernes Widerstand zu leisten. Man schützt sich vor ihnen durch Prüfung des Roheisens bzw. der für Hartgufszwecke hergestellten Eisenmischung auf die in Frage kommenden Eigenschaften, indem man Stäbe von bestimmtem Querschnitt auf eine gewisse Länge freitragend aufhängt und mit einem gleichbleibenden Gewichte belastet; sie dürfen dabei weder dauernde Formveränderungen annehmen noch brechen. Eine zweite Prüfung bezieht sich auf den Abschreckungsgrad des Eisens und wird ausgeführt, um über die erforderliche Dicke der Gufsschale Klarheit zu erlangen. Man gießt es zu diesem Behuf in eine Form, die z. T. aus Eisen besteht und deren Fähigkeit zur Wärmeentziehung der Größe nach bekannt ist, z. B. in eine Cylinderform, deren Boden eine Eisenschale bildet, während sie im übrigen aus Sand besteht. Die Dicke der weifsen Kruste giebt dann den erwünschten Aufschluß.

Die Dicke der weifsen Schicht muß sich in gewissen Grenzen halten; sie kann bei schweren, starken Gufsstücken natürlich stärker sein als bei leichten und dünnen, und da sie aufer von der Zusammensetzung des Eisens auch von dem Gewichte der Kokille abhängt, so hat sich dieses jedesmal den Verhältnissen anzupassen, sich nach dem Gewichte des Abgusses zu richten. Während zu schwere Kokillen dünne Abgüsse durch und durch abschrecken und somit spröde machen, ist die Wirkung zu leichter nur schwach, da sie rasch heiß werden, sich ausdehnen und dann, nachdem sie den schwindenden Abguß nicht mehr berühren, auch nicht mehr Wärme entziehen können. Die Entstehung der Hartborsten wird durch den Hohlraum zwischen Form und Abguß ebenfalls begünstigt. Bei der Formgebung metallener Gufsschalen ist

ferner darauf zu achten, daß die Abgüsse in denselben schwinden können und nicht von einzelnen Formteilen daran gehindert werden.

Um die Anwendung sehr schwerer Gußschalen zu vermeiden und trotzdem kräftiges Abschrecken des Eisens zu erzielen, werden sie zum

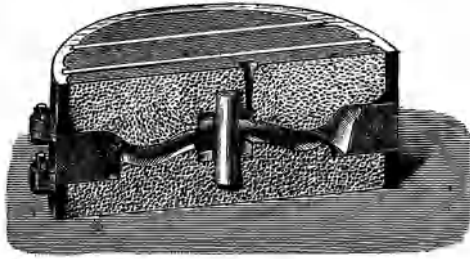


Fig. 136.

Kühlen mittels Wasser mit entsprechenden Hohlräumen versehen. Eine Regelung der Temperatur und damit der abschreckenden Wirkung kann durch gleichzeitiges Einlassen von Dampf erreicht werden. Andererseits läßt sich der Einfluß einer Eisenschale abmindern, indem man sie mit einer dünnen Schicht Lehm

oder Formmasse austreicht. Um in dieser Schicht Gasabzüge zu schaffen, werden in Einschnitte der Schale Wachsfäden gelegt, die beim Trocknen der Lehm- oder Masseschicht ausschmelzen und feine Kanäle zurücklassen. Wird die Schutzschicht nur sehr dünn gemacht (2 mm), so wird die Wirkung der Gußschale nicht vermindert aber verlangsamt,

so daß die Oberfläche des Gußstückes weniger spröde ausfällt, als wenn die Form nur mit Grafit ausgestrichen ist.

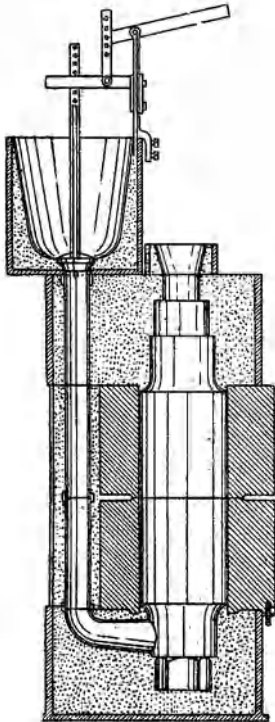


Fig. 137.

so daß die Oberfläche des Gußstückes weniger spröde ausfällt, als wenn die Form nur mit Grafit ausgestrichen ist. Sollen die Gußstücke nur an einzelnen Flächen gehärtet werden, so macht man auch nur die betreffenden Formteile aus Metall, die übrigen aus Sand oder Masse, für Laufäder z. B. nur den für die Lauffläche (*a* in Fig. 136), für Hartwalzen den für den Bund (Fig. 137) u. s. w. Die Schalen- und Kastenteile werden durch Dübel und Ösen in der bekannten Weise aufeinander befestigt. Vor der Benutzung werden die Schalen sorgfältig von Rost gereinigt, mit trockenem gepulverten Grafit abgerieben und behufs Vermeidung des Springens sowie zur Entfernung an der Oberfläche verdichteter Gase schwach angewärmt.

Die Temperatur, welche das Eisen beim Vergießen hat, ist hier nicht nur von der Schwindung, sondern in höherem Grade von der zu erzielenden Dicke der harten Schicht und der Größe des Abgusses abhängig. Je mehr sich die Temperatur dem Erstarrungspunkte nähert, desto kräftiger wirkt die Form wärmeentziehend; desto leichter erhalten auch

schwere Gufsstücke harte Oberfläche; je leichter und dünner der Abgufs ist, desto wärmer mufs auch das Eisen vergossen werden.

Die Abkühlung der Hartgufsstücke bedarf besonders grofser Aufmerksamkeit, da sie sowohl Neigung zum Werfen wie zum Zerspringen haben; ersterem begegnet man durch Festspannen der Abgüsse auf der eisernen Form, letzterem durch allmähliches Erkaltenlassen in derselben bezw. in besonders dazu hergerichteten, vor raschem Luftwechsel geschützten Räumen.

#### b. Temper- oder schmiedbarer Gufs.

Es sind zwei durchaus verschiedene Vorgänge, die man Tempern nennt; der Umstand, dafs die Wirkungen beider in einer in die Augen fallenden Hinsicht einander ziemlich nahe kommen, nämlich darin, dafs durch dieselben harte und spröde Gufswaren weich, zäh und für Werkzeuge angreifbar gemacht werden, ist die Ursache, dafs beide mit demselben Namen belegt wurden und dafs der Unterschied nicht immer erkannt wird.

Die Erfahrung lehrte, dafs weifse, spröde Gufsstücke durch anhaltendes Glühen unter Luftabschlufs grau und weich werden. Während aber in dem einen Falle die Änderung nur in der Überführung des gebundenen Kohlenstoffes in freien (Grafit) besteht, so dafs das Material auch nach dem Glühen noch Roheisen ist, wird dasselbe im anderen entkohlt und in schmiedbares Eisen verwandelt. Der erste Prozeß ist ohne gröfsere Bedeutung und dient wohl nur als gelegentliches Aushilfsmittel, um wider Willen weifs gewordene Gufsstücke gebrauchsfähig zu machen. Der zweite Prozeß hat sich dagegen zu hoher Blüte entwickelt, da mit seiner Hilfe kleinere Gegenstände, wie Teile von Näh-, Strick- und landwirtschaftlichen Maschinen, Schlofssteile und Schlüssel, Förderwagenräder u. dgl. wesentlich billiger ebenso dauerhaft hergestellt werden können, wie durch Herausarbeiten aus dem Vollen in schmiedbarem Eisen.

Das Verfahren beruht darauf, dafs das Roheisen, wenn es in glühendem Zustande mit Oxydationsmitteln (als solche dienen gewöhnlich gemahlener Roteisenstein, Brauneisenstein, Hammerschlag, Auslaugungsrückstände) dauernd in Berührung bleibt, Kohlenstoff verliert. Die Oxydation des letzteren, welche auf Kosten des Sauerstoffgehaltes der Glühmittel stattfindet, erfolgt natürlich zuerst an den Berührungsflächen zwischen diesen und dem Eisen, erstreckt sich aber nach und nach bis in das Innere des Gufsstückes und geht bis zu fast vollkommener Entkohlung. Ein Eisenstück, welches nicht genügend lange der oxydierenden Einwirkung ausgesetzt war, ist nahe seiner Oberfläche fast entkohlt; der Kohlenstoffgehalt nimmt aber nach dem Innern hin zu. Man glaubt deshalb, dafs der Kohlenstoff von Molekül zu Molekül durch das feste Eisen wandert, bis er an der Oberfläche vergast wird; denn je länger der Prozeß anhält, desto weitere Fortschritte macht die Entkohlung.

Dieser eben geschilderten Einwirkung unterliegt aber nur gebundener Kohlenstoff; es kann also nur weißes Roheisen mit Erfolg getempert werden. Die Zusammensetzung desselben ist nicht gleichgiltig. Der Kohlenstoffgehalt soll nicht sehr hoch sein, etwa 3—3,5 ‰, da mit der Menge desselben die Dauer des Prozesses wächst; noch mehr drängt aber die Gefahr der Umwandlung in Grafit durch das mitanwesende Silicium zur Wahl kohlenstoffarmer Eisensorten. Man begegnet ihr durch Vermeidung irgend erheblicher Siliciummengen und beschränkt dieses Element auf etwa 0,6 ‰. Der Manganengehalt soll 0,6 ‰ ebenfalls nicht überschreiten, da ein höherer Betrag die Entkohlung ungemein

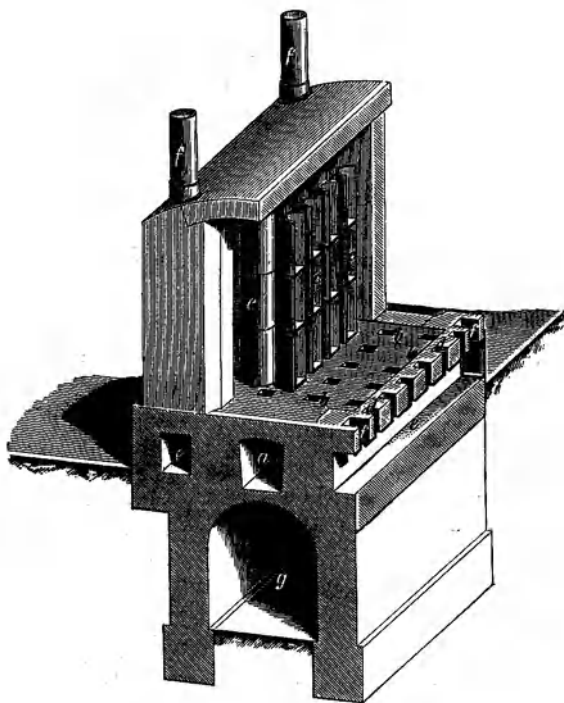


Fig. 138.

erschwert bezw. verhindert. Wenn wir noch beachten, daß manganreiches Eisen besonders stark schwindet, gern lunkert und Spannungen annimmt und daß es große Lösungsfähigkeit für Gase besitzt, so ist die Notwendigkeit des Fernhaltens größerer Manganmengen nach jeder Richtung dargethan. Außer dem Kohlenstoff unterliegt kein anderer Bestandteil der Oxydation; ihre Menge bleibt dieselbe; der Prozentsatz wächst um ein Geringes. Das ist besonders hinsichtlich des Schwefels und des Phosphors zu beachten, die auch in kleinen Mengen auf schmiebares Eisen viel schädlicher einwirken als auf Roheisen; man darf

deshalb nur sehr reine Eisensorten verwenden. Allerdings wird dadurch das Gießen erschwert; man muß sich aber zwecks Erzeugung zäher und fester Waren diese Schwierigkeit gefallen lassen und darf sie nur durch Vermehrung des Siliciumgehaltes bis auf die zulässige Grenze abzumindern suchen. Das Einschmelzen des Eisens erfolgt, wenn es sich um Herstellung kleiner Gegenstände handelt, vielfach im Tiegel, weil es dabei nur wenig verändert wird. Für Massenerzeugung, z. B. der getemperten Förderwagenräder, schmilzt man natürlich im Kupolofen, muß aber dann

erschwert bezw. verhindert. Wenn wir noch beachten, daß manganreiches Eisen besonders stark schwindet, gern lunkert und Spannungen annimmt und daß es große Lösungsfähigkeit für Gase besitzt, so ist die Notwendigkeit des Fernhaltens größerer Manganmengen nach jeder Richtung dargethan. Außer dem Kohlenstoff unterliegt kein anderer Bestandteil der Oxydation; ihre Menge bleibt dieselbe; der Prozentsatz wächst um ein Geringes. Das ist besonders hinsichtlich des Schwefels und des Phosphors zu beachten, die auch in kleinen Mengen auf schmiebares Eisen viel schädlicher einwirken als auf Roheisen; man darf

die unvermeidliche Einwirkung des Umschmelzens auf das Eisen von vornherein in Rücksicht ziehen.

Das Tempern wird entweder in guß- bzw. flusseisernen Gefäßen oder in gemauerten Räumen ausgeführt; das letztere ist, trotz des schwierigeren Ein- und Austragens, bei größeren Gegenständen üblich. Fig. 138 stellt einen Ofen zum Glühen in Töpfen *c* dar, welche zu je dreien übereinander stehen und von der auf dem Rost *a* erzeugten und durch zahlreiche Öffnungen *b* in den Heizraum eintretenden Flamme allseitig umspült werden. Die beiden Längswände des Ofens enthalten die Abzugskanäle *d* für die in *e* sich sammelnden und durch die Schornsteine *f* abzuführenden Verbrennungsgase; *g* ist der Aschenfall.

Die zu tempernden Gegenstände werden, nachdem der Boden der etwa 0,3 m weiten und 0,5 m hohen Töpfe mehrere Centimeter hoch mit Glühpulver bedeckt ist, mit größter Sorgfalt und unter Vermeidung jeder Berührung untereinander oder mit dem Gefäß eingelegt; die Zwischenräume füllt man mit Pulver aus, bedeckt sie mit einer Schicht desselben, wiederholt das Einlegen und fährt so bis zu vollständiger Füllung fort; die mit dünnen Deckeln verschlossenen Gefäße werden dann in den Ofen gesetzt, den man zumauert, langsam anheizt, eine der Wandstärke der Gußstücke entsprechende Zeit auf Hellrotglut hält und zum Herausnehmen der Gefäße wieder abkühlen läßt. Die großen Wärme- und Zeitverluste, welche diese Betriebsweise mit sich bringt, können sehr vermindert werden durch Anwendung der v. Quersfurth'schen Öfen mit beweglichem Herde, die das Ausfahren der geglühten und unmittelbar darauf das Einfahren neuer Töpfe in den heißen Ofen gestatten.

Glüht man in gemauerten Kammern, die von zahlreichen Gaskanälen umgeben sind, so erfolgt das Eintragen auf ähnliche Weise. Ist der Glühraum bis auf einige Späheöffnungen vermauert, so heizt man an und bringt ihn binnen zwei Tagen auf Hellrotglut, erhält ihn auf dieser drei Tage und läßt allmählich, während etwa zwei Tagen, abkühlen. Je größer die Gußstücke sind, und je weiter sie entkohlt werden sollen, desto länger ist die höchste Temperatur einzuhalten. In zu niedriger Temperatur schreitet der Prozeß sehr langsam voran, in zu hoher verbrennen die Gefäße rasch; das z. T. reduzierte Glühpulver sintert mit den Gußstücken zusammen und verunziert dieselben.

Der Oxydationsvorgang wird nach Rott ferner erheblich beschleunigt durch Herstellung inniger Berührung zwischen Gußstück und Oxydationsmittel. Diese erzielt man durch Anrühren des gepulverten Roteisensteines mit Kalk und Wasser zu einem Brei, in den die noch warmen Gußstücke wiederholt eingetaucht werden; er bildet so eine am Eisen festhaftende Kruste, die durch Aufstreuen von Erzpulver bis zu 1 cm verstärkt wird.

Die Stücke kommen nun ohne weitere Einpackung in die dünnwandigen, immer auf Glühhitze gehaltenen Tempergefäße, in denen sie rasch glühend werden, so daß der Oxydationsvorgang nach 1—2 Stunden

beginnt. Die rasche Erhitzung, die infolge der innigeren Berührung viel kräftigere Entkohlung, und eine geeignete Bauart des Ofens, welche ohne Herausnehmen der Gefäße das Ein- und Austragen der Gufsstücke gestattet, bewirken zusammen, daß diese nach 48 Stunden durchgetempert sind. Starke Gufsstücke brauchen einen Tag mehr, wenn man sie nicht mittels der Abhitze vorher in einem Glühofen vorgewärmt hat, in dem man sie nach dem Tempern auch wieder abkühlen läßt. In ähnlicher Weise verfährt von Querfurth, der aus Temperpulver, Kalk- und Lehmilch einen dicken Brei herstellt, die zu tempernden Gegenstände in Holzgefäße legt und mit dem Brei übergießt. Dann wird das Ganze getrocknet, das Holzgefäß abgezogen und der verbleibende Kern mit einer feuerfesten Masse zum Schutze der Gufsstücke gegen die Flamme überzogen. So werden gleichzeitig die raschem Verbrennen unterliegenden Tempergefäße ganz gespart.

Nach dem Abkühlen und Austragen wird jedes Stück auf Weichheit geprüft und geputzt; nicht genügend entkohlte, also noch zu harte Stücke, werden einer zweiten Glühung unterworfen.

### c. Flufseisengufs.

Als Gufsmetall kam in früherer Zeit, d. h. in den ersten 25 Jahren nach der Erfindung des Stahlformgusses, nur Tiegelstahl in Frage; heute dagegen wird weitaus der meiste Stahlformgufs aus Martinmetall erzeugt. Die öfter wiederholten Versuche, auch das Birnenflufseisen zu vergießen, sind erst in den letzten 6—7 Jahren von Erfolg gekrönt worden. Von einigen wenigen Gießereien wird auch nach dem Verfahren von Nordenfeldt ganz weiches, im Tiegel umgeschmolzenes Eisen zu den Mitis- oder Weichgufs genannten Erzeugnissen vergossen.

Bezüglich der Erzeugung der verschiedenen Flufseisensorten muß auf Teil II dieses Werkes, die „Eisenhüttenkunde“, verwiesen werden; es sei nur erwähnt, daß die Hindernisse, welche sich der Verwendung von Birnenflufseisen entgegenstellten, nämlich dessen zu großer Gasgehalt und zu niedrige Temperatur, wenn es in kleinen Birnen erzeugt wurde, durch die Erfindung von Walrand und Légéniscl überwunden worden sind. Der Kunstgriff besteht darin, daß man nach vollendeter Entkohlung dem Bade Siliciumeisen zusetzt und noch kurze Zeit bläst; das verbrennende Silicium entwickelt so viel Wärme, daß das Metall sehr dünnflüssig wird und gleichzeitig entgast. Hohe Temperatur des Metalles ist aber Erfordernis, damit die Formen großer, dünnwandiger Gufsstücke, wie man sie besonders in Schweden in vorzüglicher Ausführung herstellt, gut auslaufen. Auch das Martinmetall ist bei so hoher Temperatur zu schmelzen, daß nicht alles Silicium oxydiert, andernfalls das Bad zu viel Gas aufnimmt.

Die Menge des zurückbleibenden Siliciums soll, wenn man den höchsten Grad von Zähigkeit zu erreichen wünscht, 0,25 % nicht überschreiten und der Gehalt an Mangan so gering wie möglich sein. Ist

die Erreichung hoher Festigkeit beabsichtigt, so soll das möglichst durch Erhöhung des Kohlenstoffgehaltes oder noch besser durch Zusatz einer genügenden Menge Nickel oder Chrom geschehen.

Das häufig angewendete Mittel, Dünnsflüssigkeit des Metalles durch Zusatz einer, wenn auch geringfügigen Menge Aluminium zu erzielen, hat sich in schwedischen Stahlgießereien als nicht einwandfrei herausgestellt; es scheint, daß ein Zusatz von 0,002 % Aluminium ausreicht, die Zugfestigkeit des Metalles zu vermindern; jedenfalls aber befördert er bereits deutlich die Neigung des Eisens, im Innern schwerer Stücke mit großen Flächen zu krystallisieren. Diese Krystalle sind durch Ausglühen nur zum Teil wieder zu zerstören. Man wendet deshalb dort Aluminium nur beim Gusse von Handelswaren, nicht aber von Geschossen, Geschützen und Panzerplatten an.

Man gießt das Metall aus der Birne oder sticht es aus dem Martinofen ab in eine große Pfanne mit Ventil im Boden und läßt es in dieser für den Guß schwerer Stücke entsprechend abkühlen, für den Guß leichter und dünner aber läßt man die erforderliche Menge in Tiegel- oder Handpfannen fließen und gießt aus diesen, weil man die Beobachtung gemacht hat, daß der Guß glätter ausfällt, da ein schwächerer Strom nicht so leicht Teilchen von der Formwand hinwegspült. Tiegelstahl wird immer unmittelbar aus den Schmelztiegeln vergossen.

Für die Gußformen selbst genügt die allgemein gebräuchliche Masse aus Schamotte, Tiegelscherben und fettem, feuerfestem Thon, solange man nur kleine Stücke erzeugt und harten Stahl mit niedriger Schmelztemperatur vergoß; an große Stücke und an weiches, sehr heißes Flußeisen brennt sie stark an, hindert auch durch ihre Festigkeit das Schwinden kräftig gegliederter Formstücke. Man ging deshalb zur Verwendung von Sand mit klebrigen Bindemitteln über und benutzt heute entweder ganz reinen, weißen Quarzsand, wie er z. B. bei Herzogenrath vorkommt, oder ganz reinen gemahlenden Quarzit, beide von 99 % Kieselsäuregehalt, und bindet diese mageren, gänzlich unbildsamen Stoffe mit Melasse, Lösung von Tischlerleim, Bier, Weizenmehl oder auch wenig sehr fettem Thon. Von Wichtigkeit ist die Einhaltung eines bestimmten Feinheitsgrades, damit die Formen gut durchlässig sind und doch nicht durch zu grobes Korn rauhe Oberflächen erzeugen. Als bester Überzugstoff hat sich eine Aufschwemmung von Infusorienerde in Leimlösung erwiesen.

Die Formen müssen gut Luft haben und, falls für kleine Gußstücke bestimmt, sehr vollständig getrocknet sein. Schwere Güsse sind nicht so empfindlich gegen etwas Feuchtigkeit in der Form.

Da das Flußeisen sehr stark schwindet, so lunkern die Güsse leicht; man verhindert das durch sehr lange fortgesetztes Pumpen und Nachgießen, oder, wenn die Form ersteres nicht gestattet, durch Aufsetzen eines glühenden Ringes aus Schamotte oder eines Tiegels ohne Boden auf den Einguß, den man außen mit Formsand umhüllt, um die

Abkühlung zu verlangsamen, innen aber mit flüssigem Metalle füllt. Aus diesem Vorratsbehälter, dessen heisse Wände das Erstarren des Inhaltes verzögern, fließt dann noch lange Zeit Metall durch den Eingufs in die Form nach und füllt sie in allen ihren Teilen an. Dieses Nachfließen dauert oft sehr lange, um so länger, je größer das Gufsstück ist.

Eine nie zu vernachlässigende Vollendungsarbeit besteht im Ausglühen der fertigen Gufsstücke. In besonders dazu erbauten Flammöfen werden letztere, falls man sie nicht noch heifs einsetzt, allmählich auf Rotglut erhitzt (und das ist immer vorzuziehen), worauf man sie allmählich kalt werden läßt. Zweck des Ausglühens ist einmal in den Erzeugnissen vorhandene, durch die Unnachgiebigkeit der Schamotteformen hervorgerufene Spannungen verschwinden zu machen, ein andermal eine Umlagerung der Moleküle zu veranlassen, mit anderen Worten, das krystallinische Gefüge zu zerstören.



Zweite Abteilung.

# Formgebung auf Grund der Dehnbarkeit. Schmieden, Walzen, Ziehen.

Von

Professor **Albert Brovot**,  
Direktor des Stahlwerkes Differdingen.

---

## A. Die Formen des bearbeiteten Eisens.

Das schmiedbare Eisen kommt nur in geringer Menge in der Gestalt in den Handel, in der es erzeugt wird. Den weitaus größeren Teil bringt der Eisenhüttenmann in eine für die weitere Bearbeitung durch den Handwerker oder für unmittelbare Verwendung geeignete Form.

Ein Teil dieser Formgebungsarbeit erfolgt unter Hämmern, ein anderer zwischen Walzen, und wir können deshalb das aus dieser Arbeit hervorgehende Eisen zunächst in die beiden großen Gruppen der Hammerwerkserzeugnisse oder Schmiedestücke und der Walzwerkserzeugnisse trennen.

Die Formen der Schmiedestücke sind so zahlreich wie die Bedürfnisse, die diesen ihre Form vorschreiben. Die Herstellung derselben erfolgt darum jeweils nach besonderen Angaben und kann aus diesem Grunde niemals in demjenigen Sinne Gegenstand hüttenmännischer Massenerzeugung werden wie die des Walzeisens, dessen einfache prismatische Formen mit stark vorwaltender Längenentwicklung eine mehr schablonenmäßige Herstellung erlauben.

Die Erzeugnisse des Walzwerkes nennen wir:

Stabeisen, wenn die Länge gegenüber dem verhältnismäßig einfachen vollen Querschnitte stark vorherrscht;

Blech, wenn sie zwei besonders stark entwickelte Abmessungen besitzen;

Draht, wenn der Querschnitt sich auf die allereinfachsten geometrischen Figuren beschränkt und gegenüber der Länge verschwindend klein ist, und

Röhren, wenn sie bei stark vorherrschender Längsrichtung einen hohlen prismatischen Körper vorstellen.

## a. Das Stabeisen.

Dasselbe zerfällt in drei durch die Verwendung scharf von einander getrennte Gruppen, die wir als Handelseisen, Baueisen und Eisenbahnmateriale bezeichnen können. In Nachstehendem mögen die wichtigsten Vertreter der einzelnen Gruppen kurz beschrieben werden.

Unter Handelseisen verstehen wir diejenigen Stabeisensorten, welche vorzugsweise dem handwerksmäßigen Gebrauche gewidmet sind und darum auf dem Wege des Kleinhandels in den Verkehr kommen. Es wird in zahlreichen, aber meist geometrisch einfachen Querschnittsformen (Taf. I Fig. 1—11) erzeugt und führt bei einem kleineren Querschnitte als 7 qcm Inhalt den Namen Feiseisen. Hierhin gehören vor allem das Quadratische und das Rundeisen, deren Querschnittsform durch den Namen beschrieben ist und das Flacheisen — von rechteckigem Querschnitte —, welches in Breite und Dicke die größte Verschiedenartigkeit der Abmessungen zulässt und dessen über 150 mm breite Sorten den Namen Breiteisen führen, während die sehr dünn ausgewalzten Sorten als Bändeisen bezeichnet werden. Alle diese Stabeisensorten werden durch einfache Angabe der Querschnittsmaße bestimmt. Für Bändeisen bestehen außerdem besondere Lehren, deren Nummern bestimmte Dicken des Bändeisens bedeuten. Besonders gebräuchlich sind die deutsche, die englische und die süddeutsche Lehre. Letztere bezeichnet mit 1-, 1<sup>1</sup>/<sub>4</sub>-, 1<sup>1</sup>/<sub>2</sub>-fachem und doppeltem Bändeisen solches, dessen Dicke 10 bzw. 12<sup>1</sup>/<sub>2</sub>, 15 und 20 % von der Breite beträgt.

Zu den Handelseisen gehören auch eine Reihe von Profilen, welche durch kleine Abweichungen vom rechteckigen Querschnitte entstehen und als Radreifen-, Hufstab-, Roststab-Eisen u. dergl. im Handel geführt werden, sowie eine Reihe sogenannter Formeisen, welche, wie Geländereisen und Karniefeseisen als Ziereisen dienen oder wie Fenstereisen u. a. einer praktischen Aufgabe entsprechen.

An Baueisen werden hauptsächlich Winkel-, T-, I- (Doppel-T), U-, Z-, Quadrant- und Belageisen erzeugt. Die im Jahre 1879 für all diese Profile aufgestellten Normalien (Deutsches Normalprofilbuch für Walzeisen) haben sich im Laufe der Zeit allgemein eingebürgert, die abweichenden Formen der verschiedenen Werke zum Teil verdrängt und eine gewisse Ordnung und Einheit, sowohl bei der Erzeugung wie bei der Verwendung dieser Eisen herbeigeführt. Die 1897 erschienene 5. Auflage des Buches hat die Reihe der Normalprofile noch um eine bedeutende Zahl erweitert.

Das Winkeleisen (L) wird als gleichschenkeliges und ungleichschenkeliges, letzteres mit den Schenkelverhältnissen  $b : B = 1 : 1\frac{1}{2}$  und  $1 : 2$  gewalzt (Taf. I Fig. 12, 13 und 14). Für jedes Profil sind zwei, für die meisten gleichschenkeligen sogar drei Normalstärken vorgesehen; hiervon abweichende Stärken können sehr leicht durch entsprechende Anstellung der Walzen erzielt werden. Alle Sorten Winkeleisen können auch in der sog. scharfkantigen Form, d. h. ohne innere und äußere Abrundung der Schenkel, hergestellt werden. Die Skala der Winkel-

eisen umfaßt bei den gleichschenkeligen die Nummern von  $1\frac{1}{2}$  bis 16 (d. h. von 1,5 bis 16 cm Schenkelbreite) und bei den ungleichschenkeligen von No. 2/3 bis 10/15 ( $2 \times 3$  cm bis  $10 \times 15$  cm) bzw. Nr. 2/4 bis 10/20 ( $2 \times 4$  cm bis  $10 \times 20$  cm).

Für die Bedürfnisse des Schiffbaues werden außerdem noch eine größere Anzahl nicht normaler ungleichschenkeliger Winkel hergestellt, an denen die verschiedenartigsten Schenkelverhältnisse vorkommen.

Von T-Eisen (**T**) haben wir ebenfalls zwei Sorten zu unterscheiden, das breitfüßige ( $b = 2h$ ) (Taf. I Fig. 15) und das hochstegige ( $b = h$ ) (Taf. I Fig. 16). Bei ersterem ist  $d = 0,15h + 1$  mm, bei letzterem  $d = 0,1h + 1$  mm;  $R = d$ ,  $r = 0,5d$ ,  $r_1 = 0,25d$ . Die Skala der breitfüßigen T-Eisen umfaßt die Nummern 6/3 bis 20/10 ( $b = 6$  bis 20 cm,  $d = 3$  bis 10 cm), die der hochstegigen die Nummern 2/2 bis 14/14 ( $b = h = 2$  bis 14 cm).

Die Doppel-T-Eisen (**I**), wegen ihrer hauptsächlichlichen Verwendung bei Bauten auch kurzweg Träger genannt, werden in so zahlreichen verschiedenen Profilen und die einzelnen derselben wieder in so gewaltigen Mengen gewalzt, daß sie in ihrer Gesamtheit wohl den weitaus größten Teil aller Walzwerkserzeugnisse ausmachen (Taf. I Fig. 17). Ihre Skala geht von No. 8 bis No. 55 ( $h = 8$  bis 55 cm), und zwar von No. 8 bis No. 30 in Abstufungen von 1 cm, von No. 30 bis No. 40 in solchen von 2 cm, von No. 40 bis No. 50 in solchen von 2,5 cm, worauf dann noch No. 55 mit einem Zwischenraume von 5 cm folgt.

Für  $h \leq 25$  cm ist  $b = 0,4h + 1,0$  cm,  $d = 0,03h + 1,5$  mm,

„  $h > 25$  „ „  $b = 0,3h + 3,5$  cm,  $d = 0,036h$ ;

$t = 1,5$ ;  $R = d$ ;  $r = 0,6d$ .

U-Eisen (**U**) (Taf. I Fig. 18) findet außer zu Eisenbauten sehr ausgedehnte Verwendung im Eisenbahnwagenbau; für letzteren Zweck werden neben den Normalprofilen noch sechs ältere angefertigt, No.  $10\frac{1}{2}$ ,  $11\frac{3}{4}$ ,  $14\frac{1}{2}$ ,  $23\frac{1}{2}$ , 26 u. 30). Die Skala der Normalprofile reicht von No. 3 bis No. 30 (d. h. von 3 bis 30 cm Höhe). Für diese gilt  $b = 0,25h + 2,5$  cm;  $R = t$ ;  $r = 0,5t$ .  $d$  und  $t$  sind hier nicht nach einer festen Regel gebildet.

Z-Eisen (**Z**) (Taf. I Fig. 19) ist ein Profil, welches sich besonders zu Dachkonstruktionen eignet. Die inneren Flächen der Flanschen liegen den äußeren parallel. Es giebt elf Normalprofile (No. 3 bis No. 20 von 3 bis 20 cm Höhe). Bei diesen ist  $b = 0,25h + 3$  cm;  $d = 0,035h + 3$  mm;  $t = 0,05h + 3$  mm;  $R = t$  und  $r = 0,5t$ .

Quadrant-Eisen (**Q**) (Taf. I Fig. 20) dient zur Herstellung genieteteter Säulen. Die Reihe der Normalprofile enthält die Nummern 5,  $7\frac{1}{2}$ , 10,  $12\frac{1}{2}$  und 15 (d. h.  $R = 5$  bis 15 cm). Jede Nummer wird in zwei verschiedenen Stärken angefertigt.  $b = 0,2R + 2,5$  cm;  $r = 0,12R$ ;  $r_1 = 0,06R$ .

Belag- oder Zorès-Eisen (**B**) (Taf. I Fig. 21) dient zur Bildung sehr tragfähiger und feuersicherer Decken. Bei den fünf Normalformen N. 5, 6,  $7\frac{1}{2}$ , 9 u. 11 (entspr.  $h = 5, 6, 7,5, 9$  und 11 cm) ist

140 Formgebung auf Grund der Dehnbarkeit. Schmieden, Walzen, Ziehen.

$b = 2 h + 2 \text{ cm}$ ;  $a = 0,5 h + 8 \text{ mm}$ ;  $t$  bei No. 5 = 5 mm, nimmt in jeder folgenden Nummer um 1 mm zu;  $d = 0,5 t + 0,5 \text{ mm}$ ;  $R = 0,5 b$ ;  $r = t$ ;  $r_1 = d$ ;  $r_2 = d - 0,5 \text{ mm}$ ;  $r_3 = t$ ;  $r_4 = 0,6 d + 1,3 \text{ mm}$ .

Den besonderen Bedürfnissen des Schiffbaues gewidmet ist das Wulst-Eisen (♣) (Taf. I Fig. 22). Die Skala steigt von No. 13 bis No. 40 (entsprechend  $h = 13$  bis 40 cm). Bei den meisten Profilen ist  $k = 0,2 h - 1 \text{ mm}$ ;  $R = 0,07 h$ .

Zu den Eisenbahnmaterialien gehören Schienen, Schwellen, Laschen, Radreifen (Bandagen) und als sog. „Kleineisenzeug“ die Unterlags- und Klemmplatten.

Die Schienen, welche für Eisenbahnen mit Lokomotivbetrieb meist die Form der Vignolschienen haben, weichen in ihren Maßen und den Einzelheiten ihrer Form stark von einander ab. Für normalspurige Bahnen schwanken die Gewichte derselben zwischen 25 und 50 kg auf 1 m (Taf. I Fig. 23 und 24); leichtere Profile — bis zu 4 kg auf 1 m — finden für Gruben-, Feld- und Industriebahnen Verwendung (Taf. I Fig. 25 und 26).

Straßenbahnen verwenden gewöhnlich die sog. Rillenschiene, und zwar in den verschiedensten Größen (siehe Taf. I Fig. 27, 28 und 29).

Nicht minder große Verschiedenheit der Formen zeigen die Schwellen. Taf. I Fig. 30, 31 und 32 stellen gebräuchliche Profile von Querschwellen, Fig. 33 ein solches für Langschwellen und die Fig. 34, 35 und 36 solche von Schwellen für Gruben- u. dergl. Bahnen vor.

Die Laschen für Vignolschienen kommen in zwei Formen, als Flasch- und Winkellaschen vor (Taf. I Fig. 37 und 38). Die Rillenschienen erfordern für ihre eigenartigen Profilverhältnisse auch besondere Laschenformen. Beispiele dazu bieten die Fig. 39 und 40 auf Taf. I.

Die Radreifen (Taf. I Fig. 41) stimmen in der Form des Profiles fast vollständig überein; jedenfalls weichen dieselben nur hinsichtlich der einen oder anderen Abmessung von einander ab.

Die Unterlagsplatten (Taf. I Fig. 42 und 43) und die Klemmplatten (Taf. I Fig. 44 und 45) sind insofern von geringerer Bedeutung, als sie nur zur Befestigung dienen, erfordern aber, ihrer Erzeugung als Stabeisen wegen, immerhin Erwähnung.

## b. Das Blech.

Die Bleche zerfallen zunächst nach der Dicke in schwere Bleche und in Sturzbleche (die Grenze liegt bei 5 mm), nach dem Stoffe in Flusseisen- und in Schweißseisenbleche. Die erste Gruppe unterscheidet man wieder in Panzerplatten und Schiffbleche, in Kesselbleche und in Bau- oder Behälterbleche. Alle diese Sorten werden durch Angabe ihrer Dicke bezeichnet. Die Unterschiede liegen nicht in der Form oder Größe, sondern in der Güte des Stoffes. Die Dampfkesselüberwachungsvereine unterscheiden z. B. drei Sorten Kesselblech und geben demselben, je nach den Anforderungen, die es zu

erfüllen hat bezw. nach der Art der Verwendung die Namen Feuerblech, Bördelblech, Mantelblech, wenn es aus Schweifseisen, Feuerblech, Mantelblech I und Mantelblech II, wenn es aus Flufseisen besteht. In Rheinland und Westfalen werden meist fünf Gütearten unterschieden, die in aufsteigender Reihenfolge genannt werden:

- II a Koks- oder Behälterbleche,  
gewöhnliche Kesselbleche,  
Best-Qualität (zum Bördeln und Schweifsen),  
Feuerbleche oder Best-Best-Feinkornbleche (für direktes Feuer);
- I a Feuerbleche, I a Lokomotivkesselbleche, Holzkohlenbleche,  
Extra-Best-Best- oder auch Low-Moor-Bleche.

Die Kesselbleche werden von den Hütten auch vielfach in Form gekümpelter Kesselböden geliefert. Ferner kommen für Beläge viel geriffelte Bleche und Buckelplatten, gelochte und Wellbleche, gepresste Dachpfannen u. s. w. in den Handel. Mittel- und Feibleche werden meist nach bestimmten Lehren, z. B. nach der deutschen, der englischen oder der französischen Blechlehre gewalzt.

Außer den reinen Eisenblechen, den Schwarzblechen, werden sehr bedeutende Mengen mit anderen Metallen überzogene hergestellt, z. B. verzinkte, verbleite, verkupferte, vernickelte und vor allem verzinnte Bleche; die letzteren heißen Weißbleche und bilden den Rohstoff der Klempner. Man unterscheidet sie wieder in Bleche mit Hochglanz und in matte oder Ternbleche; die ersteren sind mit reinem Zinn, die letzteren mit einer Legierung von Zinn und Blei überzogen. Die verbleiten Bleche vertreten häufig die verzinkten, weil sie sich besser drücken lassen als diese. Die weitaus meisten Weißbleche werden in England erzeugt; in Deutschland betreiben z. Z. nur sechs Werke diesen Fabrikationszweig.

### c. Der Draht.

Der meiste Draht hat kreisrunden Querschnitt; es giebt aber auch ovalen, vier- und dreikantigen, halbrunden, ja sternförmigen und anders gestalteten Draht. Die Dicke des runden Drahtes zeigt trotz der ziemlich engen Grenzen außerordentlich viele für die Verwendung wichtige Abstufungen, welche mit besonderen Mefsinstrumenten, den Drahtlehren, ermittelt und in verschiedenen Nummersystemen ausgedrückt werden. Die deutschen Drahtwerke bedienen sich gegenwärtig meist der deutschen Millimeterdrahtlehre, deren Nummern die Dicke in Zehntelmillimetern angeben; No. 55 ist z. B. 5,5 mm, No. 8 aber 0,8 mm dick.

In Frankreich ist ebenfalls eine Millimeterlehre, in England dagegen meist die auf englisches Maß gegründete „Birmingham wire gauge“ (im Handelsverkehr durch die Buchstaben B. W. G. bezeichnet) in Gebrauch. Die Drahtdicken schwanken zwischen 0,2 und 10 mm. Sehr viel Draht wird verzinkt, verbleit, verkupfert und vernickelt. Eine Besonderheit auf dem Gebiete der Drahterzeugung bildet der Stachelzaundraht.

#### d. Die Röhren.

Die Erzeugung schmiedeeiserner Röhren hat sich in neuerer Zeit außerordentlich vielgestaltig entwickelt. Neben der nicht mehr hüttenmännischen Herstellung durch Falzen und Nieten giebt es mehrere von einander verschiedene Verfahren, welche sich des Schweißens bedienen. Zu diesem gesellen sich weiter diejenigen Verfahren, nach welchen die Röhren durch Walzen aus dem vollen Block (Mannesmann) oder aus einem aufgedornen bezw. hohl gegossenen Block erzeugt werden.

### B. Die Vorrichtungen zum Erwärmen der Arbeitstücke.

Die an dem schmiedbaren Eisen auszuführenden Formgebungsarbeiten beruhen, soweit sie hier zur Besprechung kommen, zum weitaus größten Teile auf der Dehnbarkeit des Metalles. Wir nehmen deshalb auch die wichtigsten dieser Arbeiten in demjenigen Zustande des Eisens vor, in welchem seine Dehnbarkeit möglichst groß ist, nämlich im Zustande der Erwärmung. Der Temperaturgrad, welcher hierzu dem zu verarbeitenden Stoffe erteilt wird, ist sowohl abhängig von der Beschaffenheit des letzteren, als auch von der vorzunehmenden Behandlung und kann schwanken zwischen dunkler Rotglut und Schweißtemperatur.

Es möge deshalb in dem vorliegenden Abschnitt unsere Aufgabe sein, diejenigen Apparate und Einrichtungen, welche die vorbereitende Arbeit der Erwärmung an dem Eisen verrichten, nach Form und Wirkungsweise kennen zu lernen.

In erster Linie ist hier das Schmiedefeuer zu erwähnen, welches in seinen verschiedenen Größenverhältnissen sowohl beim gewöhnlichen Schmied, als auch im großen Hammerwerksbetrieb im Gebrauche gefunden wird und dessen Aufgabe gewöhnlich darin besteht, ein Arbeitstück teilweise, d. h. so weit zu erwärmen, als sich die Bearbeitung desselben während der Dauer einer Hitze erstrecken kann. Soll das Arbeitstück ganz und durchaus gleichmäßig erwärmt werden, so tritt an Stelle des Schmiedefeuers der Flammofen, und zwar in verschiedenen Gestalten, als Schweißofen, wenn mit der Umformungsarbeit zugleich die Vereinigung zweier oder mehrerer Eisenstücke verbunden sein soll, als Rollofen, wenn es sich um die Erwärmung von Flusseisenblöcken im ununterbrochenen Betriebe handelt und die Blöcke vom kälteren Teile des Ofens allmählich durch Umkanten (Rollen) nach dem wärmeren Teile desselben befördert werden.

#### a. Die Schmiedefeuer.

Die gewöhnlichen Schmiedefeuer sind flache Vertiefungen von 200 bis 400 mm Länge und Breite und etwa 100 bis 150 mm Tiefe in der Oberfläche eines etwa 1 m hohen Mauerkörpers. In diesen Vertiefungen befindet sich das Feuer, welchem der von Lederbälgen, Flügelrad- oder Kapselgebläsen gelieferte Wind durch eine in halber Höhe der Grube einmündende Form (Düse) zugeführt wird. Die abziehenden Ver-

brennungsgase werden durch einen Rauchfang dem Schornsteine zugeführt. An einer Seite des Mauerkörpers ist ein eiserner Wasserkasten, der Löschtrog, angebracht, in welchem die Werkzeuge gekühlt und, wenn nötig, fertige Arbeitstücke abgelöscht werden. Das in Fig. 139 dargestellte Schmiedefeuer ist ganz aus Eisen gebaut und hat den Vorteil, daß der Wind von unten mitten in die Feuergrube eintritt, wodurch eine gleichmäßigeren Erwärmung der Arbeitstücke erzielt wird. *a* ist die Feuergrube, *b* die Form, *c* der Windkasten, welcher mit der durch den Schieber *d* abzusperrenden Windleitung in Verbindung steht, *e* der Löschtrog und *f* sind die Kohlenkästen. Kleine bewegliche Schmiedefeuer heißen *Feldschmieden*; mit ihnen sind die Gebläse fest verbunden. Zum Erhitzen von Arbeitstücken besonderer Gestalt erhalten die Feuer gleichfalls eigentümliche Formen; z. B. hat man runde Feuer zum Schmieden von Rädern u. s. w. Wenn es sich lediglich um die

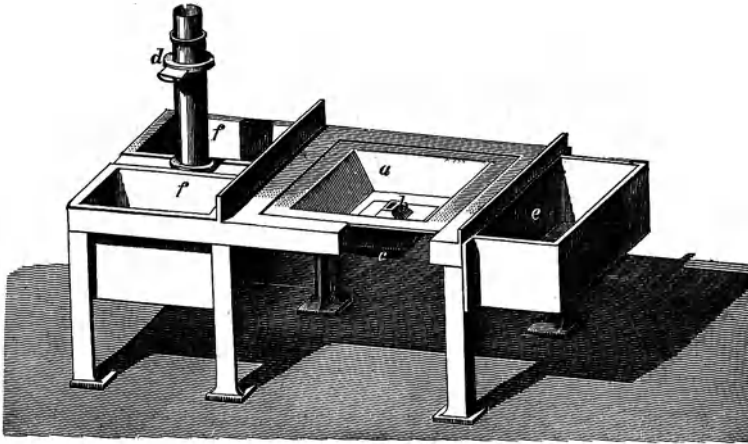


Fig. 139.

Herstellung von Stäben aus Schirbeln oder Packeten handelt, dienen die Frisch- bzw. Schweißherde gleichzeitig zum Auswärmen derselben.

Der Brennstoff ist eine gut backende Steinkohle in kleinen Stücken, gewöhnlich Nüsse No. 3 oder 4; diese bildet sehr bald über dem Verbrennungsherd ein Koksgewölbe, welches, zumal es an der Oberfläche wiederholt mit Wasser besprengt wird, das Durchschlagen der Flamme verhindert und in etwa zur besseren Ausnutzung der Wärme beiträgt. Man steckt das Arbeitstück in das Feuer, umgibt es allseitig mit Kohlen, schlägt dieselben über ihm fest und überläßt es nun so lange der Einwirkung der Hitze, bis es Hellrotglut erreicht hat. Ist die Kohle im Innern ausgebrannt, so schlägt man das Gewölbe ein und giebt frischen Brennstoff auf. Bei Schmiedefeuern für große Arbeitstücke erzielt man ein besseres Zusammenhalten der Wärme durch eine feuerfeste Ummauerung des Feuers, welche mit einer entsprechend großen Einsatz-

öffnung zur Einführung des Werkstückes und des Brennstoffes versehen ist. Zum Bewegen schwerer Werkstücke nach dem Schmiedefeuer dienen drehbare Krane oder Laufkatzen auf festen Schwebbahnen.

### b. Die Flammöfen.

Hier ist in erster Linie des Schweifsofens zu gedenken, eines Flammofens mit flachem, ziemlich stark nach dem Fuchse geneigtem, aus reinem Sande gebildeten Herde. Aus dem Sande des Herdes und den beim Erwärmen der Arbeitstücke entstehenden Oxyden bildet sich eine leichtflüssige Schlacke, welche auf der geneigten Herdfläche ab- und durch eine am Fuchse vorgesehene Öffnung ausfließt. Hat der Schweifsofen die Aufgabe, die Werkstücke eines Hammerwerkes zu erwärmen, also nur eine kleine Anzahl derselben gleichzeitig aufzunehmen, so kann der Herd kleiner sein, als an Öfen für den Walzwerkbetrieb, welche größere Mengen von Arbeitstücken gleichzeitig erwärmen müssen.

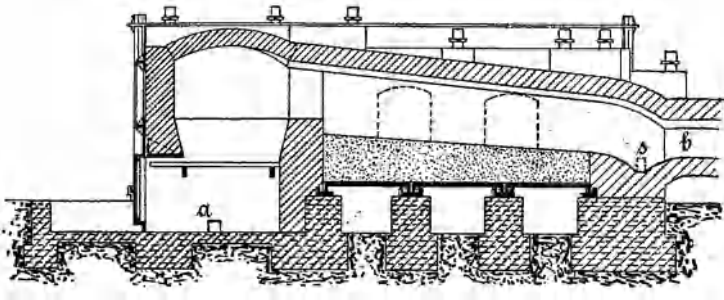


Fig. 140.

Die Beheizung des Schweifsofens kann durch jede der bekannten Feuerungsarten erfolgen. Am gebräuchlichsten sind aber die einfache Rostfeuerung, unterstützt durch Flügelrad- oder Dampfstrahlgebläse und die Gasfeuerung nach Bicheroux oder anderen.

Die Fig. 140 u. 141 stellen einen Schweifsofen vor, wie er etwa bei der Erzeugung schwerer Bleche oder zum Betriebe einer Grobeisenstrafse erforderlich ist, beheizt mit Planrostfeuerung und Unterwind (*a* Eintrittsöffnung für den Gebläsewind).

Die Abmessungen des Herdes sind  $3,50 \times 2,00$  m, die der Feuerung  $1,50 \times 1,25$  m. Der Fuchs *b* ist zweiteilig angeordnet um eine gleichmäßige Ausbreitung der abziehenden Verbrennungsgase und damit eine gleichmäßige Erwärmung des Herdes und der Wände im hinteren Teile des Ofens zu erreichen. Der Abfluß der Schlacke erfolgt durch die Öffnung *s*. Der ganze Herdkörper ruht auf starken gußeisernen Platten, welche durch Mauerpfeiler gestützt sind.

Über die zum Zusammenhalte des schwachen — etwa 25 cm starken — Ofengemäuers erforderliche Plattenummantelung und die Ofenverankerung wird weiter unten einiges für Flammöfen allgemein Giltiges gesagt werden.



Der Betrieb der Schweißöfen erfolgt satzweise, d. h. es wird eine gewisse Anzahl von Packeten eingesetzt und, nachdem dieselben die zur Verarbeitung erforderliche Temperatur erlangt haben, wieder herausgezogen. Ein Neubesetzen des Ofens erfolgt erst nach vollständiger Entleerung desselben. Die beschränkte Zahl von Packeten, die ein Schweißofen in einem Satze zu fassen vermag, bedingt nun für den Betrieb eines Walzwerkes immer eine gröfsere Anzahl solcher Öfen. Den bedeutenden Kohlenverbrauch, der dadurch veranlaßt wird, sucht man abzumindern, indem man die Abhitze der Schweißöfen zur Heizung von Dampfkesseln verwendet, welche in den meisten Fällen dicht hinter jenen angeordnet sind.

Eine von dem Schweißofen sehr abweichende Flammofenform finden wir in denjenigen Walzwerkbetrieben, denen nur die Verarbeitung von Flußeisen obliegt. Es ist der sog. Rollöfen, ein Flammofen mit 8 bis 12 m langem Herde, der seinen Namen deshalb führt, weil die zu erwärmenden Blöcke am hinteren Ende des Ofens eingesetzt und nach und nach durch Umkanten (Rollen) nach der Feuerbrücke, also dem

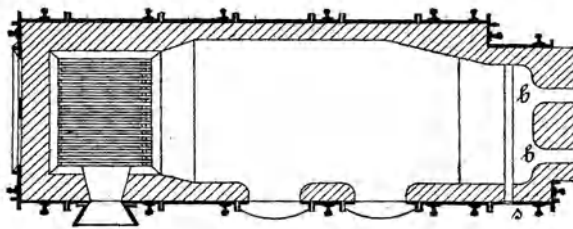


Fig. 141.

wärmeren Teile des Ofens, befördert werden. Vor dem Schweißofen hat dieser Ofen zwei wesentliche Vorzüge. Während die aus vielen, zum Zusammenschweißen bestimmten Stücken bestehenden Packete eine erhebliche Ortsveränderung im Ofen gewöhnlich nicht vertragen, sondern meist so lange an einer Stelle verbleiben müssen, bis sie die erforderliche Temperatur besitzen, gestatten die Rollöfen dadurch eine vorzügliche Wärmeausnutzung, dafs das Gegenstromprinzip angewendet werden kann, indem die kalten Blöcke an der Stelle in den Ofen kommen, wo die Verbrennungsgase am kältesten sind und mit zunehmender Temperatur in immer wärmere Teile des Ofens gelangen. Während ferner bei den Schweißöfen nur ein satzweises Arbeiten möglich ist, d. h. der Ofen erst dann wieder mit kaltem Einsatze beschickt werden kann, wenn sämtliche Packete verarbeitet sind, kann bei den Rollöfen ein ununterbrochener Betrieb stattfinden, da beim Herausziehen eines durchgewärmten Blockes die dahinterliegenden weiter vorgerollt werden und so jedesmal Platz zum Einsetzen eines kalten Blockes geschaffen wird.

Die Wirkung der beschriebenen beiden Vorzüge giebt sich kund in dem auferordentlich geringen Verbräuche der Rollöfen an Wärmkohlen

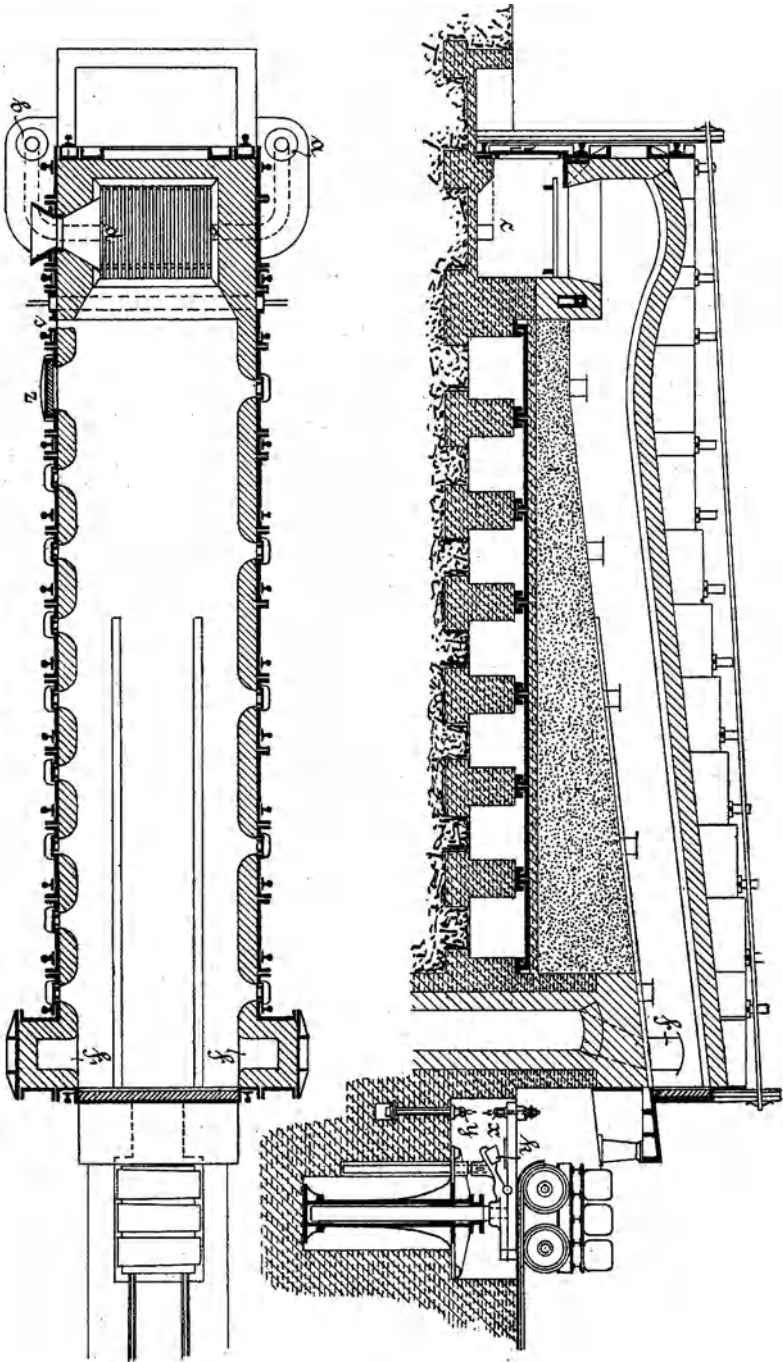


Fig. 142 u. 143.

und in der bedeutend gesteigerten Erzeugungsfähigkeit der Walzwerke bei verminderter Ofenzahl; denn zwei gut betriebene Rollöfen genügen im allgemeinen selbst den größten Anforderungen.

Die Herdlänge eines Rollofens ist abhängig von der Art seines Betriebes. Werden im allgemeinen kalte, d. h. vom Blocklager genommene und nicht erzeugungswarme Blöcke erwärmt, so empfiehlt sich ein langer Herd, einmal behufs voller Wärmeausnutzung, und dann, damit die Blöcke auf ihrem Wege bis zur Feuerbrücke hinreichend Zeit haben, die Temperatur des Ofens anzunehmen. Es wäre indessen falsch, die Herdlänge aus den angeführten Gründen ungebührlich zu steigern; denn es ist zu bedenken, daß mit der Verlängerung des Herdes auch die Zahl der Ofenleute und damit die Kosten der Erzeugung zunehmen, ohne durch den Geldwert der gewonnenen Wärmemenge ersetzt zu werden.

Bei Verwendung frischgegossener oder überhaupt solcher Blöcke, welche noch glühend in den Rollofen eingesetzt werden, kann der Herd erheblich kürzer sein; denn es müssen die Verbrennungsgase an der Einsatzthür eine höhere Temperatur haben als die Blöcke. Bezüglich der frisch gegossenen Blöcke verdient noch der Umstand Beachtung, daß deren Temperatur im Innern viel höher ist als außen, und daß der Roll-ofen hier meist nur die Aufgabe hat, die außen fehlende geringe Wärmemenge zuzuführen, was in verhältnismäßig kurzer Zeit, also auch auf ziemlich kurzem Herde geschehen kann. Ein zu langer Herd würde nur schädlich wirken, und zwar sowohl dadurch, daß bei zu langem Aufenthalt im Ofen die aus der Frischhütte mitgebrachte und von den Walzwerken sehr geschätzte innere Weichheit des Blockes verloren geht, obgleich er äußerlich die richtige Temperatur besitzt, als aus dem schon angeführten wirtschaftlichen Grunde der Arbeitsverschwendung.

Eine Anordnung von Dampfkesseln hinter Rollöfen empfiehlt sich im allgemeinen nicht, wenn es sich um einzeln stehende und auf kalten Einsatz gehende Öfen handelt. Wo dagegen mehrere Öfen zusammenstehen und vorwiegend warme Blöcke eingesetzt werden, und wo der Ofenbetrieb ein so lebhafter ist, daß trotz des geringen Kohlenverbrauches auf die Tonne Einsatz doch ein erklecklicher Gesamtverbrauch stattfindet, da mag es auch lohnend sein, die gesamten Abgase vor dem Schornstein noch unter einen oder einige Kessel zu leiten.

Die Fig. 142 u. 143 stellen Längsschnitt und Grundriß eines Rollofens für große Blöcke vor, Fig. 144 die äußere Ansicht eines eben-solchen. Der aus Kleinschlag von reinem Sandstein gebildete Herd hat, um das Rollen der Blöcke zu erleichtern, eine Neigung von 1 : 9 gegen die Feuerbrücke hin und wird getragen von gußeisernen durch Mauer-pfeiler gestützten Platten. In dem hinteren Teile des Herdes liegen zwei starke Flacheisen, welche ebenfalls nur den einen Zweck haben, die Fortbewegung der Blöcke zu erleichtern bezw. das Aufwühlen des Herdbettes durch dieselben zu verhüten. In dem vorderen Teile des Ofens sind diese Eisen nicht anwendbar, weil sie dort wegen der hohen Temperatur erstens mit den Blöcken zusammenschweißen und zweitens

auch sehr bald abbrennen würden. Die Heizung des Ofens erfolgt ebenfalls durch Planrostfeuerung mit Unterwind; letzterer soll erzeugt werden

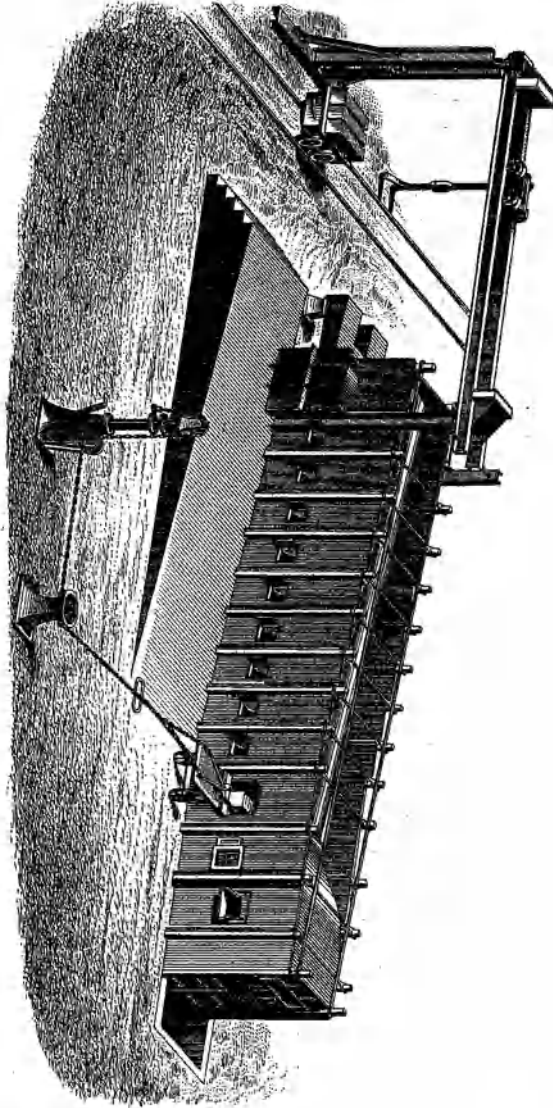


Fig. 144.

durch zwei bei *a* und *b* aufgestellte Dampfstrahlgebläse und bei *c* und *d* unter den Rost treten.

Die Feuerbrücke ist gekühlt durch einen gusseisernen Kühlkörper mit eingegossenem schmiedeeisernem Rohre, durch welches ununterbrochen ein Strom kalten Wassers fließt.

Die entstehende Schlacke fließt dicht hinter der Feuerbrücke aus dem Schlackenloche *s*.

Zum Ausziehen der warmen Blöcke dient die Ziehthür *z*; alle übrigen Öffnungen in den Längswänden sind sog. Rollthüren, d. h. sie sind nur so groß, als zu bequemem Einführen der zum Umwenden der Blöcke dienenden Eisenstangen (Spitzen) erforderlich ist.

An dem abgebildeten Rollofen sind auch in der Hinterwand eine Anzahl von Rollthüren vorgesehen, weil die Fortbewegung schwerer

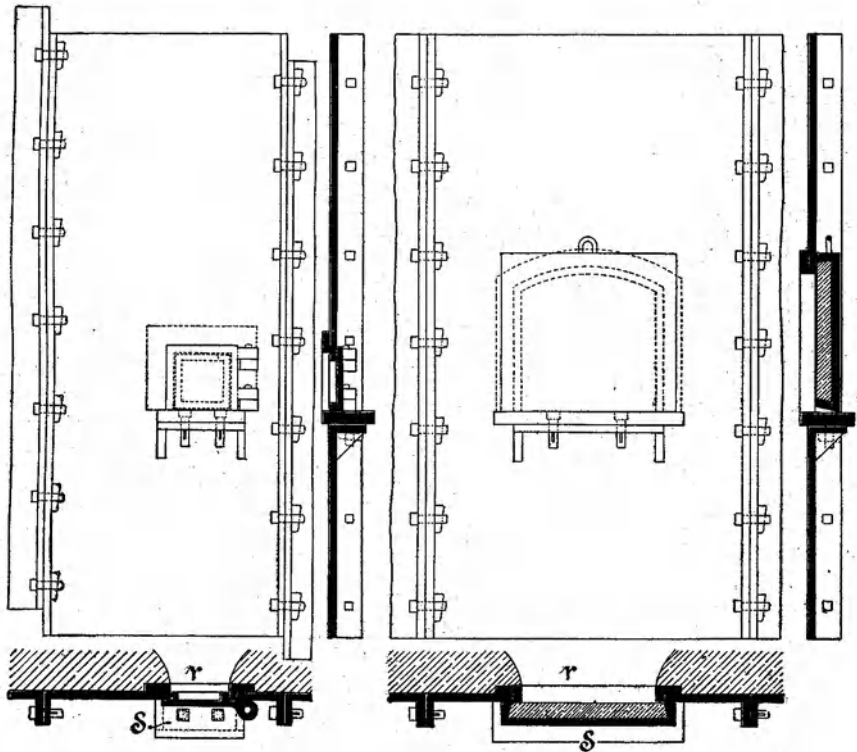


Fig. 145 u. 146.

Blöcke leichter von statten geht, wenn diese von zwei Seiten angegriffen werden können. Vielfach findet man an Stelle der dritten oder vierten Rollthür eine große Thür angeordnet. Diese hat den Zweck, das Wiedereinsetzen solcher Blöcke, welche aus irgend einem Grund aus dem Walzwerke zurückkommen, an derjenigen Stelle des Ofens zu ermöglichen, welche der Temperatur eines solchen Blockes entspricht. Wo diese Thür nicht vorhanden ist, setzt man derartige Blöcke wie neu ankommende am hinteren Ende des Ofens ein und läßt sie noch einmal durch den ganzen Ofen rollen. Die Anordnung von Rollthüren in der Rückwand des Ofens kann da unterbleiben, wo es sich um Verarbeitung

leichter Blöcke handelt; ebenso darf in diesem Falle die Herdneigung geringer sein.

Die Verbrennungsgase teilen sich am hinteren Ende des Ofens und gelangen dort durch die Fuchsöffnungen  $f$  u.  $f_1$  in den nach dem Schornstein führenden Kanal. Diese seitliche Anordnung der Fuchsöffnungen hat den Vorteil, daß sie die ganze Hinterwand des Ofens frei giebt für das Einsetzen der Blöcke.

An dieser Stelle möge einiges über die Armierung der Flammöfen Platz finden.

Die bei all diesen Öfen periodisch auftretenden Temperatur-Unterschiede, schwankend zwischen der höchsten Betriebstemperatur und der

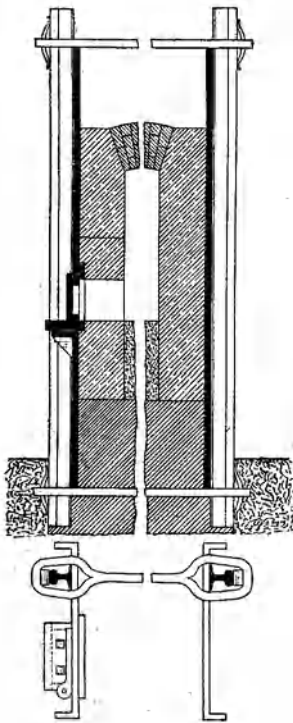


Fig. 147.

vollständigen Erkaltung beim Stillstande des Betriebes, insbesondere die hierdurch hervorgerufene Bewegung des Mauerwerkes, sowie der Druck des Feuer- und Herdgewölbes auf die Widerlager, machen es notwendig, das ganze Ofengebäude mit einem starken eisernen Gehäuse zu umgeben und die gegenüberliegenden Wände kräftig gegen einander zu verankern. Die gewöhnlichste Art der Armierung besteht in einem Gehäuse aus gußeisernen Platten, welche durch Flanschen mittels Bolzen und Keil miteinander verbunden sind. Fig. 145 stellt eine solche Platte mit einer Rollthür, Fig. 146 die Ziehthürplatte dar. Die Rollthüren sind einfache gußeiserne Klappen, welche um zwei Angeln drehbar sind. Die Zieh- und Einsatzthür bildet einen flachen gußeisernen Kasten, welcher mit feuerfestem Stoff ausgefüllt ist. Zur Herbeiführung eines guten Verschlusses macht man diese Thüren an der unteren Kante spitzwinkelig (siehe Fig. 146), d. h. man giebt ihnen ein Kippmoment nach der zu verschließenden Öffnung hin. Die Freigabe der Thüröffnung erfolgt durch Hochziehen der Thür mittels eines zweiarmigen Hebels oder mittels einer über Rollen geführten Kette, an deren anderem Ende ein Gegengewicht hängt.

Um die Armaturplatten am Rande der Thüröffnungen gegen die verbrennende Wirkung etwa austretender Flammen zu schützen, kann man die Schutzrahmen  $r$  anwenden, deren Ersatz leichter ausführbar ist als der einer ganzen Platte. Noch wäre der Schaffplatten  $S$  zu gedenken, welche, auf angegossenen Konsolen befestigt, vor allen Öffnungen angebracht werden als Stützpunkte für das einzuführende Gezähe.

In betreff der Verankerung der gegenüberliegenden Ofenwände bietet Fig. 147 ein Beispiel der Ausführung. Das angewendete Schienenprofil

ist um deswillen gewählt, weil es als Altschiene käuflich und darum billiger erhältlich ist als irgend ein anderes, gegen Biegung besonders widerstandsfähiges Profil. Die in den Ankerösen vorgesteckten Federn sollen eine gewisse Ausdehnung des Ofenkörpers gestatten.

Das Einsetzen und Ausziehen der Blöcke kann bis zu einer gewissen Grenze von Hand besorgt werden, d. h. der kalte Block wird auf ein sog. Schiefs gelegt und mittels desselben durch eine seitliche Thür in den Ofen geschoben; der warme Block wird mittels der Ofenzange herausgezogen und irgendwie an die Verarbeitungsstelle geschafft. Je schwerer die Blöcke werden, desto mehr regt sich der Wunsch nach maschinellen Hilfsmitteln zu ihrer Bewältigung.

Der einfachste Weg zu bequemem Einsetzen der Blöcke ist immer der, daß man die Oberfläche des Blockwagens in die Herdebene bringt und die Blöcke unmittelbar in den Ofen hineinrollt. Da nun aber die Rollöfen nach hinten meist stark ansteigen, so muß man entweder das Blockwagengeleise ebenfalls ansteigen lassen oder, wenn dies nicht möglich ist, den Blockwagen maschinell heben. In Fig. 142 ist eine solche, und zwar hydraulisch betriebene Hebevorrichtung zu sehen. Durch diese wird der Blockwagen nicht nur auf die Höhe der Einsetzplatte gehoben, sondern demselben auch eine beliebig große Neigung nach dem Ofen hin gegeben, so daß die Blöcke ohne große Nachhilfe in den Ofen gelangen. Letzteres erreicht man dadurch, daß die zwischen  $x$  und  $y$  befindliche

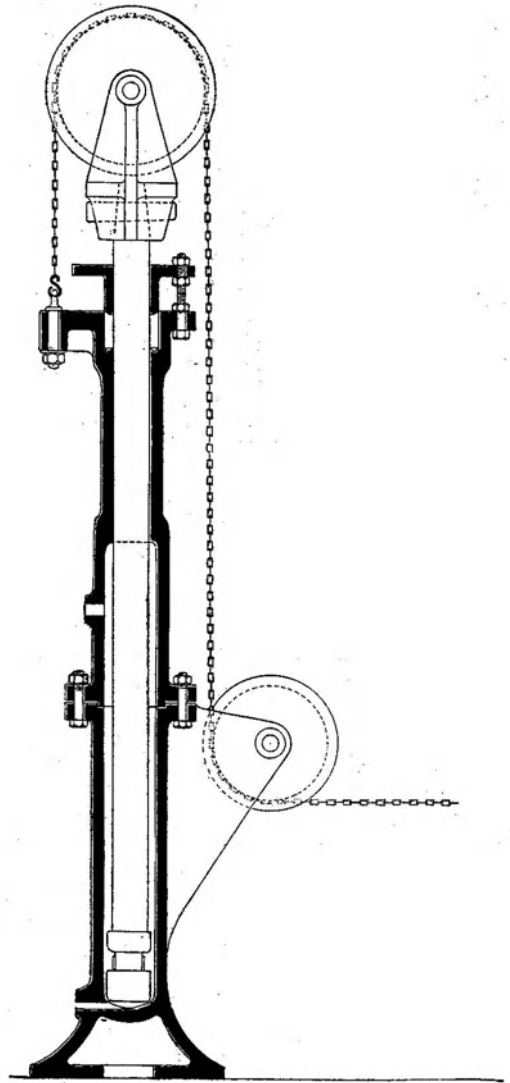


Fig. 148.

Kette eine senkrechte Drehung des oberen Tischteiles bewirkt, sobald sie beim Hochgehen des Tauchkolbens straff gezogen wird. Dieser steigt dann noch so lange weiter, bis die geneigte Platte auf dem Klotze  $k$  zur Ruhe kommt.

Eine andere Einsetzvorrichtung ist in Fig. 144 dargestellt. Diese empfiehlt sich für den Fall, dass es nicht thunlich ist, das Blockwagengeleise dicht an den Rollofen zu führen. Die Bahn der für den Transport der Blöcke bestimmten Laufkatze ist um eine über dem Ofen liegende Achse drehbar, während am anderen Ende derselben die Kolbenstange eines mit Dampf oder Druckwasser betriebenen und von Hand gesteuerten Cylinders angreift. Lässt man nun den Kolben steigen, so läuft die mit einem Blöcke beladene Katze zum Ofen. Lässt man dann die Bahn sinken, so versinkt die Traggabel in dem Schlitz der Einsetzplatte und lässt den Block auf dieser zurück.

Wichtiger noch als beim Einsetzen der Blöcke ist die maschinelle Hilfe beim Ausziehen der warmen Blöcke und Packete; denn hier bedeutet jeder Zeitverlust einen Verlust an der Blocktemperatur und jedes längere Offenhalten der Ziehthür eine unangenehme Abkühlung des Ofens. Hier finden wir nun als Hilfsmittel von Hand oder mit Dampf betriebene Winden, öfters aber den sog. hydraulischen Blockzieher, wie wir ihn in Fig. 148 im senkrechten Schnitt und in Fig. 144 in seiner Anordnung gegenüber dem Ofen dargestellt sehen. Das Anziehen der Blockzange erfolgt ohne weiteres durch das Hochgehen des Tauchkolbens mit der Kettenrolle.

### c. Die Gjers'schen Gruben.

Eine von den bisher beschriebenen sehr verschiedene Einrichtung zum Erwärmen des Werkstückes begegnet uns in manchen Flußeisenwalzwerken unter dem Namen Wärmegruben, besser Ausgleich- oder Durchweichungsgruben, nach ihrem Erfinder auch Gjers'sche

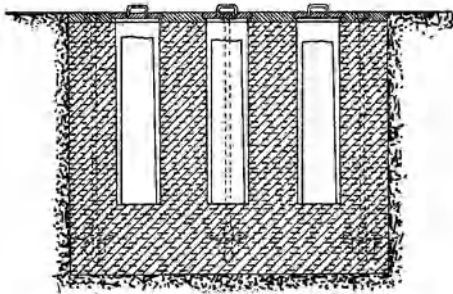


Fig. 149.

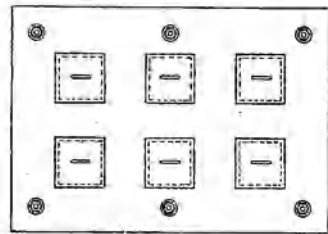


Fig. 150.

Gruben genannt (Fig. 149 u. 150). Die Thatsache, dass ein frisch gegossener Flußeisenblock im Inneren noch sehr weich, vielleicht noch flüssig ist und nur außen infolge der Berührung mit der kalten gulseisernen Blockform die niedrigere Erstarrungstemperatur angenommen hat, war dem Erfinder Veranlassung, solche Blöcke ohne Aufwand von Brennstoff auf die Walztemperatur zu bringen. Das Verfahren besteht einfach darin, dass man die aus dem Stahlwerke kommenden Blöcke in senkrechte, durch Deckel



verschlossene Schächte versenkt, deren Wände aus feuerfesten Steinen gebildet und deren Abmessungen nur wenig gröfser sind als die der Blöcke; man läfst sie darin so lange verweilen, bis sich die innere und äufsere Temperatur des Blockes gegeneinander ausgeglichen haben. Bedingung für die Ausführbarkeit ist, dafs sich die Wände der Gruben im Zustande der hellen Rotglut befinden, weil sie sonst den Blöcken Wärme entziehen. Diese Bedingung ist aber auch gerade ihre schwächste Seite: denn wenn auch die einmal vorgewärmten Gruben ganz in dem gewünschten Sinne wirken, gut durchweichte Blöcke liefern und für viele Grofsbetriebe sehr geeignet sind, so ist doch der Umstand, dafs sie bei den sonntäglichen und vor allem bei noch gröfseren Betriebsstillständen teilweise oder vollständig erkalten, ein grofses Uebel. Die Wiederanwärmung derselben kann nur durch wiederholtes Einsetzen warmer Blöcke erfolgen, welche dabei natürlich so kalt werden, dafs sie sich zur Verarbeitung schlecht oder gar nicht mehr eignen.

Man hat zwar diesem Uebelstande dadurch abzuhelfen gesucht, dafs man die Durchweichungsgruben heizbar gemacht hat; indessen geht damit wieder ein wesentliches Stück ihres Hauptvorzuges, der Brennstoffersparnis, verloren, und es ist die Thatsache wohl begreiflich, dafs sich die heizbaren Gruben viel weniger eingebürgert haben als die ungeheizten.

## C. Die Hämmer.

### a. Die Formen der Hämmer.

Die Bearbeitung der Metalle ist eine uralte Kunst und der Hammer wohl ihr ältestes Werkzeug. Die Arbeitsfähigkeit eines fallenden Gegenstandes oder eines geschwungenen Körpers mußte sich dem Menschen ja sehr bald als ein Mittel aufdrängen, durch welches er die Wirkung seiner eigenen Kraft erhöhen könne. Im Laufe der Zeit hat sich dann dieses an sich so einfache Werkzeug sowohl hinsichtlich seiner Form und Gröfse, als auch der an ihm wirkenden Betriebskräfte in der mannigfaltigsten Weise entwickelt, sodafs wir es heute mit einer überaus grofsen Zahl von Hammerformen zu thun haben.

Alle diese Formen können wir aber zunächst einteilen in die zwei grofsen Gruppen der Winkelhämmer und Parallelhämmer, und zwar verstehen wir unter Winkelhämmern diejenigen Hämmer, deren schlagende Fläche mit der geschlagenen Ambofsfläche während der Bewegung der ersteren einen Winkel bildet, und unter Parallelhämmern diejenigen, deren Schlagfläche sich parallel zu sich selber und zur Ambofsfläche hebt und senkt.

Die Führung der Winkelhämmer in der gewünschten Richtung erfolgt durch den Stiel (Helm), die der Parallelhämmer dadurch, dafs man den Hammerkörper zwischen Geradföhrungen (Rahmen) gleiten läfst, sodafs wir die beiden Gruppen auch als Stielhämmer und Rahmenhämmer unterscheiden können.

### 1. Die Winkelhämmer.

Die Bewegung der Hämmer erfolgt sowohl durch Menschen- als durch Elementarkraft. Durch Menschen bewegte Winkelhämmer können eine bewegliche oder eine festliegende Drehachse haben; erstere sind die Handhämmer, deren Drehachse im Hand-, Ellenbogen oder Achselgelenk des Arbeiters liegt; letztere heißen Tritthämmer. Die Handhämmer werden teils einhändig (Bankhammer) teils zweihändig (Vor- oder Zuschlaghammer) geführt; die Tritthämmer lassen beide Hände frei. Einhändige Schmiedehämmer sind 1—2,5 kg schwer und haben 400 mm lange Stiele; Vorhämmer wiegen 3—10 kg, und ihr Helm ist 500—600 mm lang.

Die Stiel-, besonders die Handhämmer sind meist prismatische Eisenstücke, deren Schlagfläche, Bahn genannt, verstäht ist. In diesem Eisen, dem Hammerkopfe, befindet sich ein Loch zur Befestigung des Helmes von zähem Holze. Eine Bahn, die lang aber sehr schmal ist und gewöhnlich einen Cylinderabschnitt bildet, heißt Finne. Die Schmiedehämmer haben einerseits eine Bahn, andererseits eine Finne, die senkrecht zum Stiele liegt. Hämmer, deren Finne parallel mit dem Stiel gerichtet ist, heißen Kreuzschläge, solche mit zwei Bahnen Abschlichthämmer, und die mit zwei Finnen Schweifhämmer.

Die Ambosse für das Schmieden von Hand wiegen 20 bis 300 kg; sie sind geschmiedet und an der Oberfläche (der Bahn) verstäht und geschliffen, oder aus Stahl gegossen und an der Bahn gehärtet. Die Bahn ist gewöhnlich rechteckig, 400—450 mm lang und 100—120 mm breit; sehr häufig sitzt an einer Schmalseite des Ambosses ein kegelförmiger Fortsatz, ein Horn; seltener sind Ambosse mit zwei Hörnern. Der Stauchamboss ist eine an einer Langseite befindliche, schräg nach unten gerichtete Fläche. Kleine quadratische Ambosse mit zwei großen Hörnern werden Sperrhörner genannt. Der untere Teil des Ambosses kann sehr verschiedene Form haben; in den einzelnen Ländern sind aber immer nur ganz bestimmte Formen in Gebrauch, sodafs man deutsche, französische u. s. w. Ambosse unterscheidet. Schwere Ambosse werden einfach auf die obere Fläche eines dicken, mit Reifen gebundenen Holzblockes, des Ambossstockes gesetzt, und durch einen Zapfen in diesem am Verschieben gehindert; leichtere läfst man mit einer Angel in ihn ein.

Die mechanischen Stielhämmer haben eine festliegende Drehachse. Je nach der Lage des Angriffspunktes der Daumenwelle unterscheiden wir:

Stirnhämmer, bei denen der Angriff am Kopfe stattfindet,

Aufwerfhämmer, bei denen die Daumen zwischen Hammerkopf und Drehachse angreifen und

Schwanzhämmer, deren Angriffspunkt hinter der Drehachse auf der Verlängerung des Stieles liegt.

Die Stirnhämmer (Fig. 151) sind sehr schwer, 2,5—8 t und oft mit Stiel und Drehachse in einem Stücke gegossen. Die auch als Finne verwendbare kreuzförmige Bahn ist in den Hammerkopf, der gleich-

gestaltete Ambofs in die Chabotte, d. i. der schwere eiserne Ambofsstock, eingesetzt. Die Zahl der Schläge beträgt 50—100 in der Minute, die Hubhöhe 0,3—0,6 m. Das große Gewicht des Stieles bewirkt, daß der Schwerpunkt ziemlich weit hinter dem Hammerkopfe liegt und daß infolgedessen die Wirkung nicht mit der Größe des Hammers in Einklang steht. Stirnhämmer sind deshalb selten. Den Übergang zu den Aufwerfhämmern bildet der Brust- oder Patschhammer, dessen

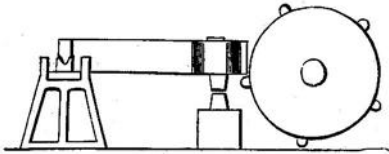


Fig. 151.

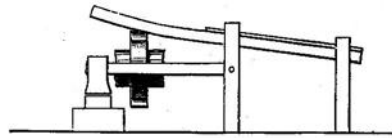


Fig. 152.

Antriebswelle hinter dem Hammerkopfe und unter dem Helme liegt; dadurch wird der Ambofs zugänglicher.

Bei den Aufwerfhämmern (Fig. 152) liegt die Antriebswelle seitlich vom Hammerstiel und parallel zu ihm. Oberhalb desselben ist im Hammergerüst ein Holzbalken befestigt, welcher als Prellvorrichtung dient und Reitel genannt wird. Da die Hubhöhe ziemlich groß ist (0,5—0,7 m), so würde es bei raschem Gange leicht vorkommen, daß schon ein neuer Daumen angreift, bevor der Schlag erfolgt ist. Die Prellvorrichtung soll nicht nur durch Beschleunigung des Falles derartige Vorkommnisse verhindern, sondern gleichzeitig durch ihre Federkraft den Schlag verstärken.

Der Hammerkopf wiegt 150 bis 280 kg und macht 80—100 Schläge in der Minute.

Am bequemsten hinsichtlich ihrer Zugänglichkeit sind die Schwanzhämmer (Fig. 153).

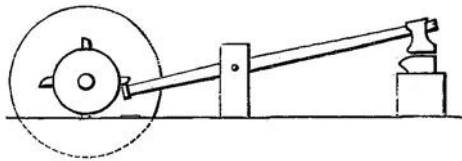


Fig. 153.

Diese haben Hammerköpfe von 50 bis 350 kg Gewicht, Hubhöhen von 150 bis 500 mm und führen 120 bis 400 Schläge in der Minute aus. Auch die Schwanzhämmer besitzen eine Prellvorrichtung in der sog. Reitelplatte, einer eisernen Platte, gegen welche das mit eisernen Reifen bewehrte, von den Daumen niedergedrückte hintere Ende des Stieles schlägt.

Die Umtriebsmaschinen der mechanischen Stielhämmer sind fast ausnahmslos Wasserräder.

## 2. Die Rahmenhämmer.

Die Erfindung der Rahmenhämmer dürfte wohl aus dem Wunsche hervorgegangen sein, ein Werkzeug zu schaffen, welches mit seiner Leistung den maschinellen Stielhämmern überlegen ist; denn der Umstand, daß bei allen Winkelhämmern Ambofsbahn und Hammerbahn nur in einer einzigen Stellung parallel sind und daß die Hubhöhe derselben und damit die Größe des Arbeitstückes ein gewisses Maß nicht

überschreiten können, sind Übelstände, welche diesen Hämmern von Natur anhaften und sie hindern, mit den gesteigerten Anforderungen der Gewerbe gleichen Schritt zu halten.

Ihr Arbeitsvermögen erhalten die Rahmenhämmer entweder durch den Fall des mit entsprechend großem Gewichte begabten Schlagkörpers (Bär) oder durch Dampfdruck, den Druck gepresster Luft oder auch durch die Spannkraft von Federn.

Findet die Anwendung von Dampfkraft in der Weise statt, daß Dampfmaschine und Hammer zu einem Ganzen verbunden sind, so nennen

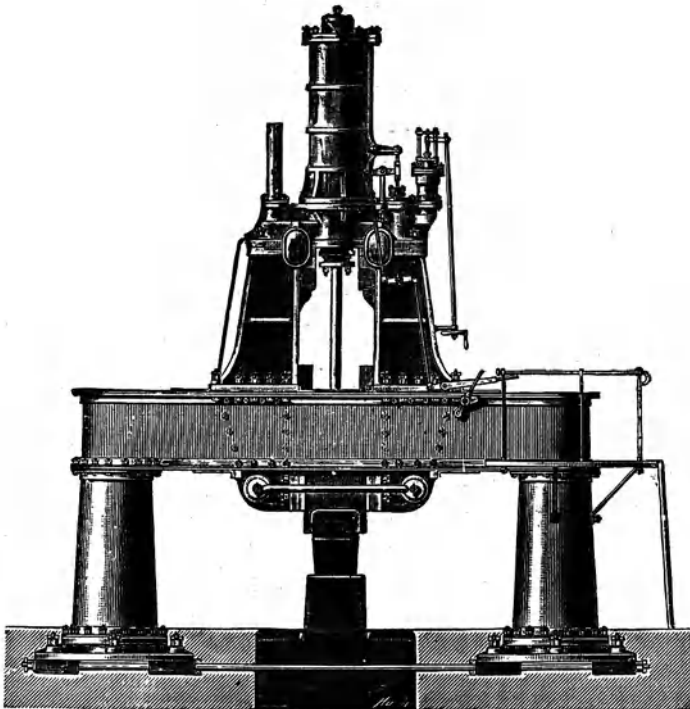


Fig. 154.

wir die Vorrichtung einen Dampfhammer. Ist dagegen die Übertragung der Dampfkraft auf den Hammer eine mittelbare, so nennt man diesen einen Transmissionshammer.

Jeder Dampfhammer besteht aus folgenden vier Hauptteilen:

1. dem Hammergerüste, welches die ganze Vorrichtung trägt;
2. dem Ambossstocke mit dem Amboss;
3. dem Hammerbär und
4. dem Dampfzylinder mit der Steuerung.

Das Hammergerüst schwerer Hämmer besteht aus zwei sehr starken aus Blech genieteten Säulen, auf welchen der ebenfalls aus Blech hergestellte Träger der ganzen Einrichtung ruht (Fig. 154).

Bei kleineren Hämmern macht man das Gerüst aus Gußeisen, und bei den kleinsten gießt man sogar das Gerüst mit samt dem Cylinder und dem Ambossstocke in einem Stücke. Der Ambossstock oder die Chabotte ist ein Gußstück, welches ein der Schlagwirkung des Bären entsprechendes, meist recht großes Gewicht hat. Für den 50 t-Hammer einer großen rheinischen Hütte wurde ihm z. B. ein Gewicht von 1500 t gegeben. Die Gründung des Ambossstockes muß natürlich mit seinem großen Gewicht im Einklange stehen und eine recht massige und tiefgehende sein. Es ist üblich, zwischen Ambossstock und Grundmauerwerk einige Schichten Holz in kreuzweiser Lage anzuordnen. Man erreicht dadurch außer einer gewissen Elasticität vor allem eine gleichmäßige Verteilung der Schlagwirkung auf die ganze Oberfläche des Grundmauerkörpers und verhütet so die örtliche Zerstörung des letzteren an der Berührungsfläche mit dem Ambossstocke. Der eigentliche Amboss ist ein dem Verschleiß unterworfenen Teil und darum leicht auswechselbar mittels Schwalbenschwanz und Verkeilung in dem Ambossstocke befestigt. Er besteht aus Schmiedeeisen oder Stahlguß.

Der Hammerbär ist ebenfalls zweiteilig und besteht aus dem eigentlichen Bär, d. h. dem das Fallgewicht darstellenden gußeisernen Teil und dem schlagenden Teil oder Bäreinsatz, welcher ebenfalls aus Schmiedeeisen oder Stahlguß hergestellt und leicht auslösbar in dem Bärkörper befestigt wird.

Der vierte und wichtigste Teil, der Dampfcylinder, unterscheidet sich von dem Cylinder einer gewöhnlichen Dampfmaschine nur durch den Dampfverteiler, d. h. durch Form und Wirkungsweise des Schiebers, und zwar insofern, als dieser hier von Hand bewegt wird, um ganz dem Willen des Schmiedes unterworfen zu sein und nach dessen Wunsch den Ein- und Austritt des Dampfes in den Cylinder zu regeln.

In Bezug auf die Arbeitsweise der Dampfhammer sind nun im Laufe der Zeit zwar vielerlei Formen aufgetaucht; es haben aber nur einige derselben Bestand gehabt.

Unterscheiden wir die Hämmer zunächst mit Rücksicht auf die Wirkungsweise des Dampfes, so haben wir:

1. Hämmer, welche nur mit Hebedampf arbeiten, also den Bär anheben und dann durch den Fall allein wirken lassen;
2. Hämmer, welche den Hebedampf in zweiter Linie zur Verstärkung der Schlagwirkung benützen, und
3. Hämmer, welche diese Verstärkung des Schlages durch frischen Oberdampf bewirken.

Eine andere Einteilung, welche sich aber mit der obigen beinahe deckt, leitet sich aus der Form der Hämmer her, und wir haben danach:

1. den Hammer von N a s m y t h (Fig. 155) mit schwerem, an dünner Kolbenstange hängendem, zwischen Gleitflächen geführtem Bär;
2. den Hammer von D a e l e n (Fig. 156) mit sehr dicker, nur an einer Cylinderseite austretender Kolbenstange und darum zwischen Führungen gleitendem Bär, und

3. den Hammer von Morrison (Fig. 157) mit ebenfalls dicker, aber an beiden Cylinderseiten durch Stopfbüchsen geführter Kolbenstange.

Bei allen nur mit Unterdampf arbeitenden Hämmern ist es natürlich notwendig, daß die atmosphärische Luft zu dem Raum über dem Kolben freien Zutritt hat. Das einfachste Mittel, dies zu erreichen, besteht in der Anbringung von Öffnungen am oberen Ende des Cylinders, etwas unterhalb der Hubgrenze des Kolbens, aus welchen die Luft beim Aufgange des Kolbens entweichen und durch die sie beim Niedergange desselben wieder eintreten kann. Die oberhalb der Öffnungen durch den hochgehenden Kolben abgeschlossene Luftmenge dient dann als

Prellkissen zum Schutze gegen das Durchschlagen des Cylinderdeckels und nützt gleichzeitig dadurch, daß sie den Schlag einleitet und seine Wirkung verstärkt.

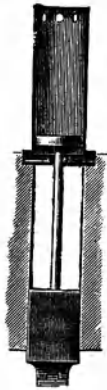


Fig. 155.



Fig. 156.



Fig. 157.

Manche Hämmer dieses Systemes haben neben den Luftlöchern noch ein kleines Ventil im Cylinderdeckel, welches, durch den aufsteigenden Kolben geöffnet, etwas frischen Dampf über den Kolben treten läßt, welcher die eingeschlossene Luft in ihrer Wirkung unterstützen soll.

Der in Fig. 154 dargestellte, von der Firma G. Brinkmann & Co. in Witten gebaute Hammer vertritt seiner äußeren Form nach die Gruppe der nur mit Unterdampf arbeitenden großen Hämmer. Sein Steuermechanismus besitzt jedoch eine Vorrichtung, welche es in jedem Augenblicke gestattet, ihn mit Oberdampfwirkung arbeiten zu lassen. Der Hammermaschinist hat seinen Standpunkt an der durch die Geländerstäbe kenntlich gemachten Plattform. Bei Inbetriebsetzung des Hammers öffnet er zunächst mittels des Handrädchens das Dampfabsperrenteil, sodafs der Dampf in das Schiebergehäuse eintritt, welcher das eigentliche, durch den Steuerhebel bewegliche Dampfverteilungsorgan enthält.

Der Maschinist reguliert nun die Schläge des Hammers genau nach dem Zurufe des Schmiedes. Soll blofs mit Hebedampf gearbeitet werden, so legt man den in der Nähe des Hebedrehpunktes angebrachten Handgriff *A* (Fig. 158) in seine linke Stellung, sodafs die tiefste Stellung des Steuerhebels *S* durch die Fläche *B* des Arretierungskörpers bezeichnet wird. Hierbei ist es dem Maschinisten wohl möglich, durch Anheben des Steuerhebels den Einströmungskanal für den Hebedampf freizugeben und den Bär zu heben; der Niedergang des Kolbens muß dagegen ohne Oberdampf vor sich gehen, weil der Hebel nicht tief genng kommt, um

den oberen Einströmungskanal zu öffnen. Letzterer dient in diesem Falle nur für den Ein- und Austritt der atmosphärischen Luft über dem Kolben.

Wird der Handgriff *A* in die Rechtsstellung gebracht, so läßt sich auch der obere Einströmungskanal für den Dampf öffnen, d. h. der Hammer arbeitet mit Oberdampf.

Das Eigentümliche von Daelens Hammer besteht in der Dampfverteilung und in der Benutzung einer und derselben Dampfmenge zum Heben und Schlagen. Die große Dicke der Kolbenstange bewirkt, daß die obere Kolbenfläche erheblich größer ist als die untere, und daß während des Anhubes der dampferfüllte Raum im Cylinder immer kleiner wird.

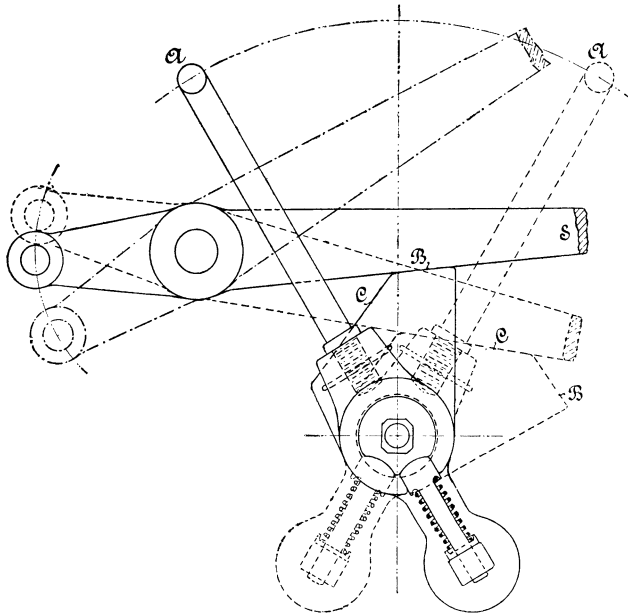


Fig. 158.

Der Hub beginnt mit dem Eintritte des Dampfes unter den Kolben unter gleichzeitigem Ausblasen des Oberdampfes. In einer gewissen Kolbenstellung schließt das Steuerorgan sowohl Ein- wie Ausströmung, verbindet dagegen die beiden Räume über und unter dem Kolben miteinander, sodafs ein Teil des Hebedampfes nach oben überströmt und dann in beiden Cylinderteilen gleiche Spannung herrscht. Infolge des großen Unterschiedes der Kolbenflächen würde schon jetzt der Überdruck des Oberdampfes zur Geltung kommen können, wenn nicht der Bär infolge des ihm erteilten Arbeitsvermögens noch weiter aufwärts stiege. Da aber hierbei der dampferfüllte Raum durch die Kolbenstange verkleinert, also die Dampfspannung vergrößert wird, so erfährt auch die nunmehr eintretende Schlagwirkung eine Vergrößerung. Mit dem Senken des Kolbens und dem Austritte der Kolbenstange wird der

160 Formgebung auf Grund der Dehnbarkeit. Schmieden, Walzen, Ziehen.



Fig. 159—161.

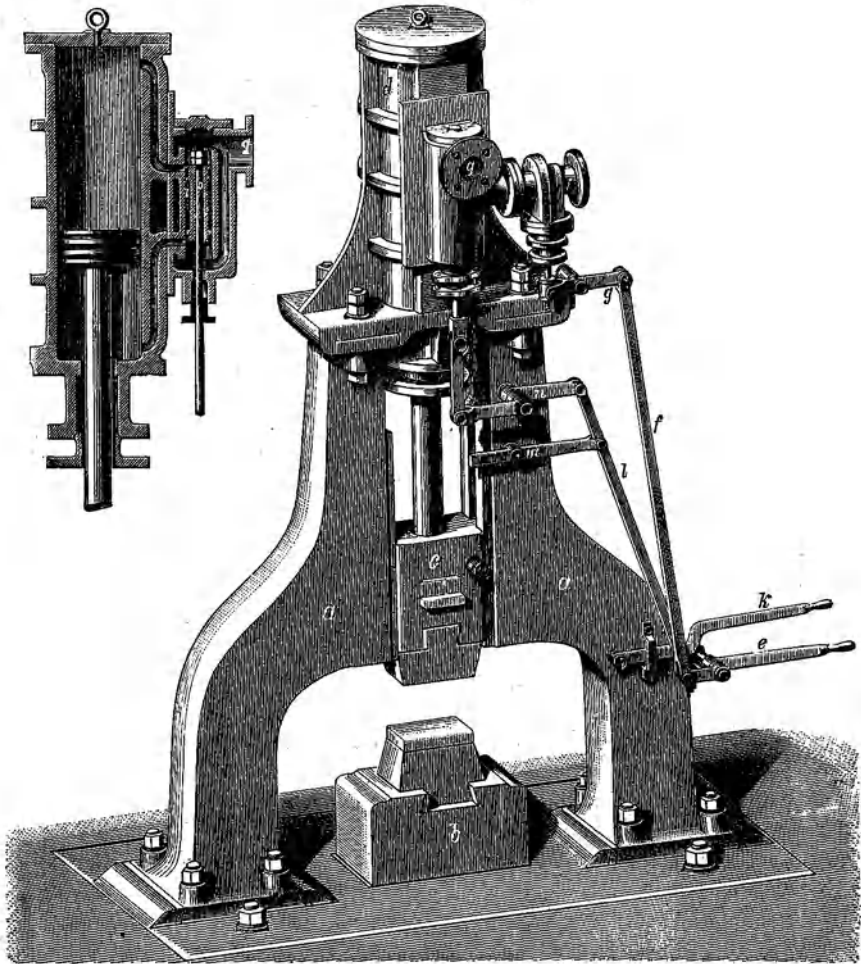


Fig. 162 u. 163.



Dampfraum größer und der Dampf kann expandieren. Die Einleitung eines neuen Hubes erfolgt durch Umstellen des Steuerorganes seitens des Hammerführers. Der Abschluß der Einströmung wird durch den Hammer selbst bewirkt, indem der Bär bei Erreichung einer bestimmten Höhe gegen einen Hebel anschlägt, welcher das Steuerorgan beeinflusst. Geringe Veränderungen in der Länge der Zugstange, welche die Hebelrotation auf das innere Steuerorgan überträgt, bewirken auch ein entsprechend früheres oder späteres Absperrn des Dampfes und damit Veränderung der Hubhöhe und der Schlagwirkung. Die Fig. 159—161 zeigen uns die drei Stellungen eines bei Daelens Hämmerm öfter angewendeten entlasteten Wilsonschen Hahnes. Der frische Dampf strömt durch *a* und den Kanal *b* nach beiden Enden des Hahngehäuses, um dort in das hohle Kücken *d* zu gelangen. Die Räume *e* außerhalb desselben stehen durch einen Kanal in Verbindung, welcher verhindert, daß ein einseitiger Druck die Drehung erschwert. In der ersten Stellung tritt der Dampf aus *d* unter den Kolben, der Abdampf durch *e* in das Ausblaserrohr *f*; in der zweiten Stellung ist der Cylinder oben und unten abgesperrt; der Hebedampf expandiert; der Kolben steigt noch und preßt den Rest des Abdampfes zusammen. Bei der dritten Hahnstellung stehen beide Cylinderteile miteinander in Verbindung; der Dampf strömt über, bewirkt Hubbegrenzung und Schlag. Durch Zurückführen des Hahnes in die erste Stellung beginnt ein neuer Hub.

Von derjenigen Klasse der Hämmer, welche mit frischem Oberdampf arbeiten, stellen Fig. 162 u. 163 ein Beispiel dar. Dieser Hammer, welcher beiläufig ein Fallgewicht von 500 kg und eine Hubhöhe von 0.8 m hat, besitzt als Steuerorgan einen Kolbenschieber *o*, beeinflusst durch den Steuerhebel *k* mit der Zugstange *l* und dem Übertragungshebel *n*.

Das zweite vorhandene Hebelsystem *e-f-g* dient nur zum Öffnen des Absperrschiebers *i*. Die Figuren stellen den Kolbenschieber in einer Stellung dar, wie er sie während des Schlages einnimmt. Der obere Einströmungskanal ist geschlossen, sodaß der Oberdampf expandiert, während der geöffnete untere Einströmungskanal den Hebedampf nach dem Ausblaserrohr *g* entweichen läßt. Soll ein neuer Schlag eingeleitet werden, so zieht der Hammerführer durch Anheben des Hebels *k* den Schieber so weit nach unten, daß der untere Einströmungskanal mit dem Innenraume des Schiebers verbunden wird und der unter den Kolben tretende Dampf den Bär hebt. Hat dieser eine bestimmte Strecke zurückgelegt, so ergreift der Anschlag *p* den linken Arm des

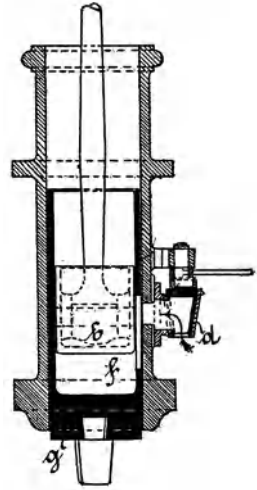


Fig. 164.

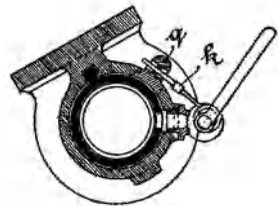


Fig. 165.

Hebels *m*, treibt dadurch den Schieber wieder nach oben und sperrt zunächst den Hebedampf ab. Der Kolben steigt aber infolge der Expansion des Dampfes und des dem Bär erteilten Arbeitsvermögens noch

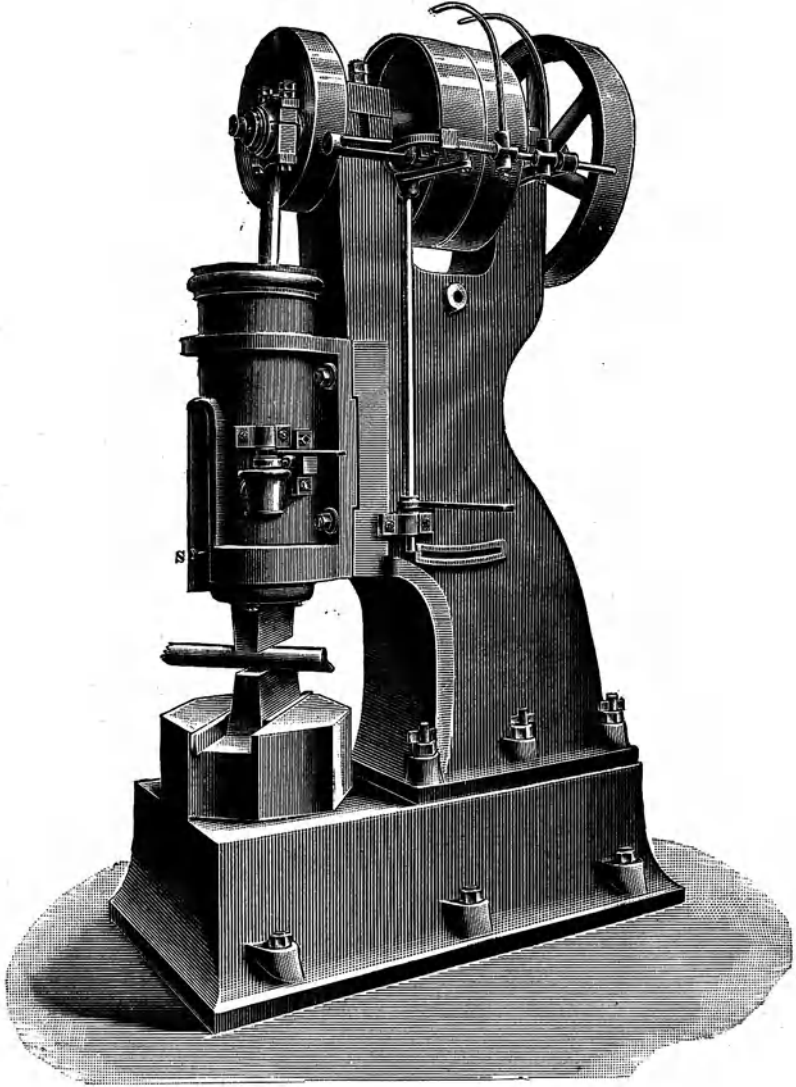


Fig. 166.

höher; auch der Schieber rückt aufwärts, schließt erst den oberen Einströmungskanal ab, sodafs der Cylinderinhalt über dem Kolben eine Zusammendrückung erleidet und als Puffer gegen das Hinausschlagen des Cylinderdeckels wirkt, und setzt endlich *i* mit dem Cylinder über

dem Kolben in Verbindung; frischer Oberdampf tritt ein, und der Schlag erfolgt. Zur Einleitung eines neuen ist abermaliges Anheben von  $k$  erforderlich. Je weiter der Absperrschieber in  $i$  geöffnet ist, desto rascher füllt sich der Cylinder mit frischem Dampfe, desto rascher und höher steigt der Bär, desto stärker ist der Schlag.

Zu den mittelbar betriebenen oder Transmissionshämmern zählt der in den Fig. 164—166 dargestellte Luftdruckhammer, dessen Wirkungsweise aus einer Betrachtung der Schnittzeichnungen klar wird.

Nachdem durch Umdrehen des Handhebels der Riemen auf die Festscheibe gelegt und die Antriebswelle des Hammers in Umlauf versetzt ist, wird der Kolben  $b$  durch die Kurbelscheibe in eine auf- und abgehende Bewegung versetzt. Solange nun der Lufthahn  $d$  verschlossen gehalten wird, muß bei jedem Kolbenaufgang in dem Raume  $f$  unter dem Kolben ein Vakuum entstehen, welches veranlaßt, daß der als Luftcylinder ausgebildete Bär  $g$  durch den Druck der Atmosphäre in die Höhe gehoben wird. Beim Niedergange des Kolbens erfolgt dagegen eine Kompression, welche einen Schlag veranlaßt, der in seiner Wirkung dadurch unterstützt wird, daß das Arbeitsvermögen des aufsteigenden Bärs und des niedergehenden Kolbens der eingeschlossenen Luft eine große Spannung von kurzer Dauer erteilen.

Der schon erwähnte Lufthahn dient als Steuerorgan zur Regelung der Schläge. Läßt man nämlich Luft in den Raum  $f$  eintreten, so unterbricht man die Wirkung des Vakuums und kann zugleich durch Verschieben des Keiles  $k$  den Bremsklotz  $q$  gegen den Luftcylinder (Bär) andrücken und diesen beliebig lange in seiner gehobenen Lage festhalten. Man ist somit in der Lage, dem Arbeitstücke in aller Ruhe die richtige Lage zu geben. Schließt man den Hahn wieder, so erfolgt beim nächsten Niedergange des Kolbens der Schlag.

Fallgewicht und Hubhöhe der Hämmer sind je nach der Aufgabe der letzteren verschieden. Hämmer von weniger 1000 kg Fallgewicht finden nur in Schmiedewerkstätten, größere dagegen vorzugsweise in den eigentlichen Hüttenbetrieben Verwendung. Hämmer unter 7,5 t Bärgewicht pflegt man meist, schwerere nur ausnahmsweise mit Oberdampf zu betreiben. Nachstehende Tabelle bietet eine Übersicht der für die einzelnen Zwecke gebräuchlichen Bärgewichte, Hubhöhen und Hubzahlen.

Verwendung	Bärgewicht t	Hubhöhe m	Hubzahl in d. Min.
zum Schmieden kleiner Gegenstände . . .	0,05— 0,5	0,15—0,6	200—400
„ „ „ größerer „ . . .	0,5 — 1,0	0,6 —1,0	100—200
„ Zängen von Luppen . . . . .	1,5 — 2,5	1,0 —1,5	80—100
„ Schweissen kleiner u. mittlerer Packete	2,5 — 5,0	1,25—1,8	80—100
„ „ „ großer Blechpackete . . .	5,0 —10,0	1,5 —2,4	60—80
„ Dichten von Schienen- u. ähnl. Blöcken	10 —20	2,0 —3,0	60—80
„ „ „ sehr großer Flußisenblöcke	20 —50	3,0 —3,2	60

### 3. Formgebende Ergänzungstücke.

Die Form, welche der zu bearbeitende Gegenstand auf der geschlagenen Fläche erhält, ist von der Gestalt des Hammers und der Unterlage abhängig; sind diese eben, so bilden sich auch Ebenen am Arbeitstücke. Gilt es bestimmte, von den Bahnen der Hämmer und Ambosse abweichende, z. B. gegliederte Formen zu erzeugen, so kann das zwar in gewissem Maße durch die Art der Arbeit, einfacher aber durch Einschaltung besonderer, entsprechend gestalteter Werkzeuge zwischen Arbeitstück und jene erfolgen. Diese Werkzeuge heißen Setzhämmer und Gesenke. Erstere sind hammerartige, mit Helm versehene Eisenkörper, deren profilierte Bahn auf das Arbeitstück aufgesetzt wird, während die andere ebene Bahn den Schlag des Hammers empfängt. Zur Vermeidung des Prellens gegen die Hand macht man die Stiele häufig aus elastischen Weidenruten u. dgl. Die Formen der Setzhämmer beschränken sich auf die allereinfachsten, z. B. auf eine schmale lange Finne oder einen Cylinderabschnitt.

Die Gesenke sind metallene Hohlformen, deren Innenfläche genau der Gestalt des zu erzeugenden Schmiedestückes entspricht; sie zerfallen in Unter- und Obergesenke; das erstere bildet die Unterlage und wird mit einem Zapfen in ein dafür bestimmtes quadratisches Loch der Ambosfbahn eingesetzt; das zweite nimmt die Stelle des Setzhammers ein und wird wie dieser an einem Stiele geführt oder mit einer Zange gehalten. Soll die Oberfläche des Schmiedestückes eben sein, so genügt das Untergesenk zur Profilierung und die Hammerbahn zum Abschlusse desselben.

Bei Dampfhämmern befestigt man auch wohl das Untergesenk an Stelle des Ambosses in dem Ambossstock und das Obergesenk im Bär. Wo indessen die Arbeit des Hammers eine oft wechselnde oder wo das Auswechseln von Hammer und Amboss wegen des hohen Gewichtes dieser Stücke zu mühsam ist, da legt man das Untergesenk einfach auf den Amboss und hält das Obergesenk, nachdem es auf das Schmiedestück aufgelegt ist, mit der daran befestigten eisernen Stange fest.

Zum Abtrennen einzelner Teile dienen der Schrotmeißel, d. i. ein Setzhammer mit scharfer Bahn, und der Abschrot, das gleich dem Untergesenk in den Amboss einzusetzende Gegenstück. Bei der Erzeugung von Löchern unter Abscherung eines Lochputzens benutzt man Durchschlag und Lochring. Der Durchschlag ist ein Stahlstempel von dem Durchmesser des herzustellenden Loches, der Lochring die Unterlage mit einer gleichgestalteten etwas weiteren Öffnung.

Vereinigt man mehrere Untergesenke in einer gemeinschaftlichen Unterlage und bringt man die zugehörigen Obergesenke über ihnen an einer Exzenterwelle derart an, daß sie sich in Führungen genau senkrecht auf und ab bewegen und in der tiefsten Stellung die Gesenke schließen, so erhält man eine Schmiedemaschine. Durch aufeinanderfolgendes Einlegen eines Schmiedestückes in die einzelnen Gesenke kann man demselben in kurzer Zeit bestimmte Formen geben, welche durch wirkliches Schmieden (die Obergesenke wirken mehr

drückend als schlagend) nur bei unverhältnismäßig größerem Zeit- und Arbeitsaufwand zu erzielen wären. Diese Maschinen eignen sich, weil die Herstellung der Gesenke sehr kostspielig ist, nur für die Erzeugung sehr großer Mengen gleichartiger Gegenstände, wie Schienennägel, Schrauben, Bolzen, Gewehr- und Schlofsteile, schmiedeeiserne Verzierungen, als Geländerspitzen, Rosetten u. s. w.; für diesen Zweck sind ihre Leistungen aber auch nicht durch andere Vorrichtungen zu übertreffen.

### b. Das Schmiedeverfahren.

Die Arbeit des Schmiedes besteht einestheils in der vorbereitenden Erwärmung des Werkstückes und andertheils in der eigentlichen formgebenden Behandlung desselben mittels des Hammers und der sonst notwendigen Werkzeuge. Über die Einrichtungen zum Erwärmen der Schmiedestücke ist oben S. 142 ff. das Erforderliche gesagt worden. Es möchte aber hier am Platze sein, einer Vorsichtsmaßregel Erwähnung zu thun, welche beim Erwärmen solcher Stücke zu beachten ist, die im Laufe der Bearbeitung eine bedeutende Streckung erfahren. Ist das zu einem solchen Arbeitstücke gehörige Packet (der Block) zunächst in einem Flammofen als Ganzes erhitzt, so muß man mit der Bearbeitung in der Mitte beginnen und möglichst dahin streben, mit der ersten Hitze den mittleren Teil fertig zu bearbeiten, weil man sonst wegen der bedeutenden Ausreckung des Werkstückes sehr bald außer Stande wäre, die Mitte desselben zur Erteilung einer zweiten Hitze in das Feuer zu bringen. Die Wiedererwärmung der kalt gewordenen Enden dagegen hat keine besonderen Schwierigkeiten. Man steckt das betreffende Ende in den Ofen und setzt, da man die Thür nicht schließen kann, den offen bleibenden Raum derselben mit Steinen aus.

Die gewöhnliche Schmiedearbeit, wie sie alltäglich etwa von einem Meister mit seinem Zuschläger ausgeführt wird, darf wohl als hinlänglich bekannt vorausgesetzt werden, und wir können uns deshalb darauf beschränken, diejenigen besonderen Hantierungen zu beschreiben, welche mit der Arbeit an maschinell betriebenen Hämmern und schweren Schmiedestücken verbunden sind.

In erster Linie gehört dahin die Bewältigung der Werkstücke, sobald deren Gewicht über diejenige Größe hinausgeht, welche sich noch von Hand zwischen Feuer und Amboss bewegen läßt. Ein sehr einfaches mechanisches Hilfsmittel für Werkstücke mittleren Gewichtes besteht in einer sogen. Luftbahn zwischen Feuer und Hammer. An der Achse der auf dieser Luftbahn laufenden Katze hängt mittels Kette oder Hängestange eine Zange, mit welcher das Arbeitstück aus dem Feuer gezogen und zum Hammer hingebraucht werden kann. Für die Fortbewegung schwererer Stücke benutzt man die zweiräderige Blockkarre.

Aber auch während der Bearbeitung selbst bedürfen wir der mechanischen Hilfsmittel. Eines derselben besteht in der Anordnung von zweiarmigen, löffelförmigen Hebeln, welche in ihren Drehpunkten von Hängestangen erfaßt und etwa in einem Knotenpunkte des Dach-

werkes oder an einer besonderen Tragkonstruktion befestigt werden. Das lange Ende dieser Hebel befindet sich in der Hand der Arbeiter; auf dem kurzen ruht das Arbeitstück bzw. ruhen die über den Amboss hinausragenden Teile desselben.

Handelt es sich um Schmiedestücke, welche während der Bearbeitung häufige, aber bestimmt bemessene Drehungen erfahren und insbesondere auch in labilen Stellungen gehalten werden müssen, so wendet man eine über eine Rolle geführte Kette ohne Ende an, welche das Schmiedestück umschlingt. Mittels zweier, durch die Glieder dieser Kette gesteckten Eisenstangen ist man dann in der Lage, das Werkstück um jedes gewünschte Maß zu drehen und es in jeder Lage festzuhalten.

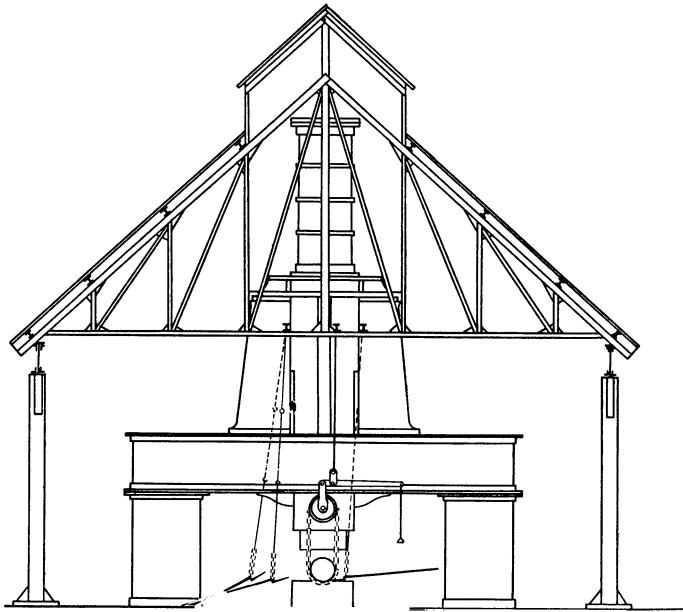


Fig. 167.

Fig. 167 zeigt uns in schematischer Weise die Anordnung der Hebel und den Gebrauch der Kette. Der die Rolle tragende Hebel ist notwendig zum Strammziehen und zum Lösen der Kette.

Nicht selten findet man statt dieser einfachen Hilfsmittel einen Drehkran angewendet. Dieser hat jedenfalls den Vorteil, daß er eine größere Zahl verschiedenartiger Bewegungen gestattet und gleichzeitig dazu dient, das Arbeitstück aus dem Ofen zu ziehen und nach dem Hammer zu bringen.

Die eigentliche Schmiedearbeit setzt sich nun zusammen aus einer Reihe einzelner Umformungsarbeiten, deren wichtigste etwa folgende sind:

1. Das Strecken. Dies besteht in einer Verdünnung des Querschnittes an der geschlagenen Stelle, wobei durch das allseitige Hinaus-treten des verdrängten Stoffes eine Vergrößerung sowohl der Länge als

der Breite bewirkt wird (Strecken und Breiten). Erfahrungsgemäß streckt man am besten mit der Finne des Handhammers bzw. mit einem maschinellen Hammer von sehr schmaler Bahn. Die von den einzelnen Hammerschlägen hinterlassenen Unebenheiten werden dadurch geschlichtet, daß man das Schmiedestück in die Längsrichtung der Hammer- und Ambofsbahn legt und mit leichteren Schlägen bearbeitet (Fig. 168 u. 169).

Eine besondere Art des Streckens ist das Treiben, mittels dessen man aus Platten Hohlkörper herstellt, indem durch einen Schlag in

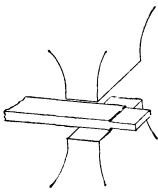


Fig. 168.

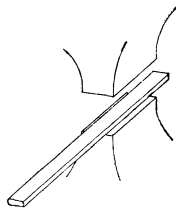


Fig. 169.

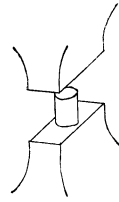


Fig. 170.

der Mitte eine örtliche Streckung, die sich als Beule äußert, erzeugt und dann das Strecken in gleichmäßiger Weise von diesem Punkte aus fortgesetzt wird.

2. Den Gegensatz zum Strecken bildet das Stauchen (Fig. 170), d. h. die Verdickung des Querschnittes durch Verkürzen des Arbeitstückes. Auch durch Stauchen lassen sich aus Platten Hohlkörper erzeugen, wenn man mit der Arbeit am Rande beginnt; man nennt dies Verfahren *Aufziehen*.

3. Unter Ansetzen versteht man die Bildung eines durch plötzliche Querschnittsverdünnung entstandenen Vorsprunges. Man erhält einen solchen, indem man das Arbeitstück mit dem anzusetzenden Ende auf

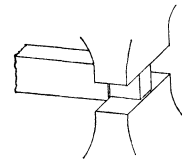


Fig. 171.

den Rand des Ambofses legt, den Setzhammer daraufsetzt und durch Hammerschläge die Verdünnung bewirkt. Setzt man den Setzhammer so auf, daß seine Kante mit der Ambofskante eine senkrechte Ebene bildet, so entsteht ein doppelter Ansatz, d. h. das verdünnte Stück springt unten und oben gegen das nicht geschlagene zurück (Fig. 171).

4. Das Biegen, welches bei der gewöhnlichen Handarbeit dadurch erfolgt, daß man mit dem Hammer auf den über den Ambofs hinausragenden Teil des Schmiedestückes schlägt und dann auf dem Horn oder der Ambofskante die Biegung rund oder winkelig ausgestaltet, kann bei maschinellen Hämmern nur so ausgeführt werden, daß man das zu biegende Stück zwischen zwei Unterstützungspunkten hohl legt und dann mit dem Hammer auf ein mitten darüber gehaltenes Stück schlägt, so daß dessen Kraft nur auf einen bestimmten Punkt wirkt (Fig. 172).

5. Das Zerteilen, wozu auch das Abtrennen überflüssiger Länge und schlechter Enden gehört, wird wie beim Handbetriebe mittels Schrot-

meißel und Abschrot, so beim Grofsbetrieb durch das Hineinschlagen keilförmiger aber nicht scharfer Setzstücke besorgt (Fig. 173).

6. Das Lochen kann mittels Durchschlag und Lochring erfolgen, wobei ein Putzen abfällt, indem man das Schmiedestück auf den Ring

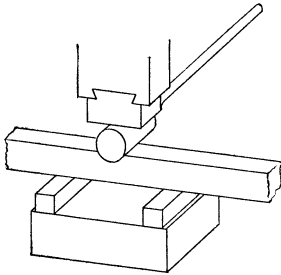


Fig. 172.

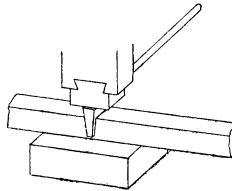


Fig. 173.

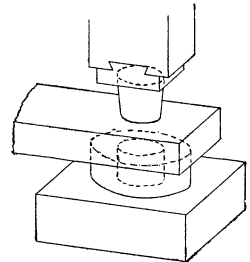


Fig. 174.

legt und dann den Durchschlag durch dasselbe bis in den Ring hineintreibt (Fig. 174), oder durch Aufhauen, d. h. durch Bildung eines Schlitzes mittels des Schrotmeißels und Aufweiten desselben zu einer runden oder eckigen Öffnung mit einem entsprechend gefornnten Dorn.

Dabei fällt kein Putzen ab, und es wird die Schwächung des Arbeitstückes an der gelochten Stelle vermieden.

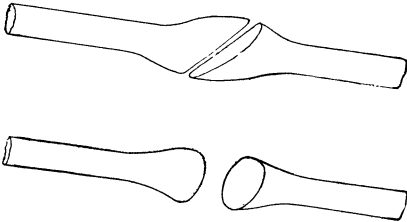


Fig. 175.

7. Das Schweißen oder die Vereinigung zweier oder mehrerer Eisenstücke, welche auf Weißglut erhitzt wurden, durch Hammerschläge oder sonstigen entsprechenden Druck. Bevor die eigentliche Schweißhitze gegeben wird, müssen die beiden zusammenzufügenden Enden erst gestaucht und dann abgeschragt werden.

Die Stauchung ist notwendig, weil sonst durch die bei der Schweißung erforderlichen Hammerschläge eine Verdünnung des Querschnittes herbeigeführt würde, und die Abschrägung bietet den Vorteil größerer Anhaftungsflächen und damit eine größere Zuverlässigkeit der Schweißung (Fig. 175). Für schwierige Schweißungen, z. B. von Stahl auf Eisen, wird das Eisen zweckmäfsig aufgehauen und der Stahl dazwischen gelegt. Sind zahlreiche Eisenstücke zu vereinigen, so werden sie vorher packetiert.

### c. Die Wirkung der Hämmer.

Die von jeher übliche Herstellungsweise des gewöhnlichen Handhammers aus dem eisernen Schlagkörper und dem hölzernen Stiel ist der einfachste Ausdruck für die Erfahrung, dafs dieses Werkzeug gerade so am besten wirkt. Theoretisch ausgedrückt besagt diese Lehre, dafs bei einem guten Hammer der Schwerpunkt in dem schlagenden Teile liegen mufs.

Bei den für den Handgebrauch bestimmten Hämmern ist diese Forderung erfüllt.



Bei den maschinellen Winkelhämmern dagegen ist man häufig ge-  
nötigt, den Stiel um der Haltbarkeit willen aus Eisen zu machen und  
ihm dadurch ein mehr oder weniger beträchtliches Gewicht zu geben.  
Die Folge davon ist eine entsprechende Verschiebung des Schwer-  
punktes nach dem Stiele hin, und von dem ganzen in Bewegung ge-  
setzten Hammergewichte kommt nur ein Teil auf dem Ambosse zur  
Wirkung. Ein Beispiel möge dies näher erklären. Der in Fig. 176  
dargestellte Hammer, dessen schlagender Teil ein aus den Abmessungen  
berechnetes Gewicht von 207 kg habe, sei mit einem aus zwei U-Eisen  
hergestellten Stiele von 4 m Länge und 224 kg Gewicht versehen. Die Be-  
stimmung des Schwerpunktes des ganzen Hammers mit Hilfe des Momenten-  
satzes ergibt als Entfernung desselben vom Drehpunkte des Hammers

$$(207 + 224) x = 207 \cdot 4125 + 224 \cdot 2000 \text{ oder} \\ x = 3020 \text{ mm.}$$

Der Schwerpunkt liegt also um 1105 mm von der Mitte des  
schlagenden Teiles entfernt.

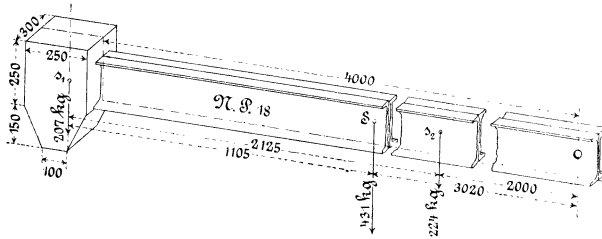


Fig. 176.

Um nun zu finden, wieviel von dem Gewichte des ganzen Hammers  
beim Schlagen zur Geltung kommt, verfahren wir wie bei der Berechnung  
des Auflagerdruckes eines Trägers und setzen

$$P \cdot 4125 = 431 \cdot 3020 \\ P = 316 \text{ kg.}$$

Hiernach kämen also von dem angehobenen Gewichte nur etwa  
drei Viertel zu der beabsichtigten Wirkung.

Zu den früher schon erwähnten Mängeln, welche den maschinell  
betriebenen Winkelhämmern anhaften, hätten wir also noch einen recht  
bedeutenden hinzuzufügen.

Die Rahmenhämmer leiden an diesem Übelstande nicht; vielmehr  
kommt bei diesen im Schlage das volle Bärge wicht zur Geltung.

Die Leistung eines Hammers ist auszudrücken durch die Formel

$$L = \frac{m \cdot v^2}{2}$$

worin  $m$  die Masse des Bares und  $v$  die Geschwindigkeit ist, mit welcher  
derselbe auf dem Arbeitstücke ankommt. Für solche Hämmer, welche  
ohne Oberdampf arbeiten, bestimmt sich  $v$  nach den Gesetzen des freien  
Falles, ist also abhängig von der Fallhöhe des Hammerschwerpunktes.

Setzen wir nun  $m = \frac{G}{g}$  und  $v^2 = 2 \cdot g \cdot h$ , so geht unsere Formel für

L über in

$$L = G \cdot h$$

d. h. die Leistung eines Fallhammers ist gleich dem Produkte aus seinem Gewichte und der Fallhöhe seines Schwerpunktes.

Theoretisch betrachtet müßte nun ein Hammer von geringem Bär-  
gewichte die gleiche Arbeit verrichten können wie ein schwerer Hammer,  
wenn nur in beiden Fällen das Produkt  $\frac{m v^2}{2}$  dieselbe Gröfse hätte.

Die Praxis zeigt uns jedoch einen wesentlichen Unterschied der beiden Leistungen insofern, als die Wirkung des leichten Hammers eine nur oberflächliche ist, während die des schweren mehr in die Tiefe des Schmiedestückes eindringt. Die Ursache dieser eigentümlichen Erscheinung ist zu suchen in der Trägheit der Moleküle des Schmiedestückes, welche durch den Schlag des Hammers in Bewegung gesetzt werden sollen. Ein Beispiel möge dies klar machen. Es seien vorhanden zwei Fallhämmer A und B von gleichem Arbeitsvermögen und mit gleich großen Schlagbahnen. Die von beiden zu bearbeitenden Eisenstücke seien ebenfalls von ganz gleicher Beschaffenheit. Führen wir uns den Bewegungsvorgang der beiden Hämmer zu gleicher Zeit rechnerisch vor Augen und setzen wir

	für Hammer A	für Hammer B
Das Fallgewicht . . . . .	10 000 kg	5000 kg
die Fallhöhe . . . . .	1 m	2 m
also die Arbeit . . . . .	10 000 mkg	10 000 mkg

ferner den Widerstand der zu bewegendenden Stoffteile

in beiden Fällen . . . . .	200 000 kg	200 000 kg
----------------------------	------------	------------

so ergeben sich zunächst die bez. Geschwindigkeiten, mit welchen die beiden Hämmer unten ankommen

$$v = \sqrt{2 gh} \quad \left| \sqrt{2 \cdot 9,81} = \sqrt{19,62} = 4,4 \text{ m} \quad \left| \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 2} = \sqrt{39,24} = 6,2 \text{ m} \right. \right.$$

Sobald nun die beiden Hämmer die Schmiedestücke treffen, beschreiben sie, in diese eindringend, noch eine kurze Wegstrecke mit geringeren, durch den Widerstand von 200 000 kg verzögerten Geschwindigkeiten, bis diese gleich Null werden. Die Berechnung dieser Verzögerung ergibt

$$p = \frac{P}{m} \quad \left| \frac{200\,000 \cdot 9,81}{10\,000} = 196,2 \text{ m} \quad \left| \frac{200\,000 \cdot 9,81}{5000} = 392,4 \text{ m} \right. \right.$$

und die zu diesen Verzögerungen notwendigen Zeiten sind

$$t = \frac{v}{p} \quad \left| \frac{4,4}{196,2} = 0,0224 \text{ Sek.} \quad \left| \frac{6,2}{392,4} = 0,0158 \text{ Sek.} \right. \right.$$

Wir sehen also, dafs die Geschwindigkeit und damit auch die Arbeit des schneller fallenden Hammers in viel kürzerer Zeit gleich Null wird als die des anderen. Bedenken wir nun, dafs zur Über-

tragung der Bewegung von einem Molekül auf das andere eine gewisse Zeit notwendig ist, so leuchtet uns auch ohne weiteres ein, daß diese Übertragung in einem Zeitraume von 0,0224 Sekunden weiter fortschreitet als in 0,0158 Sekunden, daß also der Eindruck des schwereren Hammers auf das Schmiedestück tiefer sein muß als der des leichteren, ungeachtet der gleichen theoretischen Arbeitsfähigkeit. Es nimmt eben mit zunehmender Geschwindigkeit die Wirkungsdauer des Hammers ab.

In Übereinstimmung mit dem soeben Erkannten sehen wir, daß die Praxis sich überall da schwerer Hämmer bedient, wo es sich um Verdichtungsarbeit an schweren Packeten und Blöcken handelt, für kleinere Schmiedearbeit dagegen Hämmer von geringem Bärgeichte gebraucht und deren Energie durch Anwendung von Oberdampf verstärkt.

Nach den Gesetzen des Stofses zerlegt sich die einem Hammer innewohnende Arbeitsfähigkeit in dem Augenblicke, wo er das Arbeitsstück trifft, in zwei Teile, von denen der eine das Einrammen des Ambosstockes besorgt, während der andere die beabsichtigte Umformungsarbeit verrichtet. Das Verhältnis der beiden Arbeitsteile ist abhängig von dem Gewichte des Hammers und dem der Ambosunterlage. Bezeichnen wir die umformende Arbeit mit  $E_r$ , die rammende mit  $E_f$ , das Bärgeicht mit  $G$ , und das der Unterlage mit  $Q$ , so ist das Verhältnis dieser vier Größen zu einander auszudrücken durch die Gleichung

$$\frac{E_r}{E_f} = \frac{G}{Q}.$$

Man hat also bei dem Bau eines Hammers dafür zu sorgen, daß das Verhältnis des Bärgeichtes zu dem der Unterlage möglichst klein werde, damit ein möglichst großer Teil der aufgewendeten Arbeit dem eigentlichen Zwecke des Hammers zu gute komme.

#### D. Die Schmiedepressen.

Durch die Erfindung der neueren Frischprozesse (Bessemer-, Thomas- und Martinverfahren) ist die Gewinnung großer Mengen schmiedbaren Eisens in flüssigem Zustande und damit die Herstellung schwerer Blöcke so leicht geworden, daß auch die Verbraucher sehr bald Gefallen fanden an der Verwendung derselben zur Verfertigung großer und schwerer Maschinenelemente und anderer Bauteile. Hierbei machte sich sehr bald das Bedürfnis nach kräftigeren Bearbeitungsmaschinen fühlbar, und zwar in erster Linie bei den Hämmern, denen jetzt in besonders hohem Maße die Aufgabe gestellt wurde, durch eine möglichst tiefgehende Schlagwirkung die Verdichtung der mit mancherlei Hohlräumen behafteten Flusseisenblöcke zu besorgen.

Die Mängel, welche indessen den Hämmern von Natur anhaften, daß nämlich

1. ein Teil der aufgewendeten Energie zu nutzloser Rammarbeit verwendet wird.
2. wegen der notwendigen Fallgeschwindigkeit die Wirkungsdauer

eine nur auferordentlich kurze und die Wirkung selbst darum immer eine mehr oder weniger oberflächliche ist,

3. mit der zunehmenden Gröfse der Hämmer auch die Anlagekosten wegen der ungeheuren Grundbauten ganz ungebührlich anwachsen und
  4. die mit dem Hammerbetriebe verbundenen Erderschütterungen sich schliesslich zu einer wahren Plage und grofsen Schädigung für einen grofsen Nachbarschaftskreis auswachsen,
- fürten sehr bald zu der Erkenntnis, dafs die Hämmer der neuen Aufgabe gegenüber nicht mehr das richtige Werkzeug seien.

So gelangte man zur Verwendung des Druckes hydraulischer Pressen für die Schmiedearbeit.

Der Unterschied der Pressarbeit gegenüber der der Hämmer besteht in der Möglichkeit, den von dem arbeitenden Teile (dem Pressbaren) ausgeübten Druck mit jeder beliebigen Dauer wirken zu lassen, so dafs eine zuverlässige Übertragung desselben in das Innere des Arbeitstückes stattfindet, dafs ferner wegen der vollständig stofffreien Wirkung der Presse die ganze aufgewendete Kraft auf die Umformungsarbeit verwendet wird und keinerlei Erschütterung der Umgebung erfolgt.

Wie die Fig. 177, 179 und 180 zeigen, ist allen gebräuchlichen Bauweisen das gemeinsam, dafs zwei sehr starke Querhäupter, von denen das untere den Ambofs, das obere den hydraulischen Cylinder enthält, durch vier starke schmiedeeiserne Ankersäulen miteinander verbunden sind, welche den zwischen

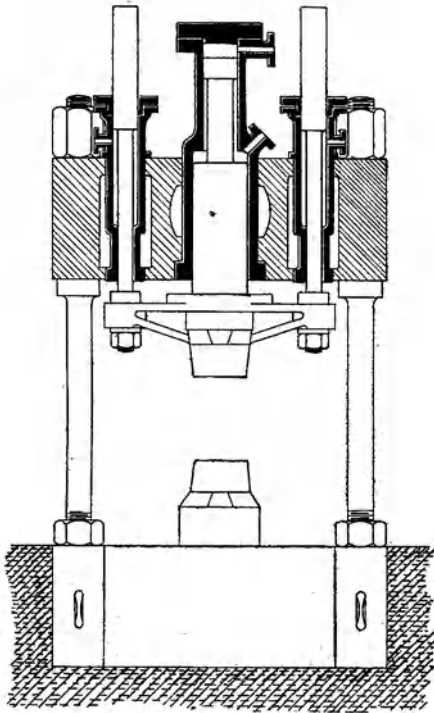


Fig. 177.

Pressbar und Arbeitstück auftretenden Druck als Zugbeanspruchung aufzunehmen haben. Gemeinsam ist allen Schmiedepressen ferner, wenn auch in der Ausführungsform verschieden, dafs das Heben des Pressbaren durch einen oder mehrere besondere Kolben stattfindet, welche beständig unter Druck stehen und sofort ihre Thätigkeit beginnen, wenn das Druckwasser aus dem Presscylinder austritt, ein Umstand, welcher bedingt, dafs beim Niedergange des Presskolbens das die Hebekolben belastende Wasser in den Druckwasserbehälter bzw. falls man zum Heben Dampf anwendet, dieser in die Leitung zurückgedrückt wird.

Unterschieden sind die zahlreichen Ausführungen von Schmiedepressen, wenn wir absehen von den kleinen Abweichungen der Form, der Anzahl der Hebecylinder und dergleichen, nur durch die Art ihres Betriebes, und in dieser Beziehung können wir sie trennen in:

1. Pressen mit Druckwasserbetrieb unter Vermittelung eines Druckwassersammlers (Akkumulators),
2. Pressen mit Druckwasserbetrieb ohne Sammler und
3. Pressen mit Dampftrieb und Druckwasserübersetzung.

Ein Beispiel der ersten Art zeigt die in Fig. 177 dargestellte Schmiedepresse des Bochumer Vereines, welche mit einem Wasserdrucke von 500 kg/qcm arbeitend, einen Höchstdruck des Pressbäres von 4 000 000 kg auszuüben vermag. Um jedoch diesen gewaltigen Druck nicht auch auf Schmiedestücke (die größten vom Verfasser in der Bearbeitung gesehenen Blöcke hatten ein Gewicht von 55 000 kg) von geringererem Gewichte anwenden zu müssen, hat man dem Presskolben eine Gestalt gegeben, welche eine dreifache Abstufung des Druckes gestattet, je nachdem man das Druckwasser blofs auf den unteren oder blofs auf den oberen Kolben und auf beide zugleich wirken läßt. Die Hebung des Pressbäres erfolgt durch zwei Druckwassercylinder, indem die beiden von den Tauchkolben nach unten geführten Kolbenstangen an dem mit dem Pressbären verbundenen Querhaupt anfassen und ihn hochziehen, sobald das Druckwasser aus dem Presscylinder ausfließt.

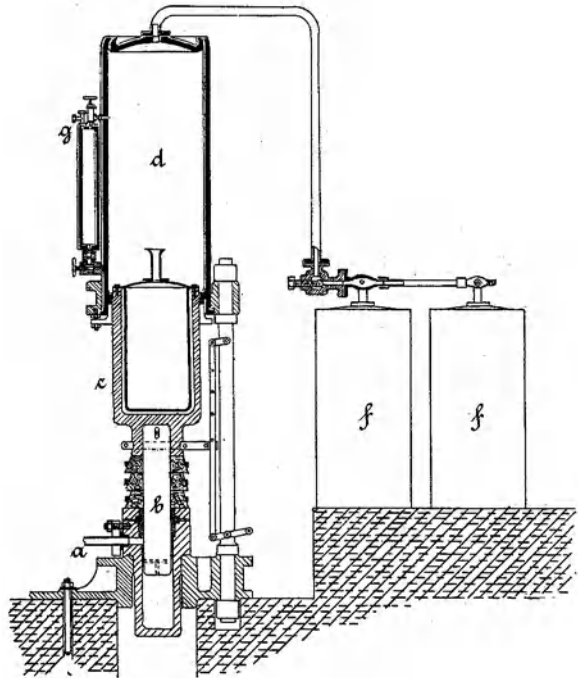


Fig. 178.

Zum Betriebe dieser Presse dienen zwei Druckwassersammler, einer mit hohem Drucke zur Bedienung der Presscylinder und ein kleinerer mit niederem Drucke für die Hebecylinder. Beide können als gewöhnliche Sammler mit üblicher Gewichtsbelastung gebaut werden, nur zeigen sich bei Anwendung so hoher Wasserdrucke, wie sie z. B. auf der Bochumer Gufsstahlfabrik gebraucht werden, mancherlei Übelstände, wie Undichtwerden der Packungen und gefährliche Beschleunigungen des

Belastungsgewichtes bei rascher Wasserentnahme. Man hat deshalb im Jahre 1890 an Stelle des gewöhnlichen einen Sammler von Prött & Seelhoff gesetzt, welcher mit einer Belastung von verdichteter Luft oder Kohlensäure arbeitet. Die Einrichtung desselben ist durch Fig. 178 erläutert.

Das von der Pumpe erzeugte Druckwasser tritt durch das Rohr *a* unter den Tauchkolben *b* (Wasserkolben) und bewirkt, indem es diesen anhebt, zugleich ein Aufsteigen des Tauchkolbens *c* (Luftkolben) in dem mit gepresster Luft oder Kohlensäure gefüllten Blechcylinder *d*.

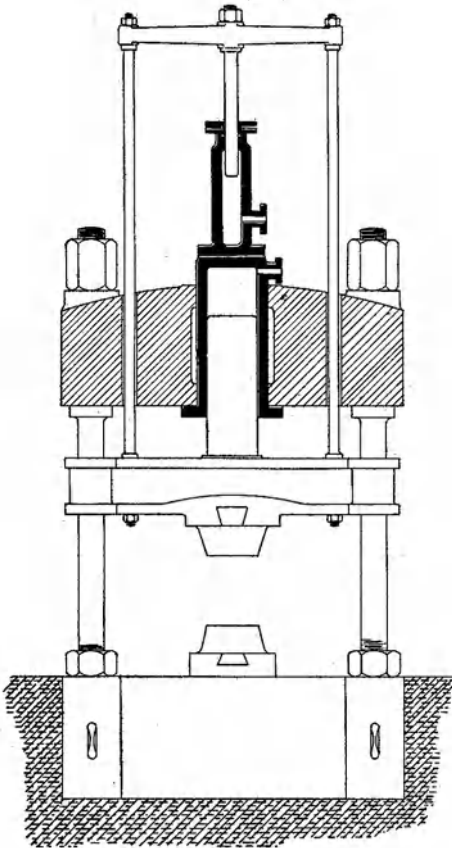


Fig. 179.

Der von der gepressten Luft auf den Kolben *c* ausgeübte Druck tritt also an Stelle der Gewichtsbelastung der gewöhnlichen Druckwassersammler und hält dem Wasserdruck auf den Kolben *b* das Gleichgewicht. Macht man nun die Durchmesser der beiden Kolben gleich groß, so ist auch der Druck im Wassercylinder gleich dem im Luftcylinder, während man, wie in vorliegendem Beispiele geschehen, durch Verwendung eines Wasserkolbens von kleinerem Durchmesser einen entsprechend höheren Druck des Wassers erzielen kann.

Um durch das Auf- und Absteigen des Kolbens keine zu großen Druckschwankungen im Luftcylinder zu verursachen, kann man mit demselben eine Anzahl von Luftbehältern *f* verbinden. Man verkleinert dadurch das Verhältnis der Veränderung des Inhaltes zum Gesamthalt und damit die Druckschwankungen. Die Einführung der gepressten Luft in den Luftcylinder erfolgt mittels einer

Luftpumpe, welche bei *g* angeschlossen wird. Von besonderer Wichtigkeit ist die Abdichtung des Luftkolbens. Da derselbe aus Gußeisen oder Stahlgufs besteht, so ist er bei dem hohen Druck im Blechcylinder einigermaßen luftdurchlässig. Man setzt deshalb in den Hohlraum des Kolbens ein etwas kleineres Blechgefäß, welches mit dem Luftcylinder in Verbindung steht und für sich vollständig luftdicht ist und füllt den zwischen dem Blechgefäß und der Kolben-Innenwand verbleibenden Raum so weit mit Öl an, daß dieses auch noch die Stopfbüchsenpackung zwischen Luftkolben und Blechcylinder bedeckt. Man erreicht da-

durch, daß alle diese Abdichtungen nur für Öl undurchlässig zu sein brauchen.

Die in Fig. 179 dargestellte Schmiedepresse zeigt uns eine Form, wie sie von der Märkischen Maschinenbauanstalt vorm. Kamp & Co. in Wetter gebaut und für unmittelbaren Betrieb durch die Pumpe ohne Einschaltung eines Sammlers eingerichtet wird. Da nur ein einfacher Prefskolben vorhanden ist, so werden Steigerungen des Druckes durch schnelleren Antrieb der Pumpe herbeigeführt. Das

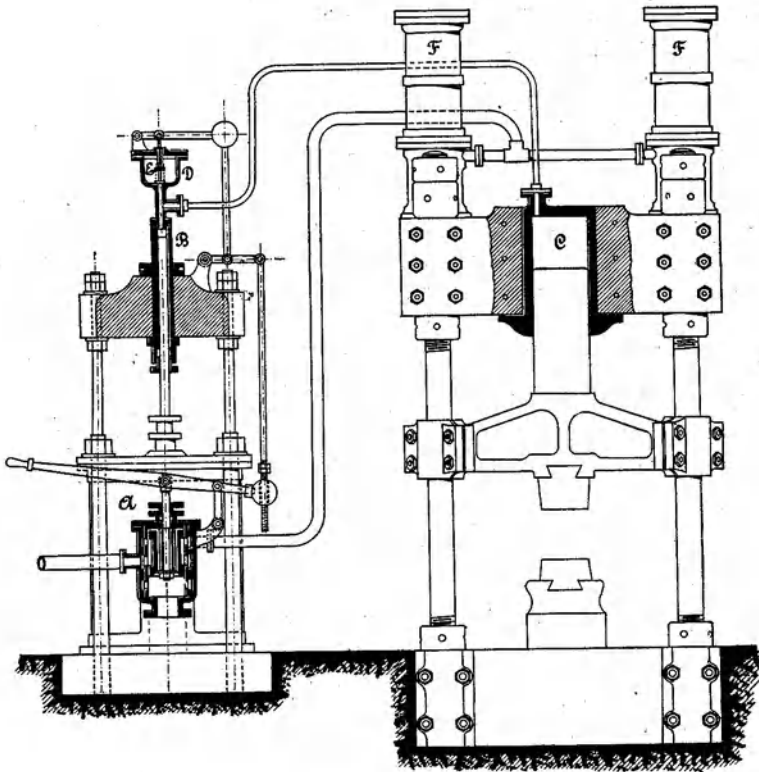


Fig. 180.

Heben des Prefskolbens wird hier durch nur einen Kolben besorgt, welcher mittels Querhaupt und Zugstangen an dem durch die Ankersäulen gerade geführten Prefsbär angreift.

Der an dritter Stelle erwähnten Bauweise entspricht die von der Kalker Werkzeugmaschinenfabrik ausgeführte und in Fig. 180 skizzierte Presse mit Dampftrieb und Druckwasserübersetzung. *A* ist ein von Hand gesteuerter Dampfzylinder, dessen Kolben, durch den Dampf gehoben, mittels der in einen Tauchkolben endigenden Kolbenstange auf das in dem Wasserdruckzylinder *B* und

dem mit ihm in Verbindung stehenden Prefscylinder  $C$  befindliche Wasser einen Druck ausübt, dessen Wirkung auf die Flächeneinheit zu der Dampfspannung im umgekehrten Verhältnisse der Kolbenflächen steht.

Um das dem Prefscylinder zugeführte Druckwasser wieder zu ersetzen, wird das über dem Wasserdruckcylinder angebrachte Gefäß  $D$  durch Zuleitung aus einem höher gelegenen Wasserbehälter stets gefüllt gehalten, so dafs sich beim Niedergange des Dampfkolbens und gleichzeitigem Öffnen des Ventiles  $E$  eine neue Füllung in den Cylinder ergießt.

Der tote Gang des Prefskolbens, d. h. der widerstandslose Niedergang desselben bis zur Berührung des Arbeitstückes erfolgt nicht durch Anwendung von Druckwasser, sondern unter sog. Vorfüllung aus dem schon genannten Behälter, indem der Prefskolben durch sein eigenes Gewicht abwärts geht und dabei das Wasser des Hochbehälters durch die Druckleitung ansaugt. Beim Hochgehen des Prefskolbens verdrängt dieser eine entsprechende Wassermenge aus dem Prefscylinder, welche durch die Druckleitung und das Füllgefäß  $D$  in den Hochbehälter zurückkehrt und gleichzeitig den Wasserdruckcylinder  $B$  durch das zu dieser Zeit geöffnete Ventil  $E$  anfüllt.

Zum Anheben der Prefstraverse sind zwei einfach wirkende Dampfzylinder  $F$  vorhanden, welche von der Steuerung der Treibvorrichtung mit beeinflusst werden.

Diese Steuerung, ein einfacher Kolbenschieber, ist so eingerichtet, dafs sie in ihrer tiefsten Stellung den Kesseldampf in den großen Treibzylinder treten läßt und so die Druckwirkung der Presse hervorbringt, während sie in der höchsten Stellung den Dampf nach den Hebezylindern gelangen läßt. Das in dem Wassertreibzylinder angeordnete Ventil  $E$  ist durch ein Zuggestänge derart von dem Steuerhebel abhängig gemacht, dafs es in der tiefsten Stellung des Kolbenschiebers geschlossen ist, beim Hochgehen desselben aber so frühzeitig geöffnet wird, dafs beim Eintritte des Dampfes in die Hebezylinder und beim Anheben der Prefstraverse das aus dem Prefscylinder verdrängte Wasser dasselbe offen findet.

## E. Die Walzwerke.

### a. Die Einrichtung der Walzwerke.

Walzwerke sind formgebende Vorrichtungen, welche ähnlich der Schmiedepresse mit ununterbrochenem Druck über die ganze Länge des Arbeitstückes wirken. Die formgebenden Teile, Walzen genannt, bilden Kreiscylinder (glatte Walzen) oder cylindrische Rotationskörper (Kaliberwalzen), welche parallel zu einander gelagert sind und sich in einander entgegengesetzten Richtungen um ihre Achsen drehen. Infolge der zwischen Arbeitstück und Walzen auftretenden Reibung wird ersteres von diesen erfaßt, bei der dann folgenden Abwicklung zwischen den Walzen durchgezogen und bis auf ihren Abstand zusammengedrückt. Der



dadurch erzielten Verminderung des Querschnittes entspricht natürlich eine Vergrößerung der Länge. Die an dem Arbeitstücke vorzunehmende Umformungsarbeit ist meist so bedeutend, daß eine größere Anzahl von Durchgängen nötig ist. Es muß deshalb, falls das Walzwerk aus zwei stets in derselben Richtung umlaufenden Walzen besteht (Duo-Walzwerk), das Arbeitstück nach jedem Durchgange wieder auf die vordere Seite zurückgegeben werden. Der dadurch entstehende Arbeit- und Zeitverlust wird vermieden, wenn man drei Walzen übereinander anordnet (Trio-Walzwerk), von denen die obere und untere den gleichen Drehsinn haben, während die mittlere entgegengesetzt umläuft. Dies ermöglicht es, das Zurückgeben des Arbeitstückes gleichzeitig mit einem Teile der Umformungsarbeit zu verbinden. Bei einem Duo-Walzwerke läßt sich dieser Vorteil nur dadurch erreichen, daß man nach jedem Stiche die Drehrichtung der Walzen umkehrt, wie es bei den Reversier- oder Kehrwalzwerken geschieht.

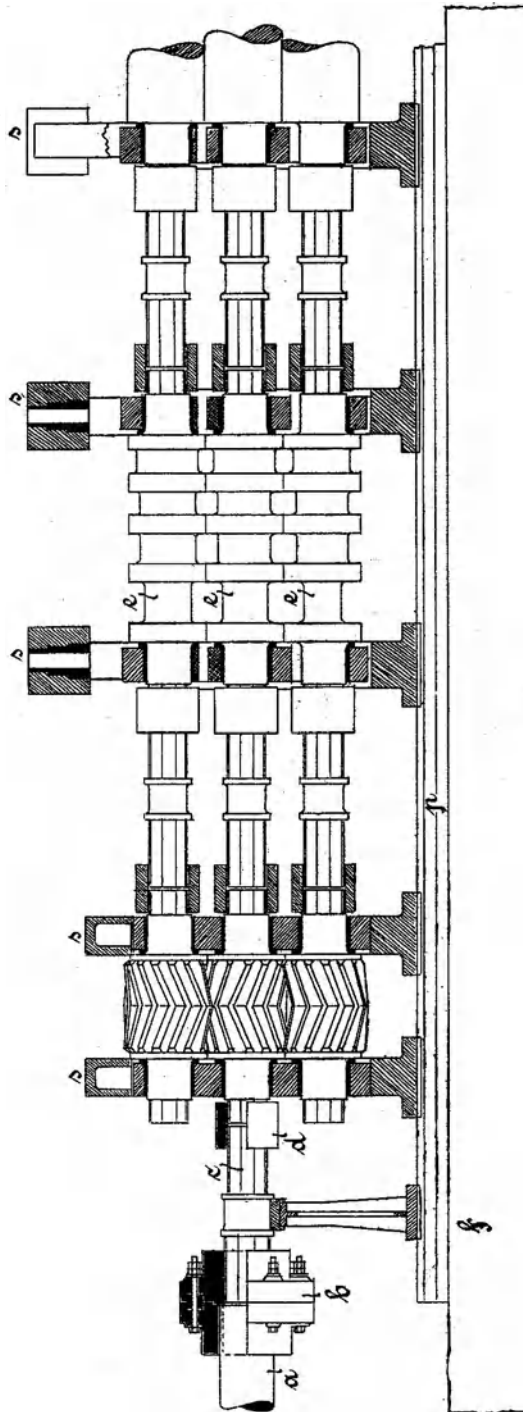


Fig. 181.

Als Kraftmaschine zum Antriebe der Walzen dient in weitaus den meisten Fällen eine Dampfmaschine, nur selten noch eine Turbine oder ein Wasserrad, deren Umdrehungen durch Vermittelung von Zahnrädern, den sog. Kammwalzen, auf die Walzen übertragen werden.

Fig. 181 möge diese Bewegungsübertragung veranschaulichen. Auf dem Ende der Schwungradachse *a* ist die mit runder Bohrung versehene Hälfte einer Scheiben- oder Klauenkuppelung *b* aufgekeilt, während die andere, sog. lose Hälfte derselben mit ihrer kreuzförmigen Aussparung die ebenfalls kreuzförmigen Querschnitt besitzende Angriffsspindel *c* umschließt. Diese steht nun dem kreuzförmigen Kuppelzapfen der mittleren Kammwalze genau gegenüber und ist samt diesem von der außen cylindrischen, innen mit kreuzförmiger Aussparung versehenen Kuppelmuffe *d* umschlossen. Die auf diese Weise auf die mittlere Kammwalze übertragene Drehbewegung der Schwungradachse

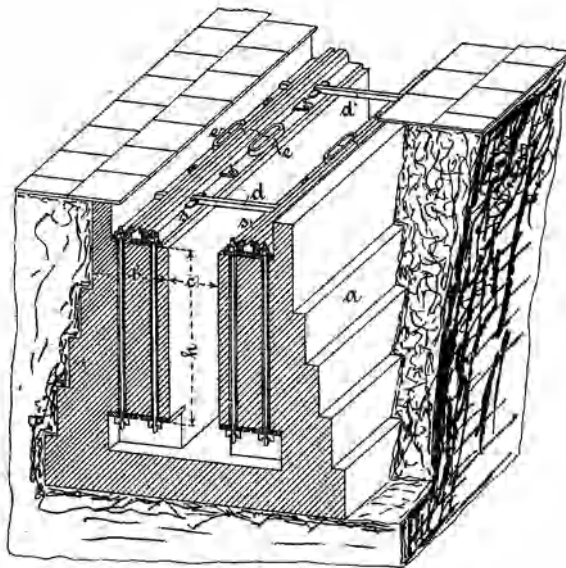


Fig. 182.

teilt sich nun infolge des Zahneingriffes zunächst der oberen und unteren Kammwalze mit und wird von da mittels Kuppelmuffeln und Spindeln auf die entsprechenden Arbeitswalzen *e* des ersten Gerüstes, so-

wie in ganz gleicher Weise auf jedes noch folgende Trio übertragen. Fig. 181 zeigt uns zugleich die wesentlichsten Bestandteile eines Walzwerkes. Auf der von dem Fundamente *f* getragenen gusseisernen Sohlplatte *p* erheben sich die Walzenständer *s* mit den Lagern für die Zapfen der Walzen.

### 1. Das Fundament.

Auf möglichst breiter Grundfläche erhebt sich der in Abstufungen verjüngte und durch den sog. Walzkanal bis zu einer gewissen Tiefe geteilte Mauerkörper *a* (Fig. 182), welcher bestimmt ist, im Vereine mit den Sohlplatten *s* dem Walzwerk als Unterlage zu dienen. In diesen Mauerkörper ragen die Ankerbolzen zur Befestigung der Sohlplatten hinab, welche nach Aufbringung der Sohlplatten in die entsprechenden Aussparungen im Mauerwerke versenkt und durch Vorstecken eines

Nasenkeiles gegen das Herausziehen versichert werden. Diese in der Tiefe des Fundamentkörpers vorzunehmende Befestigungsarbeit wird ermöglicht durch Mauernischen, welche einem Arbeiter den Zugang zu den Enden der Ankerbolzen gestatten.

Die Größenverhältnisse des Fundamentes hängen ab von der Größe des betr. Walzwerkes. Man giebt ihm folgende Abmessungen:

Art des Walzwerkes	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>h</i>	
Drahtstrafse . . . . .	0,875 m	0,600 m	1,800 m	Als Baustoffe sind ebensoviel Bruchsteine wie Backsteine anwendbar; als Bindemittel sollte man nur Zementmörtel verwenden.
Feinstrafse . . . . .	1,000 "	0,650 "	2,000 "	
Mittelstrafse . . . . .	1,250 "	0,700 "	2,250 "	
Stabstrafse . . . . .	1,300 "	0,750 "	2,500 "	
Grobstrafse . . . . .	1,500 "	0,950 "	3,500 "	
Schwere Blechstrafse . .	1,650 "	1,000 "	3,750 "	

Die Sohlplatte kann verschiedenartig gestaltet sein.

Die in Fig. 182 dargestellte Querschnittsform derselben ist wohl die mit Recht beliebtere. Die aus der eigentlichen Grundplatte hervorragenden und in der Längsrichtung der Platten verlaufenden Prismen sind in ihrer äußeren Begrenzung bearbeitet und dienen als Geradföhrung beim Verschieben der Ständer, während der T-förmige Schlitz im Innern

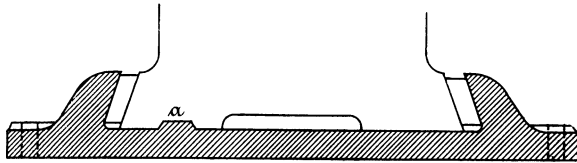


Fig. 183.

zur Aufnahme der Schrauben dient, mit denen die Ständer auf der Sohlplatte befestigt werden. Die Längsverbindung der zu einer Sohlplatte gehörigen Gufsstücke erfolgt durch Schrumpfbänder *e*, welche um angegossene entsprechende Nocken gezogen sind. Auch eine Querverbindung der beiden Sohlplatten ist erforderlich und wird erreicht durch die kräftigen Anker *d*, deren jeder mit vier Keilen an den Geradföhrungen befestigt ist. Für kleinere Walzwerke gießt man die beiden Sohlplatten in einem Stücke. Da hierbei die verbindende Platte den Walzkanal verdeckt, so bringt man in derselben Löcher an, welche ein Einsteigen gestatten und das Abfließen des von den Walzen kommenden Kühlwassers ermöglichen.

Eine etwas ältere, aber weniger zweckmäßige Form der Sohlplatte ist in Fig. 183 dargestellt. Die Befestigung des Ständers erfolgt hier durch Keile zwischen kräftigen Nocken, die Geradföhrung durch eine kleine Arbeitsleiste *a*.

Damit die Sohlplatte, wie man zu sagen pflegt, an allen Punkten gut getragen wird, d. h. mit dem Fundament in Beröhrung ist, wird sie sorgfältig mit Zement untergossen.

## 2. Die Walzenständer.

Dies sind die gußeisernen Rahmen, welche die Lagerkörper für die Walzenzapfen umschließen. Hinsichtlich der Form unterscheiden wir die aus einem Stücke gegossenen Rahmenständer und die mit getrenntem Oberteile (Deckel oder Kappe) hergestellten Kappenständer. Die geschlossenen oder Rahmenständer machen, falls sich die Walzen nicht seitlich durch die Rahmenöffnung schieben lassen, ein Verschieben der Ständer beim Ausbauen der Walzen nötig. Es empfiehlt sich also, um den dadurch verursachten Zeitverlust zu verhüten, an allen Strafsen, die einen häufigen Walzenwechsel erfahren, oder deren Walzendurch-

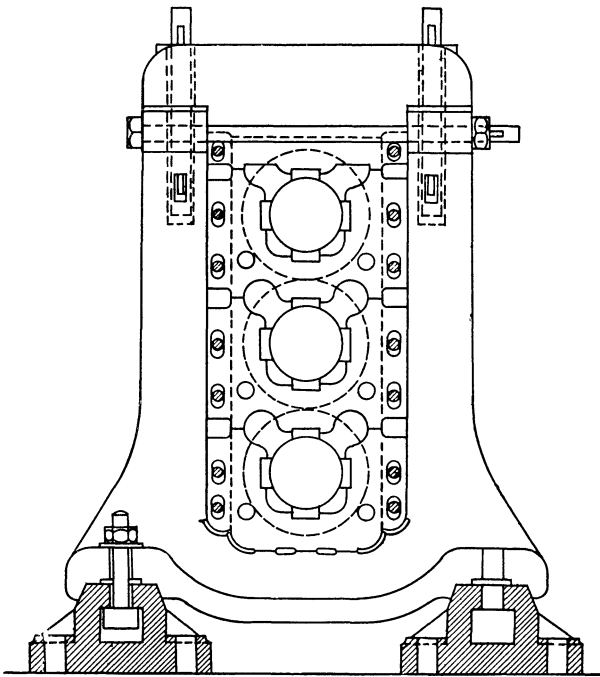


Fig. 184.

messer größer sind als die Weite der Ständer, die sogen. Kappenständer zu verwenden, während sich die Rahmenständer besser für Block-, Blech- und Universalstrafen eignen. Hinsichtlich des Verwendungszweckes haben wir zu unterscheiden die Ständer zur Aufnahme der Kammwalzen und die für die Arbeitwalzen. Während bei ersteren, der Unveränderlichkeit des Zahneingriffes wegen, die Lagerkörper (Einbaustücke) in fester Lage angeordnet sind, muß bei diesen die

Möglichkeit vorliegen, ihre Lage zu einander jederzeit zu verändern, weshalb hier die Einbaustücke verstellbar angeordnet werden.

Fig. 184 u. 185 stellen ein Kammwalzengerüst in zwei Ansichten dar. Die Ständer sind, des bequemeren Aus- und Einbaus der Kammwalzen wegen, als Kappenständer ausgeführt. Die Einbaustücke, von denen jeweils das obere auf dem unteren ruht, sind mit ihren Flanschen an den Ständersäulen angeschraubt und enthalten die aus Rotguß oder Weißmetall hergestellten Lagerschalen, welche die Zapfen an vier Stellen berühren, dazwischen aber hinreichenden Raum für die Beibringung der Schmiermittel freilassen. Auf dem obersten Decklager ruht die Ständerkappe, welche mit den Ständersäulen durch starke verkeilte Bolzen fest verbunden ist. Gegen seitliche Inanspruchnahme

sind die Ständersäulen durch Ankerschrauben gesichert. Die Vereinigung der beiden Ständer zu einem sogenannten Gerüst ist aus Fig. 185 erkennbar. Die kastenartigen Ansätze an den Ständersäulen sind an der Innenseite offen und gestatten so die Einführung der Verbindungsschrauben.

Als Beispiel eines Arbeitständers bieten uns die Fig. 186 bis 188 einen vollständig ausgerüsteten sog. Erdmann-Ständer. Dieser wird hauptsächlich in zwei Formen ausgeführt, und zwar entweder mit festliegender Unterwalze oder mit festliegender Mittelwalze wie in unserer Darstellung. In den meisten Fällen läßt man die Betriebsmaschine an der Mittelwalze angreifen; es ist deshalb wünschenswert, daß sämtliche Mittelwalzen einer Straufe mit der Schwungradachse der Maschine in einer geraden Linie liegen, daß sie also in unveränderlicher Lage im Ständer angeordnet werden. Es wird darum das untere Einbaustück der Mittelwalze von kräftigen, an die Ständersäulen angegossenen Konsolen *a* getragen. Damit aber auch der zwischen Unter- und Mittelwalze auftretende Walzdruck eine Hebung der letzteren nicht zuwege bringt, wird dieser Druck durch den schmiedeeisernen Daumenhebel *b* auf die Ständersäulen übertragen. Das aus dem Ständer hervorragende Ende dieser Hebel stützt sich auf eine in dem Schlitz *c* geführte Schraube, welche zugleich ein beliebig festes Anziehen des Decklagers gestattet. Der festliegenden Mittelwalze gegenüber muß nun, um die Entfernung der Walzen voneinander nach Bedarf regeln zu können, sowohl die Unter- als auch die Oberwalze verstellbar sein. Das Heben und Senken der Unterwalze, welche nur einen senkrecht abwärts gerichteten Druck erfährt und deshalb keines Decklagers bedarf, wird mittels der Daumenhebel *d* durch Drehen der Schraubenmutter *m* bewirkt. Der Arbeitsdruck auf die Oberwalze ist stets aufwärts gerichtet und deshalb ihr Oberlager so gestaltet wie das Unterlager der anderen Walzen, während ihr Eigengewicht beim Leerlaufe von dem mit Lager- schalen versehenen schmiedeeisernen Bügel *f* getragen wird, welcher durch Schrauben mit dem Einbaustücke verbunden ist. Durch die in letzterem festgekeilten Hängeschrauben *h*, deren Muttern sich auf starke Spiral-

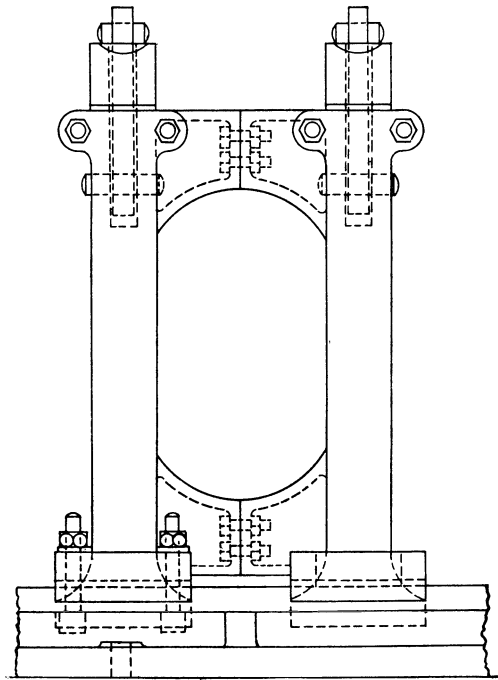


Fig. 185.

federn (Bufferfedern) stützen, wird die ganze Lagerung der Oberwalze zu einer elastischen und hängenden. Um die Oberwalze nun gegenüber dem Walzdruck in einer bestimmten Lage festzuhalten, bedient man sich der Druckspindel *s*, welche den doppelten Zweck hat, einestheils die

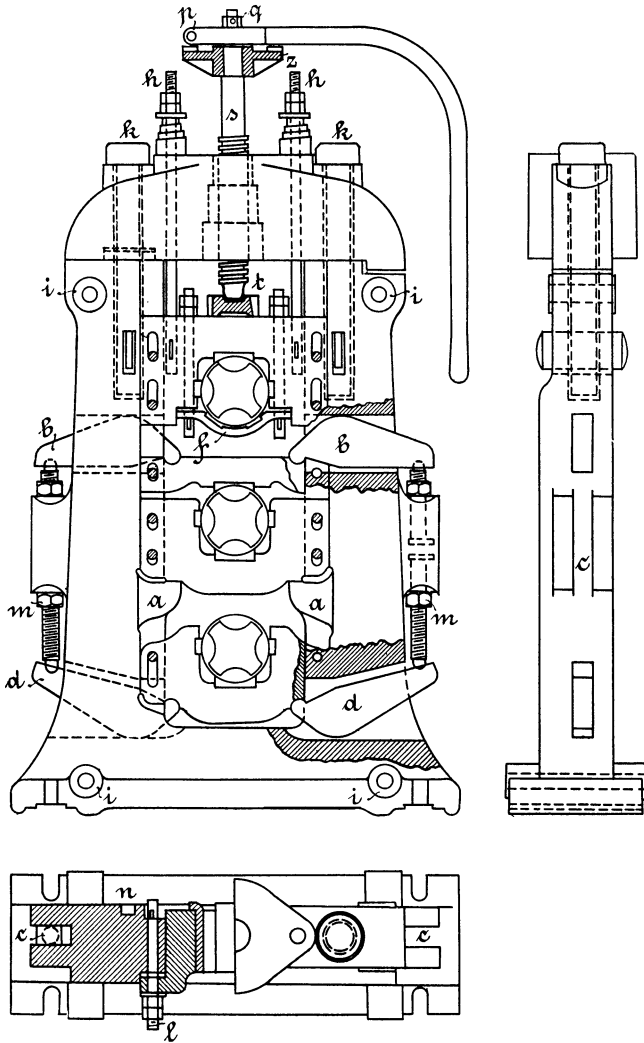


Fig. 186 bis 188.

Stellung der Oberwalze zu regeln und anderenteils den Walzdruck zunächst auf den Ständerdeckel und von da durch Vermittelung der Ankerbolzen *k* auf die Ständersäulen zu übertragen. Das Muttergewinde zur Druckspindel befindet sich in einer in den Deckel eingepaßten, stufenförmig sich verjüngenden Rotgufsmutter. Als geeignete Gewindeform empfiehlt sich die rechteckige oder trapezförmige.

Der Druck der Spindel wirkt nicht unmittelbar auf das Einbaustück, sondern zwischen beide ist eine Sicherheitsvorrichtung, der sog. Brechtopf  $t$ , eingeschaltet, dessen Tragfähigkeit so bemessen werden muß, daß er zur Uebertragung eines zulässigen Walzdruckes gerade ausreicht, bei gefährlichem Anwachsen des Walzdruckes aber zerbricht und so die Walzen vor dem Zerbrecen bewahrt. Damit bei solcher Gelegenheit niemand durch umherfliegende Eisenstücke gefährdet werde, umgibt man den Brechtopf mit einem lose sitzenden schmiedeeisernen Mantel.

Die Drehung der Spindel erfolgt bei kleineren Ständern durch einen Schlüssel, welcher auf die vierkantige Endung jener gesteckt wird. Um nun bei größeren Ständern den abwärts gebogenen Schlüssel nicht umstecken zu müssen, setzt man auf das Vierkant der Spindel die verzahnte Scheibe  $z$ , in welche ein entsprechender Zahn des Schlüssels eingreift. Durch Hochheben des Schlüssels am Handende dreht sich dieser mit dem anderen gegabelten Ende um das Scharnier  $p$ , welches mittels der Mutter  $q$  auf der runden Endung der Spindel drehbar befestigt ist, und kann so an einer anderen Stelle der verzahnten Scheibe zum Eingriffe gebracht werden.

Um beim Ein- und Auslegen der Walzen von dem Ständerdeckel nicht behindert zu sein, braucht man ihn nicht vollständig abzuheben; es genügt vielmehr, wenn er nach Entfernung des rechten Deckelankers  $k$  um den linken zur Seite gedreht wird.

Die seitliche Anstellung der Walzen, d. h. die Feststellung ihrer Lage in wagerechter Richtung, erfolgt durch Anziehen der Lagerschrauben  $l$ , mit denen die Flanschen der Einbaustücke am Ständer befestigt sind. Damit diese Schrauben die für das Stellen der Walzen nötige senkrechte Bewegung der Einbaustücke nicht hindern können, müssen die entsprechenden Löcher in den Flanschen von länglicher Form sein.

Noch sind die Ankerlöcher  $i$  zur Befestigung der Querverbindungen zu erwähnen, durch welche die zwei Ständer eines Gerüsts miteinander vereinigt werden, und die Nuten  $n$ , in denen die weiter unten zu besprechende Ausrüstung befestigt wird.

Als Lagerschalenmetall dient für die Zapfen der Arbeitwalzen gewöhnlich eine Legierung von Blei und Antimon (Hartblei); unter sehr großem Zapfendrucke zeigt jedoch diese Legierung, je nach der Höhe ihres Antimongehaltes, Neigung zum Zerbrecen oder zum Ausquetschen, so daß man in diesem Falle Rotguß oder besser Weißmetall verwendet.

Wegen der großen Mannigfaltigkeit der den verschiedenen Ständerformen eigentümlichen Mittel zum Anstellen der Walzen möge hier noch eine andere Art kurz beschrieben werden. Die Fig. 189—192 zeigen, daß wir es hier mit einem geschlossenen oder Rahmenständer zu thun haben.

Die Mittelwalze liegt fest auf Konsolen. Unter- und Oberwalze sind durch die Schraube  $s$  senkrecht verstellbar. Der nach oben gerichtete Druck sowohl der Mittel- als der Oberwalze wird dadurch, daß

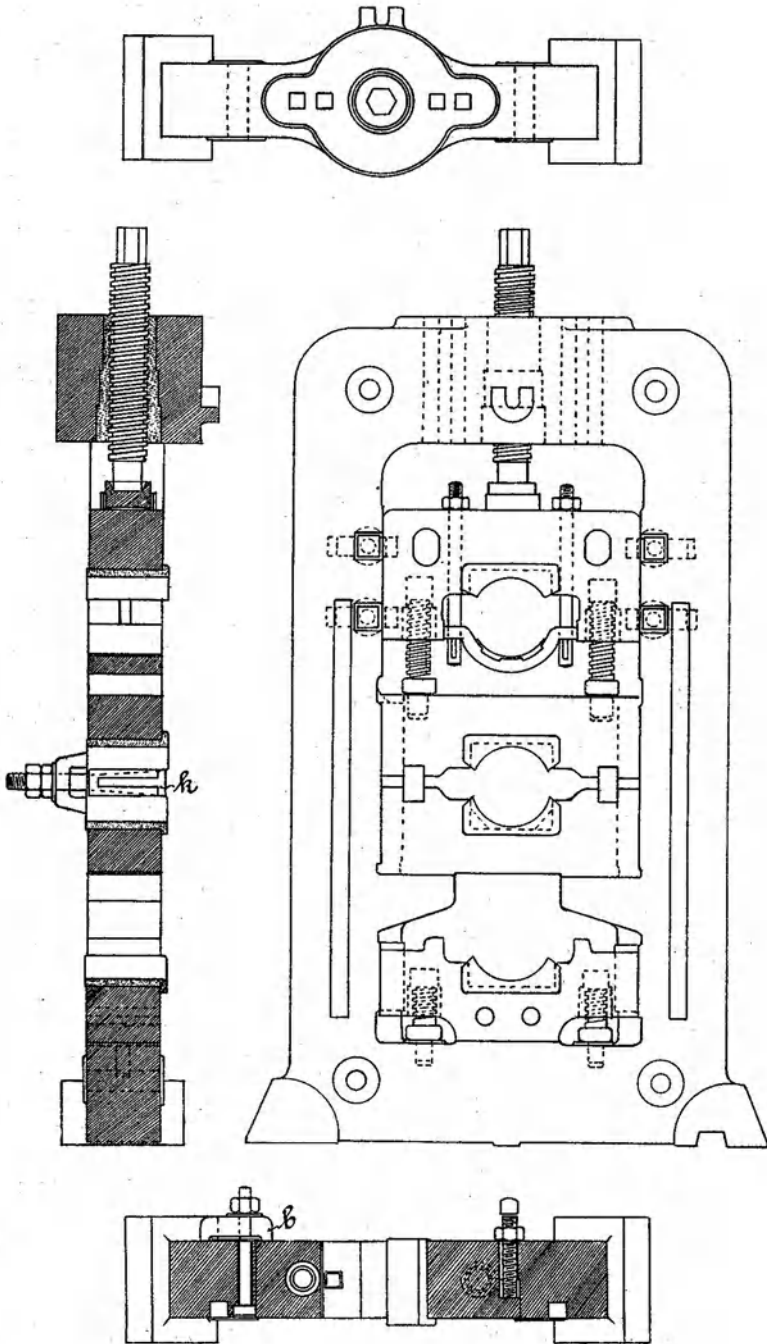


Fig. 189 bis 192.



deren Einbaustücke sich aufeinander stützen, auf die Druckspindel übertragen. Um durch den Druck der Spindel eine unzulässige Bremsung der Mittelwalzzapfen zu verhüten, sind zwischen deren beiden Lagerhälften die Stellkeile  $k$  angeordnet. Die Einbaustücke der Unter- und der Mittelwalze haben an der Innenseite Flanschen, mit denen sie sich in einen entsprechenden Falz des Ständers legen, und an welchen die zur Verschiebung der Walzen in wagerechter Richtung dienenden Stiftschrauben  $f$  angreifen. Für den Oberwalzen-Einbau ist der Falz nicht vorhanden, weil dieses Lager beim Umbau der Walzen von außen abnehmbar sein muß. Die seitliche Anstellung der Walzen erfolgt hier durch die Spannbügel  $b$ .

#### Bauregeln.

Den meistgefährdeten Querschnitt eines Walzenständers nimmt man für Fein-, Stab- und Grobstrafsen zu  $0,25 D^2$  ( $D =$  Walzendurchmesser), für Drahtstrafsen zu  $0,3 D^2$  und für Blechstrafsen bis zu  $0,35 D^2$  an. Dabei wählt man das Verhältnis der Seiten dieses rechteckigen Querschnittes je nach der Größe der Strafse zwischen  $1 : 1,3$  und  $1 : 1,5$ . Das Maß der größeren Rechteckseite ist auch das Höhenmaß für die Kappe bzw. den oberen Teil des Rahmenständers.

In der Mitte wird die Kappe so breit gemacht, daß nach Abzug der Bohrung für die Mutter der Druckspindel noch ein Querschnitt von  $0,4$  bis  $0,5 D^2$  übrig bleibt.

Die lichte Weite des Ständers nimmt man etwa gleich  $1\frac{1}{8} D$ .

Der Druckspindel gewöhnlicher Strafsen giebt man den Durchmesser  $\frac{1}{4} D$ , von Blechstrafsen  $\frac{1}{3} D$  und wählt rechteckiges oder trapezförmiges Gewinde.

### 3. Die Walzen.

Wir unterscheiden an dem Walzenkörper drei Teile und bezeichnen den arbeitenden Teil als den Walzenbund oder -Ballen, die in den Lagern ruhenden cylindrischen Teile als Walzenzapfen und die prismatische Fortsetzung derselben als die Kuppelzapfen (auch Rosetten- und, falls sie dreiteilig sind, Kleeblattzapfen).

Der Walzenballen kann ein glatter Cylinder sein (z. B. bei den Blechwalzen); er kann aber auch eine durch eingedrehte Furchen (Kaliber) profilierte Form haben (Kaliberwalzen).

Den an die Walzen gestellten verschiedenartigen Arbeitsansprüchen gegenüber werden zur Herstellung derselben auch verschiedene Materialien verwendet, deren wichtigstes noch immer das Gußeisen ist. Bei besonders hoher Biegungsbeanspruchung verwendet man Walzen aus Flußeisen, und zwar sowohl gegossene als geschmiedete. Unter den gußeisernen Walzen unterscheidet man wieder Weichwalzen, halbharte Walzen und Hartwalzen. Zu ersteren verwendet man ein zähes, graues Eisen und gießt sie in Lehmformen, zu den halbharten eine Mischung von grauem und weißem Eisen und gießt sie in eisernen Gußschalen, welche mit einer dünnen Schicht Formmaterial ausgestrichen sind. Durch die abschreckende Wirkung der Gußschale auf das eingegossene Metall

entsteht eine vom Formmateriale gemilderte, nach innen abnehmende Härtung der Walze. Zur Erzielung ganz harter Walzen verwendet man vorwiegend oder ausschließlich halbiertes Eisen, welches entweder in die nackte oder doch nur sehr dünn ausgestrichene Gufsschale gegossen wird. Wann und wo die verschiedenen Härtegrade zur Verwendung zu kommen haben, läßt sich nicht mit wenigen Worten sagen; indessen mag folgendes immerhin zur Richtschnur dienen. Für alle Walzen mit tiefen Kalibereinschnitten wählt man das weiche Material; für Blechwalzen, Walzen für mittleres und feines Handels- und Profileisen, d. h. für alle Walzen, deren Kaliber beim Eindrehen die gehärtete Kruste der Walze nicht überschreiten, läßt sich das halbharte Material mit

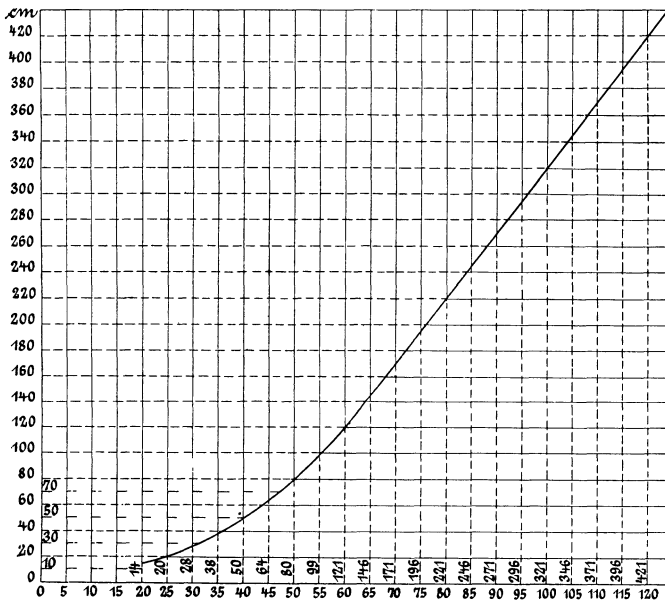


Fig. 193.

Vorteil verwenden; Hartwalzen dienen in erster Linie als Polierwalzen für Bandeseisen, dann aber auch für das Fertigungskaliber von feinen Profil- und Handelseisen.

#### Bauregeln.

Durch die Entfernung der Walzenmittel voneinander ist auch für profilierte Walzen ein idealer Durchmesser gegeben, welcher der Berechnung anderer, von ihm abhängiger Abmessungen zu Grunde gelegt wird.

Für die Ermittlung der zu einem bestimmten Walzendurchmesser zu nehmenden Ballenlänge läßt sich eine für alle Beispiele passende Formel nicht wohl aufstellen; indessen giebt die in Fig. 193 dargestellte Schaulinie, welche aus zahlreichen bewährten Beispielen hervorgegangen ist, sicher brauchbare Maße.

Man trägt den gegebenen Walzendurchmesser auf der Abscissenachse auf und dividiert mit der im Endpunkte sich ergebenden Ordinate der Schaulinie in das Widerstandsmoment des idealen Walzenquerschnittes. Hat z. B. eine Walze 80 cm Durchmesser, so ergibt sich beim Auftragen desselben eine Ordinate von 221 cm; das Widerstandsmoment des kreisförmigen Querschnittes  $= \frac{D^3 \pi}{32}$  ist 50 176, welche Zahl mit der Länge der Ordinate  $= 221$  dividiert eine Ballenlänge von etwa 227 cm ergibt.

Den Zapfendurchmesser  $Z$  nimmt man bei Drahtstrafszen 0,58  $D$ , bei Fein- und Mittelstrafszen 0,55  $D$ , bei Stab- und Grobstrafszen 0,53  $D$  und bei Blechstrafszen 0,60—0,63  $D$  ( $D =$  Walzendurchmesser). Den Durchmesser des Kuppelzapfens nimmt man 8 bis 15 mm kleiner als  $Z$ , die Länge des Laufzapfens  $l = Z$  und die Länge des Kuppelzapfens  $l_1 = \frac{Z}{2} + 40$  mm.

#### 4. Die Kammwalzen.

Dies sind Zahnräder, welche wegen des bedeutenden Zahndruckes eine große Breite der Zähne erfordern und sich so zu Walzen ausgestalten (Fig. 194). Der Verschleiß der Zähne ist trotz guter Schmierung und trotz der Verteilung des Zahndruckes auf thunlichst große Flächen sehr bedeutend, so daß man genötigt ist, die Zähne so stark wie möglich bzw. ihre Anzahl so klein zu machen, als es die Rücksicht auf guten Eingriff zuläßt. Man wählt die Evolventen-Zahnform, weil diese kleine Veränderungen in den Entfernungen der Kammwalzen gestattet, und Winkelzähne wegen des besseren Eingriffes.

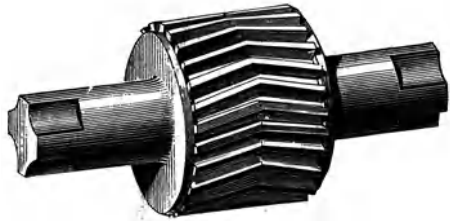


Fig. 194.

Als Material wird ausschließlich Stahlguß verwendet. Kleine Kammwalzen werden samt Lauf- und Kuppelzapfen aus einem Stücke gegossen; größere fertigt man wohl aus zwei Teilen, einer gegossenen Welle (Spindel) und dem auf dieser festgekeilten Zahnmantel, wobei man den Vorteil hat, falls die Zähne verschlissen sind, nur den Zahnmantel ersetzen zu müssen.

#### Bauregeln.

Den Teilkreisdurchmesser  $D_1$  nimmt man etwas kleiner als den Walzendurchmesser  $D$ , mit Rücksicht auf die Abnahme des letzteren beim Nachdrehen der gebrauchten Arbeitwalzen. Die Ballenlänge macht man  $1\frac{1}{3} D_1$ . Die Teilung der kleinsten Kammwalzen beträgt etwa  $25 \pi$ , der größten (Grobstrafszen) etwa  $50 \pi$ ; bei Blechstrafszen nimmt man sogar 60—65  $\pi$ .

### 5. Die Kuppelungen.

Über diese zur Übertragung der Drehbewegung von der Betriebsmaschine auf die Walzen dienenden Teile ist Seite 178 schon einiges gesagt worden. Die auf der Maschinenachse sitzende sog. Angriffskuppelung, welche ihrer Form nach ebensowohl eine Klauen- oder Zahnkuppelung, als auch eine nicht ausrückbare Scheibenkuppelung sein kann, wird am besten aus Stahlgufs hergestellt. Ihre feste Hälfte wird nach vorhergegangener Erwärmung, also unter Schrumpf, auf die Maschinenachse aufgezogen und festgekeilt. Die Querschnittform der Kuppelspindeln sowie die entsprechende Hohlform der Kuppelmuffen ist entweder die vierteilige Rosette oder die dreiteilige sog. Kleeblattform.

Die von der Maschinenkuppelung erfafte Angriffsspindel erhält in ihrer Mitte einen cylindrischen Teil, mit welchem sie in dem von einem Spindelstuhle getragenen gufseisernen Lager läuft. Die gleiche Einrichtung haben gröfsere Walzwerke für alle Kuppelspindeln; dazu werden Stühle mit Lagern übereinander verwendet. Diese Einrichtung gewährt den Vorteil, dafs man beim Auslegen der Walzen nur die Kuppelmuffen auf den Spindeln zurückzuschieben braucht, während man sie andernfalls ganz entfernen müfste. Gleichzeitig bietet sie für den Fall eines Muffenbruches einige Sicherheit gegen das Herabfallen der Spindel. Das Material für die gewöhnlichen Spindeln und Muffen ist Gufseisen; die Angriffsspindel und die auf ihr und der Kammwalze sitzende Muffe werden besser aus Flufseisen gefertigt.

Um die über Spindel und Kuppelzapfen geschobene Muffe in ihrer Lage zu erhalten, werden in die Vertiefungen der Spindel rundliche Holzstücke (Kuppelhölzer) gelegt und mit Seilen festgebunden.

#### Bauregeln.

Die Länge der Kuppelspindeln nehme man gleich dem  $3\frac{1}{2}$  bis 4 fachen ihres Durchmessers und den Raum zwischen den zu verbindenden Zapfen etwa 40—60 mm gröfser. Die Länge der Kuppelmuffe nehme man 15 mm gröfser als die doppelte Länge des Kuppelzapfens und setze deren kleinste Wandstärke gleich dem vierten Teile des Zapfendurchmessers  $Z_1$ , bei grofsen Strafsen gleich  $\frac{1}{4} Z_1 + 15$  mm und bei Blechstrafsens gleich  $\frac{1}{3} Z$ . Die Höhlung der Muffe mache man übrigens um 10 mm weiter als den Spindeldurchmesser.

### 6. Die Walzenzugmaschinen.

Für die Ansprüche, welche heute an die Leistungen der Walzenzugmaschinen gestellt werden, reichen Wasserkräfte nur in den seltensten Fällen aus; wir finden deshalb nur in älteren Anlagen kleine, wenig Kraft beanspruchende Strecken an Wasserrädern und Turbinen gehen; die weitaus meisten Walzenstrafsens werden durch Dampfmaschinen betrieben, und es gehören gerade die Walzenzugmaschinen zu den gröfsten und kräftigsten, welche man baut. Maschinen, welche eine sekundliche Leistung von 4—5000 Pferdestärken zu entwickeln vermögen, sind durch-

aus nicht selten und gehören gegenüber den gewaltigen Anforderungen, welche an große Walzwerke neuester Einrichtung gestellt werden, zu den notwendigen Erfordernissen. Je nach der Art des zu betreibenden Walzwerkes ist auch die Bauart der Maschine eine andere. An Kehrwalzwerken findet man stets umstellbare zwei- oder dreicylindrige Dampfmaschinen (Zwillings- oder Drillingsmaschinen), deren Flügelstangen an zwei oder drei um  $90^{\circ}$  bzw.  $120^{\circ}$  versetzten Punkten der Kurbelachse angreifen. Schwungräder sind bei den Reversiermaschinen natürlich nicht anwendbar. Diese vermögen deshalb nicht, einen Vorrat von Arbeit aufzuspeichern, und haben infolgedessen einen viel höheren Dampfverbrauch als die zum Betriebe der stets in gleicher Richtung umlaufenden Walzwerke verwendeten Schwungradmaschinen. Letztere werden entweder als eincyldrige Maschinen mit einfacher Expansion oder behufs besserer Ausnutzung des Dampfes als zwei- oder mehrcyldrige Verbundmaschinen gebaut, letztere immer unter Anwendung von Kondensation, um den Vorderdruck vor dem Kolben auf das kleinste Maß zu beschränken.

Als Dampfverteilungsvorrichtung finden wir an ausgeführten Walzenzugmaschinen ebensowohl Ventilsteuerungen (System Colmann, Trappen u. a.) als die Meiersche Expansionssteuerung. Erstere dürften mit der Zeit wohl durch die immer größer werdenden Anforderungen an die Geschwindigkeit der Maschinen aus dem Walzwerkbetriebe verdrängt werden, während letztere in der Form der Kolbenschiebersteuerung gegenwärtig besonders beliebt ist. Den Geschwindigkeit- und Kraftreglern fällt bei den Walzenzugmaschinen eine besonders anstrengende Aufgabe zu, weil der von der Maschine zu bewältigende Widerstand wohl bei keinem anderen Betriebe von gleicher Veränderlichkeit ist. Jeder Durchgang des Walzgutes durch das Walzwerk bewirkt eine andere Größe dieses Widerstandes, je nachdem der gewalzte Stab wärmer oder kälter, kürzer oder länger, je nachdem die an ihm vorgenommene Querschnittverminderung größer oder kleiner ist. In erster Linie reagiert auf diese Schwankungen des Widerstandes das Schwungrad, indem es von der in ihm aufgespeicherten Arbeit abgibt, wenn seine Umlaufbewegung durch den größeren Widerstand eine Verzögerung erfährt, die in den Leergangspausen wieder beschleunigt wird, so daß es Energie aufnimmt. Es erscheint hiernach ganz sachgemäß, daß man bestrebt ist, durch möglichste Vergrößerung der Schwungradmasse die Arbeitsfähigkeit des Rades zu erhöhen, soweit dies angesichts der beträchtlichen Umlaufgeschwindigkeit geschehen kann, ohne daß der Schwungring Gefahr läuft zu zerreißen. So ist man denn in neuerer Zeit dazu gekommen, an größeren Walzwerken Schwungräder anzuordnen, deren Kranzgewicht 75—80 t beträgt, und sie bei einem Durchmesser von 8 m unbedenklich bis zu 130 Umdrehungen in der Minute machen zu lassen. In zweiter Linie ist es der Schwungkugelregulator, welcher, den Veränderungen des Widerstandes folgend, merkbare Verzögerungen der Maschine mit einer wirksamen Verstellung des Expansionschiebers. d. h.

mit einer Vergrößerung des Füllungsgrades, beantworten muß, während er bei eintretender Beschleunigung im umgekehrten Sinne arbeiten, d. h. durch Verkleinerung des Füllungsgrades ein unzulässiges Anwachsen der Geschwindigkeit verhüten soll. Es wird also von dem Regulator einerseits ein gewisser Grad von Empfindlichkeit, andererseits aber auch eine beträchtliche Arbeitleistung zur Beeinflussung der Steuerungsvorrichtung gefordert. Beide Bedingungen dürften wohl am besten durch den Porterschen Regulator erfüllt werden, dessen Schwungkugeln hinreichend empfindlich sind, und dessen Belastungsbirne durch die Trägheit ihrer Masse einerseits eine unangenehme Beweglichkeit des Regulators verhütet, andererseits zur Aufbringung der erforderlichen Arbeit befähigt ist.

Nachstehende Tabelle zeigt an einigen der Praxis entnommenen Beispielen die Abmessungen der Walzenzugmaschinen für die verschiedenen Walzenstraßen.

Art des Walzwerkes	Cylinder- durchm. m	Kolben- schub m	Um- drehungs- zahl in d. Min.	Schwungrad-		Bemerkungen
				Ge- wicht t	Durch- messer m	
Drahtstraße . . .	0,70/1,02	1,05	90	20	6,00	Verbundmasch.
Feinstraße . . .	0,75	1,00	120	20	6,00	
Stabstraße . . .	0,65/0,90	1,20	95	30	8,00	dergl.
Grobstraße . . .	1,10/1,50	1,50	90	75	8,00	dergl.
dergl. . . .	1,30	1,50	130	80	8,50	
Grob-Blechstraße (Lauthsches Trio)	0,90/1,30	1,30	80	60	8,00	dergl.

#### 7. Die Walzwerk-ausrüstung.

Außer den bis jetzt beschriebenen wesentlichen Bestandteilen eines Walzwerkes gehört zu dessen betriebsmäßiger Ausrüstung noch eine Anzahl von Vorrichtungen, welche zwar mehr nebensächlicher Natur aber zur Herbeiführung eines sicheren und gefahrlosen Betriebes unerläßlich sind. Die hauptsächlichsten dieser Einrichtungen sind die Abstreifmeißel oder Hunde, die Führungen und die Vorrichtung zum Kühlen der Walzen und ihrer Zapfen.

α) Die Abstreifmeißel. Der Zweck dieser Vorkehrung wird uns klar durch folgende Erwägung. Wären die beiden Walzen eines zusammenarbeitenden Paares an den Stellen, wo sie zu gleicher Zeit das Walzgut berühren, von gleichem Durchmesser, so würde der Stab theoretisch betrachtet auch genau gerade aus denselben hervorgehen müssen. Jede Verschiedenheit der Durchmesser hat zur Folge, daß der Stab sich nach der dünneren Walze hin krümmt, weil die dickere Walze — gleiche Winkelgeschwindigkeit der Walzen als selbstverständlich vorausgesetzt — in derselben Zeit eine größere Umfangsabwicklung hat als die dünnere. Es wird also im allgemeinen jeder Walzstab die Neigung haben, ringförmig aus den Walzen zu kommen, und diese Neigung ist bei großer Verschiedenheit der Durchmesser so stark, daß ein Aufwickeln des Stabes auf die dünnere Walze erfolgt.

Begünstigt wird diese Aufwicklung noch durch die zwischen dem Walzstab und den seitlichen Kaliberbegrenzungen auftretende Reibung, welche unter Umständen für sich allein ausreicht, das Austreten des Stabes aus dem Kaliber zu verhindern. Es ist nun die Aufgabe der Abstreifmeißel, die Stäbe aus den Kalibern zu lösen und dadurch die Entstehung sog. Bänder (Aufwickelungen) zu verhüten.

Die Fig. 195 u. 196 zeigen uns in Schnitt und Ansicht die Gestalt und Anordnung der Hunde *a* bei einem Trio-Kaliberwalzwerk, in

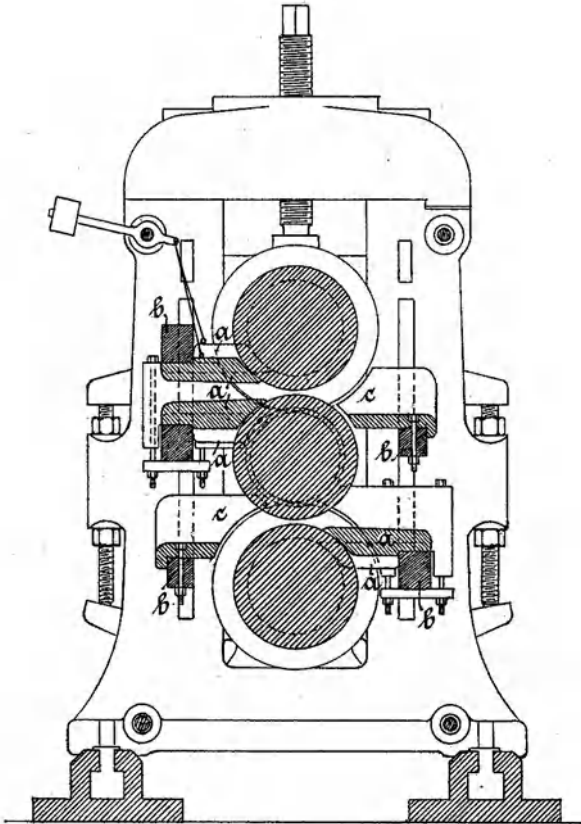


Fig. 195.

welchem die höher liegende Walze immer dicker angenommen ist als die tiefer liegende, so daß das Bestreben der Ringbildung durch den sog. Oberdruck (d. i. durch den größeren Durchmesser der einen Walze) sowohl bei der Unter- wie bei der Mittelwalze vorhanden ist. Infolge Anhaftens an den Kaliberwänden kann die gleiche Erscheinung bei Unter- und Oberwalze auftreten, weil diese die Matrizen der Kaliber enthalten. Wir müssen also beim Austritte zwischen Mittel- und Unterwalze die letztere, beim Austritt zwischen Mittel- und Oberwalze beide Walzen mit Hunden versehen.

Wie aus Figur 195 hervorgeht, sind die Hunde eigenartig gestaltete Eisenkörper, welche sich mit dem meiselartigen Vorderende der Walze anschmiegen, und zwar so genau, daß der sorgfältigst zugespitzte Revisionshaken ohne Anstofs über die Berührungstelle von Walze und Hund hinweggleitet. Das hintere Ende, der Schwanz des Hundes, liegt frei auf einem prismatischen schmiedeeisernen Balken *b*, welcher mit beiden Enden in den Nuten der Ständer eingezapft und festgekeilt ist.

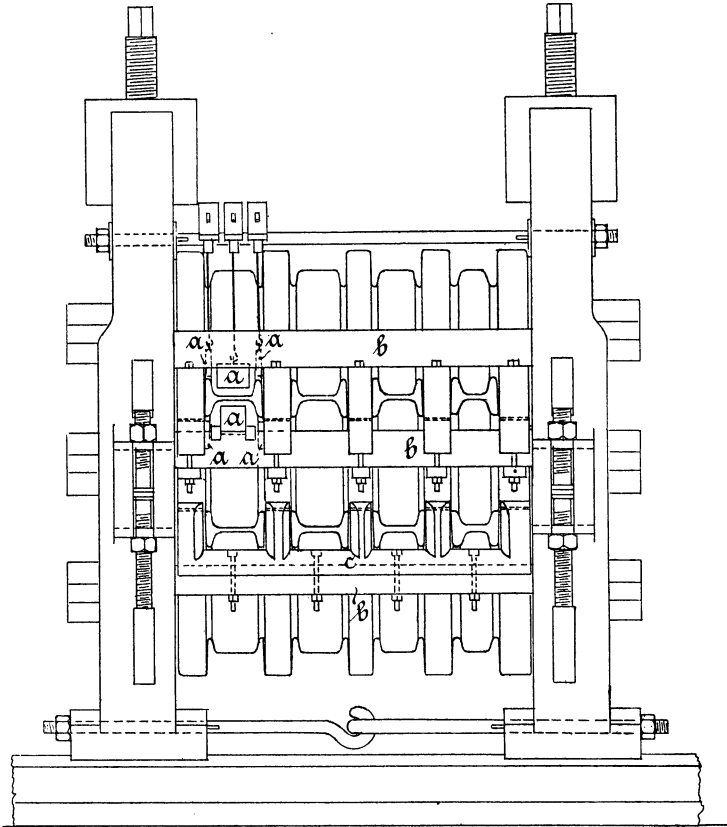


Fig. 196.

Die Hunde für die Oberwalze bedürfen natürlich, da sie nach oben hin anliegen müssen, einer hängenden Anordnung (fliegende Hunde), wie wir sie in den Figuren mit Hängestangen, Hebel und Gegengewicht ausgeführt sehen.

β) Die Führungen. Hiervon unterscheiden wir zwei Arten, nämlich Führungen, welche den Eintritt des Walzstabes in die Kaliber erleichtern (Eintrittführungen), und solche, die dem Stabe beim Austritt eine bestimmte Richtung vorschreiben sollen (Austrittführungen). Es sind dies prismatische Gufseisenkörper, welche zu beiden Seiten eines



Kalibers aufgestellt und mittels Schrauben und einfacher Flacheisen-traversen an dem schon erwähnten Ausrüstungsträger (Balken) befestigt werden. Die Eintrittführungen können der Bequemlichkeit wegen mit einer gemeinsamen Grundlage, dem Führungstische, aus einem Stücke gegossen werden (*c* in Fig. 196); auch giebt man denselben eine solche Gestalt, dafs die von ihnen gebildete Einführungsöffnung, sich nach den Walzen hin trichterartig verengt. Die Vereinigung der Austrittführungen auf einem Tisch ist nur in einigen wenigen Fällen zweckmäfsig, weil man genötigt ist, zuweilen kleine Änderungen an der Stellung einzelner Führungskörper vorzunehmen.

γ) Die Kühlvorrichtung. Es liegt nahe, dafs durch den von den Walzen aufzunehmenden bedeutenden Walzdruck grofse Reibung und durch diese eine erhebliche Erwärmung der Walzenzapfen verursacht wird, sowie dafs durch die fortwährende Berührung der Walzenballen mit dem glühenden Metalle jene sich erhitzen müssen.

Man hat also den durch diese Erhitzung gefährdeten Teilen gegenüber für eine möglichst ausgiebige Kühlung zu sorgen. Bei den Zapfen dient hierzu in erster Linie die Schmierung, das sind Rohtalg- oder Speckstücke, auch Brikets von tierischem oder mineralischem Fett, welche in reichlicher Menge an den freiliegenden Stellen der Zapfen zwischen die Einbaustücke gesteckt werden. Vor allem aber ist es eine reichliche Berieselung mit Wasser, durch die man Zapfen und Walzen kalt erhält.

Von einem hochliegenden Behälter gespeist, führt eine Wasserleitung parallel zur Strafse und unterhalb des Flurbelags an den Ständern vorbei. An jedem Ständer zweigt von derselben ein aufsteigendes Rohr ab, welches für jeden Zapfen mit einem Messinghahn versehen ist, der mittels eines Gummischlauches einen kräftigen Wasserstrahl in das Einbaustück sendet. In ähnlicher Weise wird vom oberen Ende des Zweigrohres Wasser in eine über den Walzen angeordnete durchlöchernte Rinne geführt, aus welcher sich dasselbe in zahlreichen Strahlen über die ganze Länge der Walzen ergiefst.

### 8. Die maschinellen Hilfseinrichtungen.

Mit dem Anwachsen der in den Walzwerken zur Verarbeitung gelangenden Blöcke und Packete wird naturgemäfs auch die Bewältigung derselben immer schwieriger und fordert immer gröfseren Aufwand an Menschenkraft. Es ist deshalb jederzeit eine dankbare Aufgabe für den Walzwerktechniker, seinen Betrieb mit denjenigen Mechanismen auszurüsten, durch welche einerseits an Menschenkraft und Arbeitslohn gespart, andererseits die Erzeugungsfähigkeit der Walzwerke gesteigert und auf immer gröfsere Arbeitstücke ausgedehnt werden kann.

Die Zahl der hierhergehörigen Mechanismen ist so grofs, dafs wir uns des knappen Raumes wegen auf eine Besprechung der wichtigsten und meistgebrauchten beschränken müssen.

α) Die Überhebevorrichtung oder Wippe. Diese be-

zweckt beim Duo-Walzwerk den Stab nach dem Durchgange behufs Rückgabe auf die Vorderseite über die Oberwalze und bei Triobetrieb auf die Höhe zwischen Mittel- und Oberwalze emporzuheben. Um ihrem Zwecke vollkommen zu genügen, muß die Wippe folgende drei Bewegungen ausführen können:

Die den Walzstab tragenden Hebel  $h$  (Fig. 197 u. 198) müssen sowohl beim Einstecken wie beim Empfangen des Stabes eine rechtwinkelig zur Straße gerichtete hin- bzw. hergehende wagerechte Bewegung machen; sie sind deshalb mit ihrem Gestänge an Bügeln aufgehängt, die mit den Achsen der auf den Schienen der Hebelbahnen  $b$  fahrbaren Laufrollen verbunden sind.

Um mittels der Hebel an allen zur selben Walzenstraße gehörigen Gerüsten arbeiten zu können, wird von der Wippe auch eine parallel

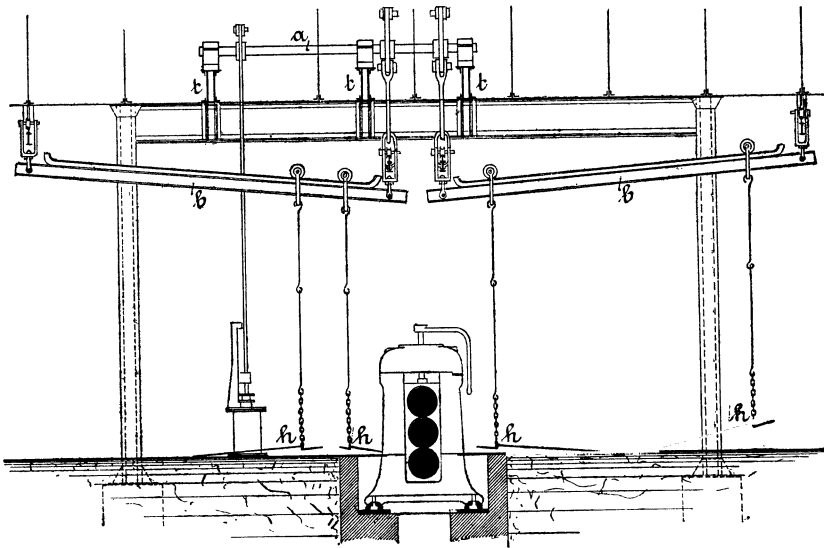


Fig. 197.

zur Straße gerichtete wagerechte Bewegung verlangt und diese Bewegungsfähigkeit dadurch erreicht, daß die Enden der Hebelbahnen an den Achsen von Laufrollen hängen, deren Bahnen von parallel zur Straße liegenden wagerechten Trägern gebildet werden (Querbahnen).

Die dritte Bewegung endlich ist die schon erwähnte senkrechte, durch welche das Walzgut gehoben und gesenkt werden soll. Sie wird dadurch erzielt, daß entweder die sämtlichen Querbahnen samt den daran hängenden Hebelbahnen oder — und dies genügt in den meisten Fällen — nur die beiden unmittelbar über der Straße liegenden Querbahnen maschinell, und zwar unter Anwendung von Dampf- oder Druckwasserkraft, gehoben werden. In Fig. 197 u. 198 ist die letzterwähnte Art der Hebung dargestellt. In ihrer höchsten Stellung liegen die Hebelbahnen wagerecht.

Für die Arbeit des Hebens ist ein von Hand gesteuerter Dampfcylinder vorgesehen, dessen Kolbenstange mit ihrer Fortsetzung an dem auf der Welle *a* aufgekeilten Hebel angreift. Jeder Niedergang des Dampfkolbens hat eine Drehung der beiden parallelen Wellen *a* und *e* und somit eine Hebung der von den Hebeln erfassten Querbahnen zur Folge. Den Niedergang der Wippe bewirkt ihr Eigengewicht, sobald man den Dampf über dem Kolben ausströmen läßt.

Zur Ausführung der Querbewegung (parallel zur Strafse) genügt im allgemeinen ein entsprechendes Ziehen am Hebelgestänge von der Hand der Hebler. Bei sehr schweren Wippen empfiehlt es sich allerdings, für diese Bewegung einen besonderen Antrieb vorzusehen, z. B.

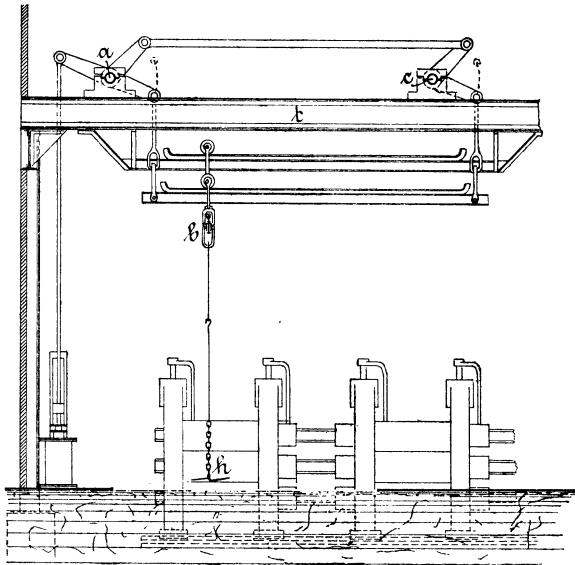


Fig. 198.

einen Druckwasserkolben, dessen Hub durch einen umgekehrten Flaschenzug entsprechend vervielfacht und durch eine Transmission auf die Hebelbahnen übertragen wird. Noch möge erwähnt werden, daß zur Aufnahme der ganzen durch die Wippe gebildeten Last kräftige Träger anzuordnen sind, welche sich entweder auf die Dachkonstruktion oder auf die Umfassungswände der Halle stützen.

β) Der Hebetisch ist auch eine Vorrichtung zum Überheben des Walzgutes; er versieht diesen Dienst jedoch nur an einem Gerüste und findet Verwendung an Blechwalzen, Trio-Blockwalzen und Universalstrafsen. Hinsichtlich seiner Form begegnen wir den verschiedenartigsten Ausführungen; darin aber stimmen alle diese Formen überein, daß die obere Begrenzung gebildet wird von leicht beweglichen, um fest liegende Achsen drehbaren Rollen, welche ein leichtes Vorschieben

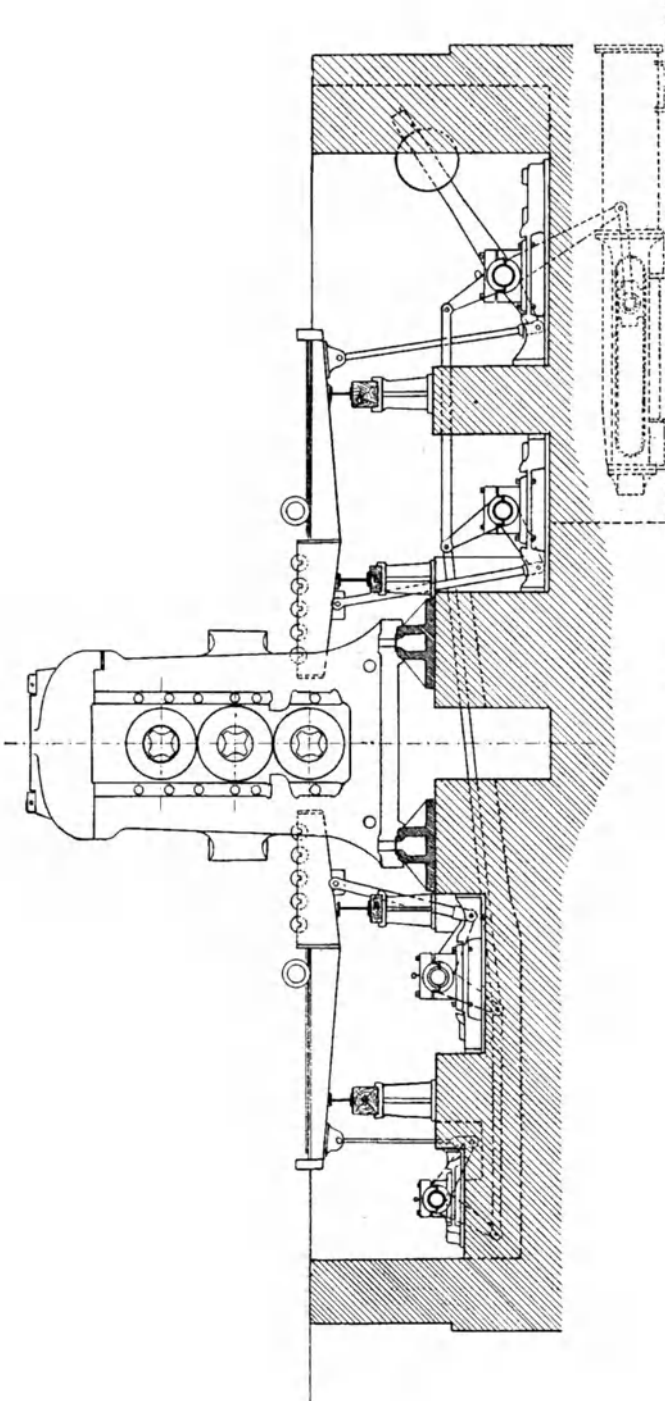


Fig. 199.

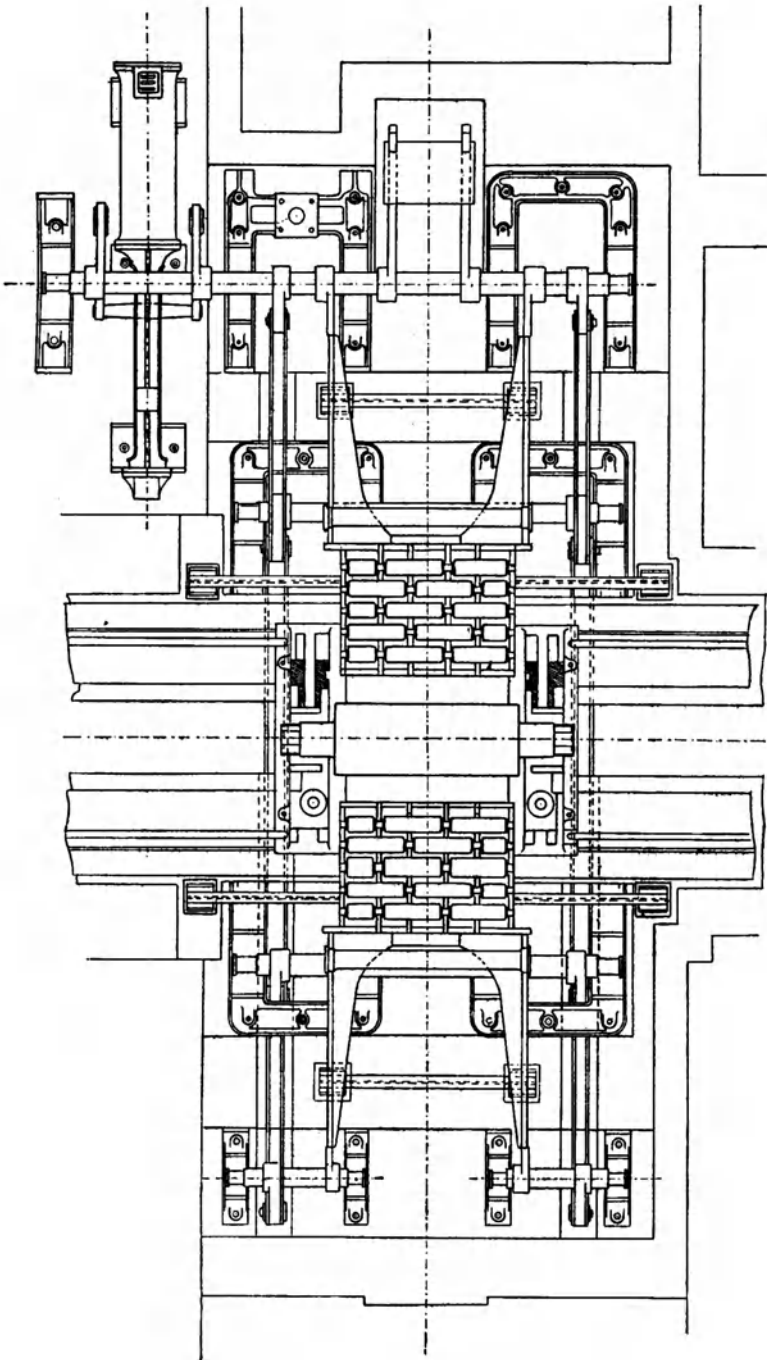


Fig. 200.

des Walzgutes gegen die Walzen ermöglichen, und das entweder der ganze Hebetisch oder wenigstens das der Walze zugekehrte Ende derselben eine senkrechte Bewegung ausführt. Eine Einrichtung, wie sie sich für Blockwalzentrios besonders eignet, ist in Fig. 199 u. 200 dargestellt. In schmiedeeisernen Rahmen liegen die gußeisernen Rollen in versetzter Anordnung, um ein Umkanten des Blockes in den Rollenfugen zu verhüten. Die Breite des Rollentisches ist gleich der Länge des Walzenballens, seine Länge (rechtwinkelig zur Strafe gemessen) verhältnismäßig gering, damit der den Block leitende Walzer möglichst nahe an der Walze steht. Um nun mit zunehmender Streckung des Blockes diesem eine entsprechend veränderliche Unterstützung zu bieten, läuft auf den sich seitlich erstreckenden Armen eine lose Rolle, hergestellt aus einem schmiedeeisernen Rohr und aufgenieteten Stahlgußflanschen. In seiner tiefsten Lage ruht der Hebetisch auf gußeisernen Böcken. Zum Heben desselben ist eine eigene Antriebmaschine in Gestalt eines von Hand gesteuerten Dampfzylinders angeordnet, dessen Kolbenbewegung durch Zugstangen, Winkelhebel und durch vier auf Druck beanspruchte Stangen in die senkrechte Bewegung des Hebetisches umgesetzt wird. Die Anwesenheit eines Gegengewichtes ist nicht von wesentlicher Bedeutung; es hat nur die Aufgabe, den Dampfzylinder zu unterstützen oder, mit anderen Worten, kleinere Cylinderabmessungen zuzulassen.

γ) Die Rollgänge. Wir haben uns schon bei dem Hebetisch einer Anzahl leicht drehbarer Rollen bedient, um die wagerechte Bewegung der Blöcke, d. h. den Vorschub derselben gegen die Walzen, mit geringerem Aufwand an Menschenkraft ausführen zu können. Bei den sogen. Rollgängen handelt es sich nun nicht nur um eine Verminderung der Reibung zwischen dem Walzgut und seiner Unterlage, sondern geradezu um die Herbeiführung einer fortschreitenden Bewegung des ersten durch maschinell angetriebene, d. h. in Umdrehung versetzte Rollensysteme. Parallel zur Walzenstrafe werden unter der Hüttensohle eine Anzahl hohler gußeiserner Cylinder so angeordnet, daß sie je nach Umständen 25 oder mehr Millimeter aus dem Flurbelag hervorragen. Die Rollenkörper sind auf schmiedeeisernen Wellen festgekeilt, welche mit ihren Zapfen in Lagern ruhen, die ihrerseits angegossen sind an senkrecht zur Strafenrichtung aufgestellten ununterbrochenen Rahmen, durch welche das ganze Rollensystem zu einem einheitlichen Mechanismus vereinigt wird. Auf den auf einer Rahmenseite hervorstehenden Verlängerungen der Rollachsen sind Kegelräder aufgekeilt, welche sich mit den Kegelrädern einer rechtwinkelig zu den Rollen gelagerten Transmissionswelle in Eingriff befinden.

Die Aufgabe eines Rollganges kann nun entweder darin bestehen, bei der eigentlichen Walzarbeit zu helfen (Arbeitrollgang), oder in der Fortbewegung der fertig gewalzten Stäbe nach dem Ort ihrer nächsten Weiterbearbeitung (Transportrollgang). Der ersten Aufgabe entsprechen Rollen, deren Länge gleich der der Walzen ist (siehe

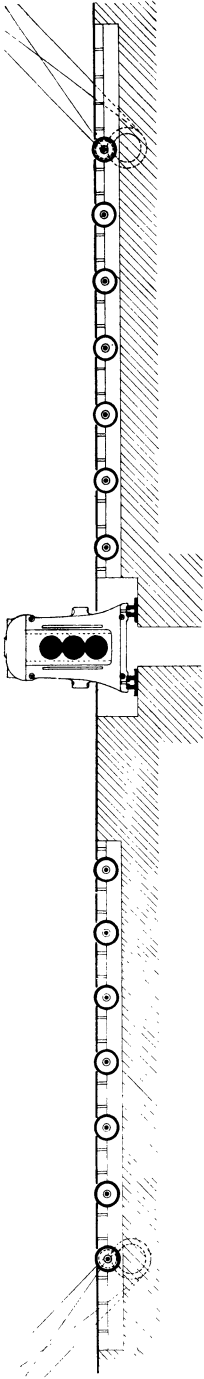


Fig. 201.

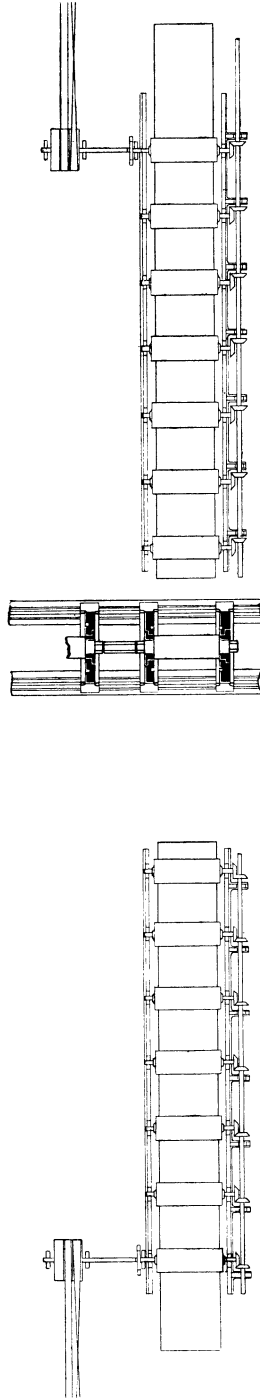


Fig. 202.

Fig. 201 u. 202); der zweiten Aufgabe genügen kurze Rollen von etwa  $\frac{2}{5}$  bis  $\frac{1}{2}$  der Walzenlänge (siehe Fig. 203 u. 204). Es liegt nahe, den Arbeitrollgang nur an großen Straßen anzuordnen; denn an kleineren reicht die Wippe vollständig zur Bedienung aus. Der Transportrollgang dagegen ist selbst an Straßen mittlerer Größe vorteilhaft.

Der Antrieb der Rollgänge erfolgt in sehr verschiedener Weise. Für Arbeitrollgänge bedient man sich meist einer besonderen kleinen Dampfmaschine, und zwar liegt, da die Bewegung der Rollen umkehrbar sein muß, die Verwendung einer umsteuerbaren Maschine nahe. Notwendig ist sie nicht, da man die Umkehrung auch durch Anwendung eines offenen und eines gekreuzten Riemens erreichen kann, welche man abwechselnd auf die Festscheibe eines Vorgeleges einrückt, dem der Betrieb der Rollgangtransmission obliegt.

Es empfiehlt sich für den Transportrollgang, der in weitaus den meisten Fällen die Aufgabe hat, fertig gewalzte Stäbe nach der gewöhnlich durch eine eigene Maschine betriebenen Warmsäge zu befördern, die Betriebskraft von dieser Maschine zu entnehmen und durch Vorgelege auf ihn zu übertragen. Auch der Transportrollgang muß umkehren können, weil es zum Abschneiden bestimmter Längen erforderlich ist, den Walzstab durch kleine Vor- und Rückwärtsbewegungen vor dem Sägeblatte zurechtzulegen.

δ) Die Schleppzüge. Zweck der Rollgänge ist die Ersparung menschlicher Arbeitskraft. Die Belegschaft einer durch Rollgänge bedienten Straße ist so gering an Zahl, daß für die Querbewegung des Walzgutes von einem Gerüste zum anderen bedenkliche Schwierigkeiten entstehen, wenn sie ohne maschinelle Unterstützung ausgeführt werden soll.

Wir sehen deshalb in fast allen Fällen der Verwendung von Arbeitsrollgängen auch Schleppzüge angeordnet, denen die erwähnte Querbewegung obliegt. Ihre Einrichtung ist ziemlich einfach. Der wirkende Teil, dessen Schleppnase aus einem Schlitz des Flurbelages hervorragt, ist in eine Kette ohne Ende eingeschaltet, welche einerseits über eine kalibrierte und durch eine Transmission angetriebene Rolle läuft und andererseits durch eine Spannrolle straffgezogen wird.

Die Anzahl der erforderlichen Schleppzüge hängt von der Länge der Walzstäbe ab. Ihre Bewegungsrichtung ist parallel der Straßenachse.

### b. Die Wirkung der Walzen.

Wenn wir einen zur Bearbeitung bestimmten Körper mit einer gewissen Horizontalkraft  $K$  gegen ein in Umdrehung befindliches Walzenpaar (Fig. 205) andrücken, so zerfällt diese Kraft in zwei Komponenten, von denen die eine,  $Z$ , durch die Mittellinie der Walze hindurchgehend, sich als Zapfendruck äußert, während die andere,  $N$ , als Normaldruck senkrecht gegen das Werkstück gerichtet ist und zwischen diesem und der Walze Reibung verursacht. Sobald nun diese Reibung



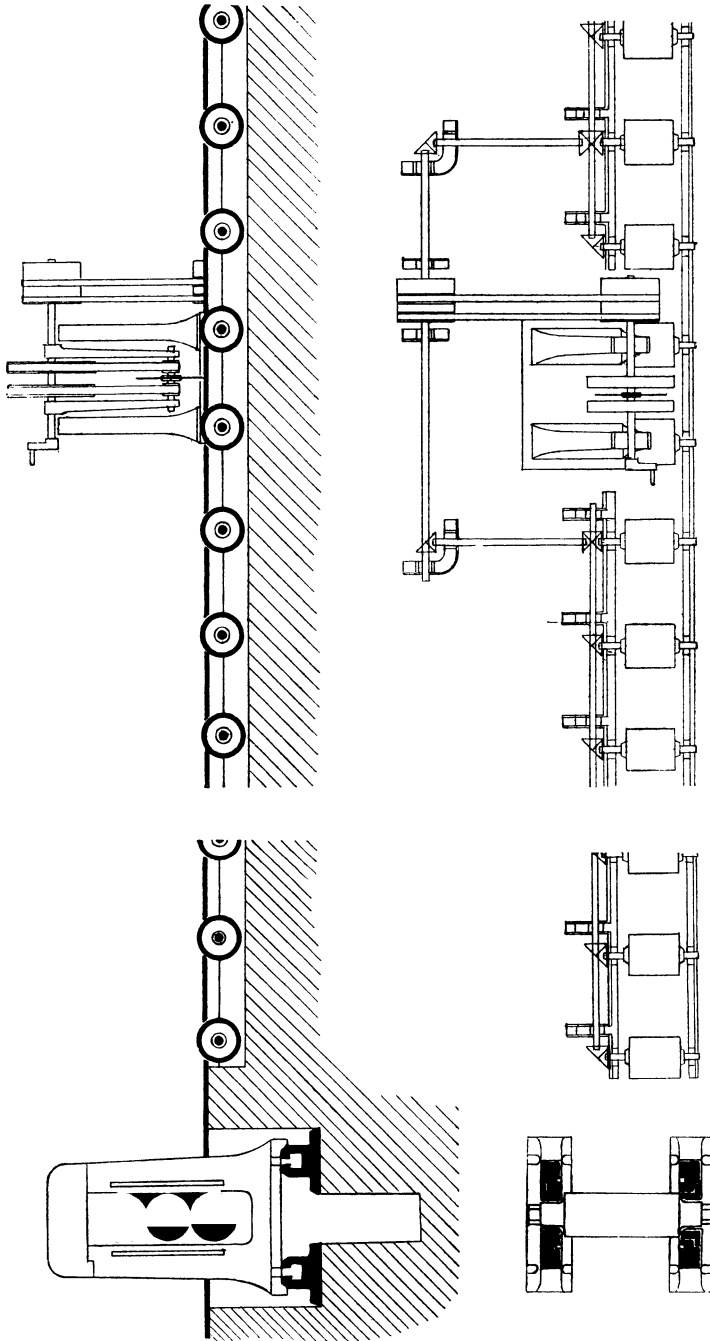


Fig. 203 u. 204.

größer ist als die von der Walze ausgeübte Gegenkraft  $K_r$ , welche die gleiche Größe, aber entgegengesetzte Richtung wie  $K$  hat, wird das Arbeitstück von den Walzen erfasst und hindurchgezogen.

Zwischen der Kraft  $K$ , dem Normaldrucke  $N$  und dem von der Zentrale der beiden Walzenquerschnitte mit dem Radius aus  $a$  gebildeten Zentriwinkel  $\alpha$  besteht nun die Gleichung

$$\frac{K}{N} = \operatorname{tg} \alpha \text{ oder } N = \frac{K}{\operatorname{tg} \alpha},$$

aus welcher zunächst folgt, dass der Normaldruck bzw. die von demselben verursachte Reibung und die Rückstofs kraft  $K_r$  ( $= K$ ) ein unveränderliches Verhältnis haben, dass also durch festeres Andrücken des Arbeitstückes leichteres Erfassen desselben durch die Walzen nicht erzielt werden kann. Der Normaldruck  $N$  und sein Verhältnis zu  $K$  sind vielmehr nur abhängig von der Größe des Zentriwinkels  $\alpha$ , und zwar

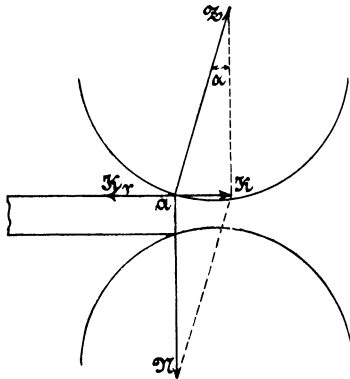


Fig. 205.

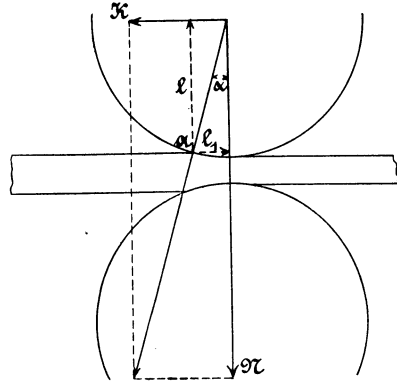


Fig. 206.

wird  $N$  in demselben Verhältnisse größer, wie  $\operatorname{tg} \alpha$  kleiner wird. Da nun der Winkel  $\alpha$  mit zunehmender Dicke des Walzstabes wächst und mit zunehmendem Walzendurchmesser abnimmt, so folgt, dass dünne Arbeitstücke leichter erfasst werden als dicke, und dass dicke Walzen leichter fassen als dünne.

Eine eingehendere Erwägung zeigt uns — ohne das vorher Gesagte zu ändern —, dass die Größe des Winkels  $\alpha$  eigentlich nur abhängig ist von der Tiefe des Eindrucks, den die Walzen an dem Arbeitstück hervorbringen sollen. Wir ziehen daraus die Lehre, dass der Walzvorgang abhängig ist von den drei Größen: Dicke des Arbeitstückes, Walzendurchmesser und Tiefe des Walzeindrucks, und zwar dergestalt, dass, wenn zwei dieser Größen gegeben sind, auch die dritte ein bestimmtes Maß hat, also nicht beliebig gewählt werden kann.

Zeigt uns die Praxis im einzelnen Falle, dass die genannten drei Größen nicht im richtigen Verhältnisse zu einander stehen, so helfen wir uns dadurch, dass wir die Walzen einhauen, d. h. irgend welche

Vertiefungen auf dem Umfange derselben anbringen, welche die Reibung zwischen Walze und Werkstück erhöhen.

Zu einem ähnlichen Ergebnisse bezüglich der Tiefe des Walzeindrucks führt auch eine andere Betrachtung. Denken wir uns das Arbeitstück bereits zwischen den Walzen befindlich (Fig. 206), so haben wir den Walzvorgang so zu verstehen, als ob eine horizontale Kraft  $K$ , welche im Mittelpunkte des Walzenquerschnittes angreift, mit Überwindung des Wälzungswiderstandes (rollende Reibung) die Walze auf dem Eisen fortbewegt. Bezeichnen wir den zwischen Walze und Werkstück auftretenden Normaldruck mit  $N$ , so lautet die Momentengleichung für den Wälzungspunkt  $a$

$$K \cdot l = N \cdot l_1 \text{ oder } K \cdot r \cdot \cos \alpha = N \cdot r \cdot \sin \alpha,$$

woraus sich ergibt:

$$K = N \cdot \operatorname{tg} \alpha.$$

Nach den Gesetzen der rollenden Reibung ist aber  $K = N \cdot \operatorname{tg} \varphi$  ( $\varphi =$  Reibungswinkel). Die Gegenüberstellung der beiden letzten Gleichungen ergibt also:  $\sphericalangle \alpha = \sphericalangle \varphi$ , d. h. der zum Walzeindrucke gehörende Zentriwinkel darf so groß sein als der Reibungswinkel, oder mit anderen Worten, so groß, daß seine Tangente gleich dem Koeffizienten der rollenden Reibung zwischen Walze und Werkstück ist. Macht man die Tiefe des Eindrucks größer, so muß die Walze eingehauen werden.

Bevor wir nun dazu übergehen, das physikalische Verhalten des zwischen den Walzen befindlichen Stabes zu untersuchen, müssen wir erst eine eigentümliche Erscheinung besprechen, welche bei Anstellung von Druck- und Zugversuchen mit festen Körpern auftritt und geeignet ist, uns über die Verschiebung von Stoffteilen an einem durch äußere Kräfte beeinflussten Körper aufzuklären.

Wenn man einen spröden Körper von cylindrischer Form (Fig. 207), z. B. ein kurzes Stück einer Stearinkerze, in der Richtung seiner Achse einem langsam, aber gleichmäßig ansteigenden Druck aussetzt, bis der Bruch erfolgt, so bemerkt man, daß die Bruchfläche die Mäntel zweier mit der Spitze zusammenstoßender Kegel bildet, deren Grundflächen mit den gedrückten Flächen zusammenfallen. Die Kegel selbst haben an der Formveränderung nicht teilgenommen; es ist vielmehr alles außerhalb derselben liegende Material an den Mänteln abgerutscht. Diese Kegel nennen wir deshalb *Rutschungskegel*.

Beim Zerreißen von homogenen Metallstäben von quadratischem Querschnitte (Flusseisen, Kupfer), siehe Fig. 208, tritt eine ganz ähnliche Erscheinung auf, indem die Trennung des Stabes in Pyramidenflächen stattfindet, dergestalt, daß an dem einen Bruchende eine volle, an dem anderen eine hohle Pyramide auftritt. Wäre ein Stab von rechteckigem Querschnitte dem Zugversuch unterworfen worden, so würden die Rutschungsflächen ein Prisma mit schrägen Endflächen bilden, weil

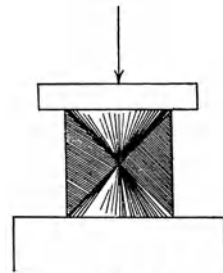


Fig. 207.

dann die Spitze der Pyramide in eine gerade Linie übergeht. Wir erkennen aus diesen Versuchen, daß die Trennung homogener Körper unter dem Einfluß äußerer Kräfte allemal in Flächen stattfindet, deren Neigung gegen die Längsachse für jedes Material einem bestimmten Winkel, dem Rutschungswinkel desselben entspricht.

Wird ein homogener Körper auf Biegung beansprucht (Fig. 209) und erfolgt ein Bruch, so beobachten wir die Neigung, Rutschungskörper, etwa in Gestalt dreiseitiger Prismen, zu bilden, ebenfalls.

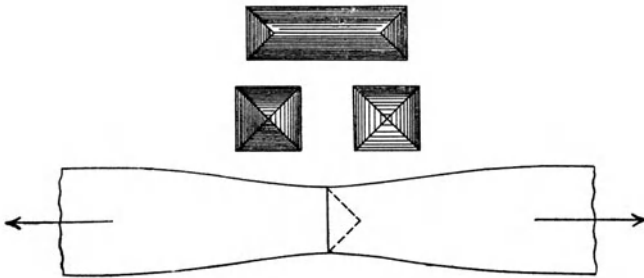


Fig. 208.

Ist der gedrückte Körper knetbar, so bilden sich die Rutschungskörper gleichfalls, und das der Formveränderung unterliegende Material fließt gewissermaßen an deren Flächen herab. Daß es in Wirklichkeit so ist, haben wir beim Schmieden von Stahlblöcken unter Dampfhammern mit schmaler Bahn zu beobachten Gelegenheit; wir bemerken jedesmal im Augenblicke des Schlages, wie sich in dem zwischen

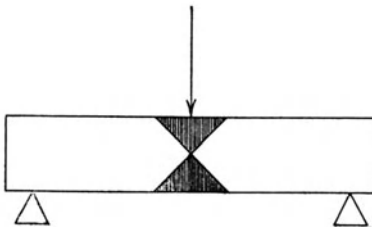


Fig. 209.

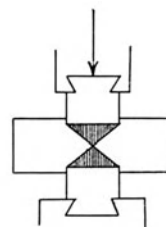


Fig. 210.

Hammer- und Ambosbahn befindlichen Teile dreiseitige Prismen durch dunklere Farbe der Glühspansicht von der Umgebung abheben (Fig. 210).

Wird nun ein durch Erwärmen knetbar gemachtes Metallstück dem Drucke zweier Walzen ausgesetzt, so wird der außerhalb der keilförmigen Rutschungskörper befindliche Stoff nach allen Seiten herausgedrückt, so daß sich das Arbeitstück nach der Länge streckt und nach der Seite breitet.

Fragen wir zunächst nach dem Gesetze der Breitung und nehmen wir mit Bezug auf Fig. 211 an, ein Flachstab von der Breite  $B$  und

der Dicke  $H$  werde zwischen den Walzen auf die Dicke  $H_1$  gedrückt, so müssen unter der Annahme eines bestimmten Rutschungswinkels  $\alpha$  an beiden Seiten dreiseitige Prismen vom Querschnitte  $abc$  abfließen und unter dem Drucke der Walzen den Querschnitt  $defgh$  annehmen. Das die einseitige Breitung ausmachende Rechteck  $degh$  ist nun inhaltsgleich der Differenz der Dreiecke  $abc$  und  $efg$ . Daraus ergibt sich als lineares Maß der einseitigen Breitung

$$de = \frac{abc - efg}{H_1}$$

woraus wir erkennen, daß die Breitung abhängig ist von der Dicke des Stabes vor und nach dem Durchgange durch die Walzen. Die ursprüngliche Breite  $B$  aber ist ohne Einfluß auf die nachherige  $B_1$ .

Wir sind hiernach in der Lage, auf Grund ausgeführter Breitungsversuche den Rutschungswinkel eines Stoffes, der übrigens auch abhängig ist von dessen Temperatur, zu bestimmen und umgekehrt aus dem gegebenen Winkel die zu erwartende Breitung zu berechnen.

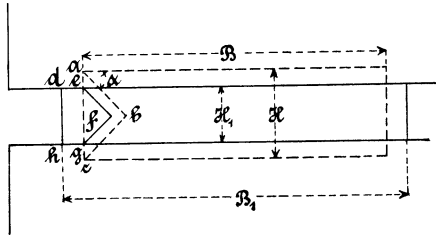


Fig. 211.

Nehmen wir z. B. an, es sei  $H = 16$  mm,  $H_1 = 10$  mm und  $\alpha = 45^\circ$ , so ist laut obiger Formel

$$de = \frac{abc - efg}{H_1} = \frac{16 \cdot 4 - 10 \cdot 25}{10} = \frac{64 - 25}{10} = \frac{39}{10} = 3,9 \text{ mm.}$$

Der Winkel  $\alpha$  ist hier beliebig angenommen. Durch Versuche wurde ermittelt, daß er bei Eisen mit abnehmender Temperatur wächst, und die Praxis lehrt in Übereinstimmung damit, daß ein Walzstab um so stärker breitet, je niedriger seine Temperatur ist.

Im praktischen Walzwerkbetrieb ist man indessen nur selten in der Lage, dem Breitungsvorgange freien Raum zu geben, und zwar aus dem einfachen Grunde, weil bei wiederholtem ungehindertem Breiten die Seitenränder des Walzstabes eine unregelmäßige Form und rissige Oberfläche erhalten. Wir finden deshalb eine freie Breitung eigentlich nur beim Walzen der Bleche, weil dort der erwähnte Mangel durch das Beschneiden der Ränder wieder beseitigt wird. Wo es sich aber darum handelt, aus dem Walzvorgang ein unmittelbar verwertbares Erzeugnis und ein Eisen von genau profiliertem Querschnitte zu erhalten,

da muß man die Walzkaliber schmaler gestalten, als das Eisen bei freier Breitung sein würde, damit sich das Walzstück mit einer gewissen Kraft gegen die seitlichen Kaliberwände anlegt und so von allen Seiten bearbeitet wird.

Betrachten wir nunmehr den Vorgang der Streckung, also diejenige Formveränderung, welche das Walzstück in der Längsrichtung erfährt,

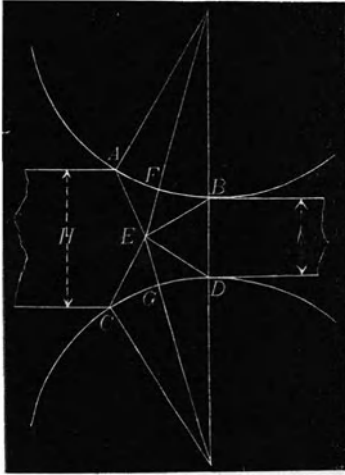


Fig. 212.

und stützen wir uns dabei wieder auf die Theorie der Rutschungskörper, so haben wir die letzteren unter Zugrundelegung eines bestimmten Rutschungswinkels über demjenigen Teile des Walzenumfanges zu konstruieren, welcher sich mit dem Walzstab in Berührung befindet (Fig. 212). Denken wir uns nun diese Rutschungskörper bei der Drehung der Walzen mit fortschreiten, bis die durch  $E$  gehenden Halbmesser in die Zentrale übergehen, so ist der durch das Fünfeck  $FBDGE$  bezeichnete prismatische Körper zwischen den Walzen hindurchgegangen. Da nun der Inhalt des genannten Fünfeckes größer ist als der eines Rechteckes von der Höhe  $h$  und der Grundlinie  $FB$ , so

folgt daraus, daß die aus den Walzen ausgetretene Stablänge größer sein muß als der auf dem Walzstück abgewickelte Teil des Walzenumfanges. Man nennt dies das Voreilen des Stabes.

Die Erfahrung lehrt nun, daß dieses Voreilen bei dünnen Walzen größer ist als bei dicken, und eine einfache mathematische Erwägung zeigt uns, daß Erfahrung und Theorie hier bestens übereinstimmen. Denken wir uns nämlich den Halbmesser der Walzen unendlich groß werden,

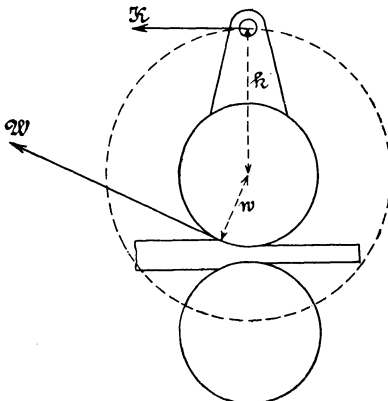


Fig. 213.

so geht das Fünfeck  $FBDGE$  in ein Rechteck über, und die Voreilung ist gleich Null. Es nimmt also mit anderen Worten das Voreilen des Walzgutes mit zunehmendem Walzenhalbmesser ab.

Über die Kraft, welche erforderlich ist, um ein Arbeitstück zwischen den Walzen hindurchzuziehen, wollen wir uns dadurch klar werden, daß wir uns vergegenwärtigen, wie diese Arbeit verläuft.

Die von dem Kolben der Dampfmaschine ausgeübte Kraft  $K$  (Fig. 213) greift im Umfange des Kurbelkreises,

der zu überwindende Wälzungswiderstand  $W$  am Umfange der Walze an. Da der Hebelarm der Kraft  $K$  veränderlich ist zwischen den Gröfsen Null und  $k$ , je nachdem die Kurbel mit der Krafrichtung zusammenfällt oder senkrecht zu derselben steht, so müssen wir zur Auffindung der Gleichgewichtsbedingungen statt der Momentengleichung die Arbeitsgleichung gebrauchen und erhalten dann für eine halbe Umdrehung folgende Werte:

Der von  $K$  in der Krafrichtung zurückgelegte Weg ist gleich  $2k$ , während der auf dem Walzenumfange zu messende Weg von  $W$  gleich  $w \cdot 3,14$  ist; es mufs also die Arbeitsgleichung lauten

$$K \cdot 2k = W \cdot w \cdot 3,14 \text{ oder}$$

$$K = \frac{W \cdot w \cdot 3,14}{2k}$$

Die Gröfse der von der Maschine aufzuwendenden Kraft wächst also sowohl mit dem Wälzungswiderstand als auch mit dem Halbmesser der Walzen.

Es interessiert uns nun noch diejenige Kraft, welche wir oben schon bei Fig. 206 als den Normaldruck  $N$  kennen gelernt haben. Es ist das eben die Kraft, welche senkrecht gegen die Achse der Walze gerichtet ist und als Bruchbelastung der letzteren auftritt. Die Kenntnis ihrer Gröfse wäre in vielen Fällen für den Walzenkonstrukteur von grofser Wichtigkeit, weil sie ihn vor Überschreitung der Festigkeit des Walzenmaterials bewahren könnte.

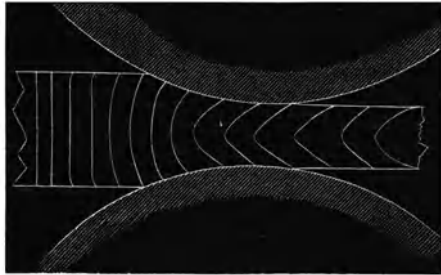


Fig. 214.

Die theoretische Bestimmung dieser Kraft würde auszugehen haben von der verhältnismäfsig leicht zu ermittelnden Gröfse der vom Kolben der Maschine ausgeübten Kraft. Wir benutzen deshalb wieder die Arbeitsgleichung

$$K \cdot 2k = W \cdot w \cdot 3,14,$$

welche für den Wälzungswiderstand  $W$  aufgelöst

$$\text{ergibt}$$

$$W = \frac{K \cdot 2k}{w \cdot 3,14}$$

Dieser Wälzungswiderstand  $W$  ist aber nach Fig. 206, wo statt seiner die ihn überwindende Kraft  $K$  eingeführt ist,  $= N \cdot \text{tg } \alpha$  also

$$N = \frac{W}{\text{tg } \alpha}$$

Setzen wir nun für  $W$  den oben gefundenen Wert, so ergibt sich

$$N = \frac{K \cdot 2 \cdot k}{w \cdot 3,14 \cdot \text{tg } \alpha}$$

Alle die vorstehenden Berechnungen sind durchgeführt für den Fall, dafs das Walzgut nur in senkrechter Richtung bearbeitet wird,

wie es etwa beim Walzen des Bleches stattfindet. Kommt hierzu noch die seitliche Bearbeitung durch den Druck der Walzenränder, wie beim Walzen in geschlossenen Kalibern, so gelten die entwickelten Formeln nicht mehr; denn der ganze Reibungsvorgang wird dann ein zusammengesetzter, und die von ihm abgeleiteten Gleichgewichtsbedingungen werden andere.

Am Schlusse dieses Abschnittes möge Fig. 214 uns noch einen praktischen Versuch veranschaulichen, durch welchen die Verschiebung der Moleküle eines durch die Walzen gehenden Stabes gezeigt werden soll. Es wurde in das Versuchstück eine Reihe von Stiften senkrecht zur Längsrichtung des Stabes eingesetzt, dieser dann erwärmt und mit einem Teile seiner Länge ausgewalzt. Das nach dem Erkalten in der Längsrichtung durchgeschnittene Versuchstück liefs nun die in der Abbildung dargestellte Durchbiegung der Stifte erkennen. Man wird annehmen dürfen, dafs die Neigung der gebogenen Stifte etwa dem Rutschungswinkel des Stoffes entspricht.

### c. Allgemeines über das Kalibrieren der Walzen.

Die Herstellung der verschiedenen Walzwerkserzeugnisse setzt eine entsprechende Gestaltung der Walzen voraus. Die für jeweils einen Walzendurchgang bestimmte und von zwei Walzen gebildete Form nennt man ein Walzkaliber und die Thätigkeit, welche sich mit der Berechnung und Gestaltung dieser Kaliberformen befaßt, heifst das Kalibrieren der Walzen. Das Kalibrieren ist eine Wissenschaft von so großem Umfange, dafs in dem Rahmen dieses Buches nur eine dürftige Besprechung derselben untergebracht werden kann, und zwar soll bei Beschreibung der besonderen Betriebseinrichtungen, welche zu einem bestimmten Fabrikationszweig gehören, auch der entsprechenden Walzenkalibrierung kurz gedacht werden. Da nun mancherlei Begriffe, Regeln und praktische Gepflogenheiten entweder allen oder doch vielen Fabrikationszweigen gemeinsam sind, so mögen diese zuvörderst hier besprochen werden.

(Vergl. S. 137 ff.)

#### 1. Die Kaliberformen.

Wir unterscheiden die offene und die geschlossene Form. Die offene Form entsteht, wenn in jede der beiden Walzen ein Teil des Kalibers matrizenartig eingeschnitten wird (Taf. II Fig. 1 u. 2); die geschlossene Form entsteht, wenn in den matrizenartigen Einschnitt der einen Walze ein Bund der anderen Walze als Patrizie schließend hineinragt (Taf. II Fig. 3 u. 4).

Die geschlossenen Kaliber verwendet man zur Herstellung genauer Querschnittsformen wenn es irgend möglich ist, offene dagegen an den sogenannten Vorwalzen und an Fertigwalzen da, wo sie nicht zu vermeiden sind.

Beim Aufzeichnen der Kaliber geht man aus von zwei idealen Walzen (Kreiscylindern), die sich in einer geraden Linie berühren, indem man diese Berührungslinie (Walzlinie) als Grundlinie hinzeichnet und



über und unter derselben entsprechende Kaliberteile anordnet. Hat man es mit einem Trio zu thun, so sind zwei parallele Walzlinien zu verwenden.

Die zwischen zwei Kalibern stehenden Bunde (Ränder) müssen, da sie den seitlichen Druck des Walzgutes aufzunehmen haben, eine dementsprechende Stärke haben. Eine recht brauchbare Regel sagt hierüber, daß ein Rand wenigstens so dick sein muß, als er hoch ist.

## 2. Der Oberdruck.

Bei Besprechung der Abstreifmeißel und ihrer Aufgabe wurde schon erwähnt, daß neben der Reibung zwischen dem Walzgut und den seitlichen Kaliberwänden auch die Verschiedenheit der Walzendurchmesser eine Ursache dafür ist, daß der Walzstab krumm aus der Walze kommt und Neigung hat, sich aufzuwickeln.

Man trägt diesem Umstande beim Kalibrieren insofern Rechnung, als man möglichst dafür sorgt, daß beide Ursachen in derselben Richtung wirken, weil man dann der Krümmung am sichersten durch die Hunde entgegenwirken kann. Man wird also den größeren Durchmesser, d. h. den Oberdruck, möglichst derjenigen Walze zuteilen, welche als Patrizie wirkt, und Abstreifmeißel in die Matrize legen. Für eine Trio-Kalibrierung ergibt sich hieraus, daß die Patrizen am besten auf die Mittelwalze gelegt werden und diese auch einen größeren Durchmesser erhält als Ober- und Unterwalze (Taf. II Fig. 5). Zuweilen ist man allerdings genötigt, von dieser Regel abzuweichen. Wir müssen beim Entwerfen der Walzenzeichnung demnach so verfahren, daß die einzelnen Kaliber von der Walzlinie in zwei ungleiche Teile zerlegt werden und der kleinere Teil in diejenige Walze fällt, welche den Oberdruck haben soll. Sind aber die Kaliber so beschaffen, daß sie sich nur in der Mitte teilen lassen, also jede Walze gleichtiefe Einschnitte erhält, so beschafft man den Oberdruck durch verschieden große Durchmesser der idealen Walzen (Taf. II Fig. 6).

## 3. Der Kaliberanzug.

Es ist aus mehreren Gründen verwerflich, die Kaliber seitlich durch Linien zu begrenzen, welche senkrecht auf der Walzlinie stehen. Einmal wird dadurch die Auslösung des Stabes aus dem Kaliber erschwert, und dann ist vor allem eine Wiederherstellung abgenutzter Kaliber nur möglich unter gleichzeitigem Weiterschneiden derselben. Es empfiehlt sich deshalb, die Kaliber seitlich durch Linien zu begrenzen, welche nach dem Umfange hin auseinanderlaufen, d. h. denselben Anzug zu geben.

Um durch den Anzug die beabsichtigte rechtwinkelige Form des Erzeugnisses aber nicht zu sehr zu beeinträchtigen, darf man in den sog. Fertigkalibern den Anzug nicht zu groß nehmen. Die Grenze der zu wählenden Neigung liegt bei etwa  $1-1\frac{1}{2}\%$ , während für die vorhergehenden Kaliber unbedenklich  $3-4\%$  genommen werden kann.

#### 4. Der Abnahmekoeffizient.

Wenn ein Stück Walzeisen vor dem Durchgange durch die Walzen einen Querschnitt von 100 qcm und nach dem Durchgang einen solchen von 80 qcm hat, so nennen wir den Quotienten  $\frac{80}{100} = 0,8$  das Abnahmeverhältnis für diesen Fall oder auch den Abnahmekoeffizienten. Dieser ist demnach eine Zahl, welche, mit dem Querschnitte vor dem Walzen multipliziert, den Querschnitt nach dem Durchgang ergibt; er ist immer ein echter Bruch und die von ihm abhängige Abnahme (der Druck) ist um so größer, je kleiner der Wert dieses Bruches ist und umgekehrt. Die absolute Größe des Abnahmekoeffizienten kann uns nur die praktische Erfahrung angeben. Sie ist keineswegs für alle Walzbeispiele dieselbe, sondern schwankt innerhalb weiter Grenzen.

Man kann als wahrscheinlich annehmen, daß die Beanspruchung der Walzen durch den Druck des Walzgutes, sowie diejenige des Walzgutes selbst dann am gleichmäßigsten ist, wenn bei allen Durchgängen eines und desselben Walzstabes der Abnahmekoeffizient die gleiche Größe hat. Wo es also zugänglich ist, d. h. bei einfachen Walzvorgängen, wie z. B. der Erzeugung von Blech oder Flacheisen, da sollte man mit einem unveränderlichen Abnahmeverhältnis arbeiten. Das Festhalten an dieser Regel wird indessen beim Kalibrieren sehr oft dadurch unmöglich, daß andere, für die Praxis viel wichtigere Bedingungen zu erfüllen sind, welche sich mit einem gleichmäßigen Abnahmeverhältnisse nicht vertragen. Hat eine Walze tief einschneidende Kaliber und infolgedessen geringen Walzendurchmesser — etwa eine Blockwalze —, so darf die Abnahme nur so groß gewählt werden, daß die Walze den Block noch erfassen kann, wenn auch an und für sich ein größerer Druck zulässig wäre.

Es giebt noch manchen anderen Grund, welcher die Regel vom unveränderlichen Abnahmeverhältnisse zu verlassen zwingt. Dahin gehört z. B. das Sinken der Temperatur des Walzstückes während der Bearbeitung, welches eine Zunahme des Widerstandes bei der Umformung zur Folge hat, so daß eigentlich der Abnahmekoeffizient wachsen müßte. Ferner liegt es nahe, daß die Beanspruchung des Walzenkörpers auf Biegung in den mittleren Kalibern größer ist als in denjenigen in der Nähe des Zapfens, so daß also in den Endkalibern mit einem kleineren Abnahmekoeffizienten gearbeitet werden kann als in den anderen.

Alle diese Umstände sind beim Kalibrieren wohl zu beachten, sobald wir mit der von der Walze geforderten Leistung bis an die zulässige Grenze herangehen müssen. Bleiben wir jedoch von dieser Grenze fern, so ist uns auch größere Freiheit in der Wahl der Abnahmeverhältnisse erlaubt.

In allen Fällen aber — sei er nun unveränderlich oder nicht — ist der Koeffizient der Abnahme für den Kalibrierer von Wert, sei es, daß er ihn als Durchschnittswert für einen vollständigen Walzvorgang benutzt oder ihn aus praktisch bewährten Kalibrierungen für

einzelne Kaliber oder nur Kaliberteile berechnet und sich aus den Ergebnissen dieser Rechnung belehrt.

Einige Beispiele mögen die Verwendung des Abnahmekoeffizienten erläutern.

Es sei  $F$  der Querschnitt vor Beginn der Walzarbeit,  $n$  die Anzahl der Stiche (Durchgänge),  $F_n$  der Querschnitt nach  $n$  Stichen und  $a$  der Abnahmekoeffizient, dann ist

$$\begin{aligned} F_1 &= F \cdot a \\ F_2 &= F_1 a = F a^2 \\ F_3 &= F_2 a = F_1 a^2 = F \cdot a^3 \text{ und endlich} \\ F_n &= F \cdot a^n \end{aligned}$$

In dieser Form kann die Gleichung dazu dienen, den Querschnitt eines Arbeitstückes nach  $n$  Stichen zu berechnen, wenn aufser der Stichzahl auch der Anfangsquerschnitt und der Abnahmekoeffizient bekannt sind. Wir können aber auch jede andere der vier Gröfsen berechnen, wenn die übrigen drei gegeben sind, und erhalten:

$$F = \frac{F_n}{a^n}$$

für die Berechnung des Anfangsquerschnittes, wenn die übrigen Verhältnisse feststehen;

$$a = \sqrt[n]{\frac{F_n}{F}}$$

zur Berechnung des Abnahmekoeffizienten bei einem vorliegenden Walzbeispiel, und

$$n = \frac{\log F_n - \log F}{\log a}$$

für die Berechnung der Stichzahl, wenn die drei übrigen Gröfsen feststehen.

### 5. Sprung und Spiel.

Theoretisch betrachtet könnte man die Walzen da, wo sich keine Kaliber befinden, d. h. an den Rändern, aufeinander laufen lassen. Man hat aber auf sehr wesentliche Umstände Rücksicht zu nehmen, welche dies nicht gestatten. Erstens ist die Lagerung der Walzen in den Ständern keine derartig feste, dafs jedes Auseinandergehen unter dem Gegendrucke des Walzstückes ausgeschlossen ist.

Es ist vielmehr Thatsache, dafs infolge einer gewissen Nachgiebigkeit aller einzelnen zur Lagerung und Anstellung der Walzen gehörigen Teile ein gewisses Springen der Walzen eintritt, sobald das Arbeitstück dazwischenkommt. Man ist also genötigt, die Walzen um das Mafs dieses Sprunges näher aneinander zu legen, wenn man die in dem betr. Kaliber beabsichtigte Dicke des Walzstabes wirklich erzielen will. Ferner fordert eine sachverständige Leitung des Walzprozesses die Möglichkeit, die Walzen nötigenfalls etwas näher aneinander zu legen. Aus allen diesen Gründen ergibt sich, dafs die Walzenränder sich nicht berühren dürfen, sondern ein gewisses Spiel haben müssen.

## F. Die Erzeugung des Stabeisens.

### a. Der Rohstoff.

Was wir unter Stabeisen zu verstehen haben, ist schon im Abschnitt A auseinandergesetzt worden. Als Rohstoffe benutzen wir Schweißisen und Flußeisen.

Unter Schweißisen verstehen wir das im Puddelofen als Luppe erzeugte und auf der Luppenwalze zu Rohschienen oder Luppenstäben ausgewalzte schmiedbare Eisen, welches in Form von kurzen Stücken zusammenpacketiert, im Flammofen auf Schweißtemperatur erhitzt und durch Hämmern oder Walzen geschweißt wird. Die aus der ziemlich niederen Temperatur des Puddelofens hervorgegangenen Luppenstäbe zeigen einen nur losen Zusammenhang der einzelnen Teile und sind für praktische Zwecke noch unverwendbar; sie müssen deshalb, indem sie noch einmal auf Schweißtemperatur gebracht und durchgearbeitet werden, einen Verfeinerungsprozess durchlaufen, mit welchem gleichzeitig die Herstellung eines Enderzeugnisses verbunden wird, indem man so viele Luppenstäbe zusammenschweißt, als zur Herstellung einer bestimmten Handelsware erforderlich sind.

Zum Schweißisen zählen auch die Rohschienen, welche durch Zusammenschweißen von Alteisen (Schrott) erhalten werden. Die Eisenabfälle der Gewerbe und die im alltäglichen Verbrauch abgängig werdenden Eisenteile, wie sie sich beim Althändler zusammenfinden, stellen nämlich einen ziemlich hoch zu veranschlagenden Bruchteil des Rohstoffes für die Erzeugung des Schweißisens dar; sie werden auf kleinen, schnell gehenden Scheren so zerschnitten, daß sie sich zur Packetierung eignen, zusammengebündelt und genau wie ein Packet von Luppenstäben behandelt. Kleine Schrotstücke vereinigt man in sogenannten Kastenpacketen, indem man aus vier Luppenstäben einen Kasten bildet und diesen möglichst sorgfältig mit Schrott füllt.

Einer besonderen und eigenartigen Verarbeitung wird der ganz dünne, hauptsächlich aus Feinblech und Drahtabfällen u. dgl. bestehende Schrott unterworfen. Man erhitzt ihn nämlich in einem dem Puddelofen ähnlichen sog. Schmelzofen und formt Luppen daraus, welche wie die aus dem Puddelofen unter einem Hammer ausgezängt und auf der Luppenwalze zu Rohstäben ausgewalzt werden.

Mit Flußeisen bezeichnen wir all dasjenige schmiedbare Eisen, welches bei seiner Erzeugung in flüssiger Form erhalten wird, also hauptsächlich das durch den Bessemer-, den Thomas- und den Siemens-Martin-Prozess entstehende. Zum Zwecke der Weiterverarbeitung in Walz- und Hammerwerken wird es in gußeiserne Formen gegossen und erhält so eine fast prismatische Gestalt, genauer ausgedrückt die Form einer abgestumpften Pyramide.

Die Bearbeitung im Walzwerk ist für Schweißisen und Flußeisen im allgemeinen die gleiche. Gelegentlich vorkommende Verschiedenheiten werden an passendem Orte erwähnt. Bezüglich der

verschiedenartigen Behandlung von Schweißseisen und Flußeisen im Flammofen ist das Notwendige bereits bei Besprechung der Öfen gesagt worden.

Die Gesamtheit der Bearbeitungsvorgänge, wie sie von den Walzwerken an dem erwärmten Arbeitstück ausgeübt werden, zerfällt in die vorbereitende Bearbeitung und in die eigentliche Formgebungsarbeit.

Unter der vorbereitenden Bearbeitung versteht man bei Schweißseisen die Vereinigung der Bestandteile des Packetes unter dem Drucke der Walzen, verbunden mit gleichzeitiger Verminderung des Packetquerschnittes auf dasjenige Maß, bei welchem die eigentliche Formgebungsarbeit beginnen kann. Bei Flußeisenblöcken hat die vorbereitende Bearbeitung außer der Verminderung des Blockquerschnittes auch die Verdichtung des Blockes, also die Beseitigung der in seinem Innern vorkommenden Blasenräume zum Zwecke. Die Walzen, welche diese Arbeit verrichten, werden Vorwalzen genannt; die der eigentlichen Formgebung dienenden heißen Fertigwalzen.

#### b. Die Vorwalzen.

Wenn wir in die Besprechung von Form und Betriebsweise der Vorwalzen eintreten, so müssen wir in erster Linie derjenigen Art von Vorwalzen gedenken, welcher die Bearbeitung großer Flußeisenblöcke obliegt, und die darum Blockwalzen genannt werden. Das von ihnen gelieferte Erzeugnis heißt vorgewalzter Block und bildet die Ausgangsform für jede beliebige Art von Fertigerzeugnis, sei es nun, daß er als Ganzes weiter verarbeitet oder zuvor zerteilt wird und zur Herstellung kleinerer Profile Verwendung findet.

An die Blockwalze schließt sich dann zunächst die sog. Knüppelwalze an, deren Aufgabe darin besteht, entweder die von der Blockwalze begonnene Arbeit der Querschnittsverminderung fortzusetzen, oder auch darin, selbständig Rohblöcke von mittlerem Gewichte zu vorgewalzten Stäben (Knüppeln) von mäßigem Querschnitte zu verarbeiten, welche sowohl im eigenen Betriebe zu Feiseisen u. dgl. ausgewalzt als auch als Halbfabrikat in den Handel gebracht werden können.

In dritter Linie wäre dann aller derjenigen Walzen zu gedenken, welche insbesondere den Namen Vorwalzen führen, und welche in jeder mit der Herstellung von Fertigerzeugnissen beschäftigten Walzenstraße vorhanden sein müssen zur Ausführung der vorbereitenden Bearbeitung.

##### 1. Die Blockwalzen.

Nach Form und Betriebsweise haben wir drei Arten von Blockwalzwerken zu unterscheiden:

1. das einfache Kehrwalzwerk;
2. das Kehrwalzwerk mit anstellbarer Oberwalze und
3. das Triowalzwerk.

Die Formen 1 und 3 finden da Anwendung, wo sich die Aufgabe

der Blockwalze in mäfsigen Grenzen bewegt, d. h. wo einesteils nicht die gröfsten Blöcke verarbeitet und anderenteils die Querschnittsverminderung nicht beliebig weit ausgedehnt werden mufs.

In weitaus den meisten Fällen finden wir dagegen die zweite Form angewandt, ein Duo-Kehrwalzwerk, dessen Oberwalze sich der Höhe nach leicht und rasch verstellen läfst, so dafs man in ein und demselben Kaliber Stücke von sehr verschiedener Dicke herstellen kann. Damit ist der sehr erhebliche Vorteil verbunden, dafs die Kalibereinschnitte nicht so tief zu werden brauchen, als sie bei nicht anstellbarer Oberwalze sein müfsen.

Bevor wir nun dazu übergehen, die besonderen Einrichtungen eines solchen Blockwalzwerkes zu beschreiben, möge zuvor einiges über die Kalibrierung der Walzen gesagt werden.

Fig. 7 auf Taf. II zeigt uns, dafs die Grundform der Blockwalzkaliber das Rechteck ist, und zwar ein Rechteck von etwas gröfserer Breite als der des jeweils anzusteckenden Blockes, damit dieser Raum zur Breitung hat. Die seitliche Kaliberbegrenzung kann natürlich — wie wir aus dem weiter oben über den Anzug der Kaliber Gesagten wissen — keine rechtwinkelige sein, sondern eine schräge. Ebenso sind die Ecken des Rechteckes durch mehr oder weniger starke Abrundungen ersetzt, einmal deshalb, um nicht durch scharfeckige Einschnitte der Walze Bruchgefahr zu bringen, und dann, weil auf der Blockwalze eben keine scharfkantigen Erzeugnisse gewalzt zu werden brauchen. Den Walzvorgang haben wir uns folgendermassen zu denken:

Bei normaler Lage der Walzen hat das erste Kaliber eine Höhe von 370 mm. Man läfst deshalb die Oberwalze zu Anfang um 60 mm steigen und dann den Block von 500 mm Dicke durch das nunmehr 430 mm hohe Kaliber gehen. Hinter der Walze wird der Block um 90° gewendet, durchläuft in dieser Lage noch einmal dasselbe Kaliber und kommt so als quadratischer Block von 430 mm Dicke vor die Walze. Nunmehr wird die Walze auf 370 mm heruntergelassen und liefert nach zwei Durchgängen einen quadratischen Block von dieser Dicke. Hierauf wird der Block ins zweite Kaliber gesteckt. In diesem wie in dem darauffolgenden wiederholt sich genau der beschriebene Vorgang, und es gehen aus denselben quadratische Blöcke von bezw. 275 und 200 mm hervor. Im vierten und fünften Kaliber wird ohne Hebung der Oberwalze gearbeitet, weshalb der Block in diesen nur einmal hin und her geht. Sie liefern quadratische Blöcke von 170 und 145 mm. Die Blockwalze dient nun nicht etwa nur dazu, ein Endergebnis von 145×145 mm zu liefern; vielmehr verlangt man von ihr die Lieferung aller nur denkbaren Abmessungen in Dicke und Breite des Blockes. Für gewöhnlich wird man diese wohl aus den fünf ersten Kalibern entnehmen können. Indessen empfiehlt es sich doch, sich durch Anordnung eines breiten Flachkalibers von geringer Höhe ein Mittel zur Herstellung von Brammen für die Blecherzeugung und anderer aufsergewöhnlicher Blockquerschnitte zu schaffen.

In dem vorliegenden Beispiele kann man aus dem letzten Kaliber von 420 mm Breite und 100 mm Höhe unter Hinzuziehung der vollen Hebung der Oberwalze mit 200 mm jede Blockgröße bekommen, welche unterhalb 420 mm Breite und zwischen 300 und 100 mm Höhe liegt.

Die Blockwalzwerke werden am zweckmäßigsten so angelegt, daß sie für sich allein einen selbständigen, mit keinem anderen Walzwerke verbundenen Betrieb darstellen, d. h. als eine eingerüstige Strafe von ziemlich beträchtlichem Walzendurchmesser (900 bis 1100 mm), mit eigener Walzenzugmaschine und ausgerüstet mit all denjenigen maschinellen Hilfsmitteln und Bequemlichkeiten, welche sie befähigen, nicht nur die ganze Erzeugung eines Stahlwerkes heutiger Einrichtung in demselben Zeitraume zu bewältigen, in welchem sie ihm zugeführt wird, sondern auch die Bearbeitung mit einem so geringen Aufwand an Löhnen zu bewirken, daß sich der Preis der vorgewalzten Blöcke nur wenig über den der Rohblöcke erhebt.

Ein solches, mit allen Hilfsmitteln ausgestattetes, in neuester Zeit von der Duisburger Maschinenbau-Aktiengesellschaft erbautes Blockwalzwerk ist auf Tafel III dargestellt und in nachstehendem kurz erläutert.

Betrachten wir zunächst das eigentliche Walzwerk, welches als Duo mit verstellbarer Oberwalze gebaut ist, so nehmen an demselben besonders diejenigen Einrichtungen, welche zur Auf- und Abwärtsbewegung der Oberwalze dienen, unsere Aufmerksamkeit in Anspruch.

Zunächst ist zur Ausgleichung des Gewichtes der Oberwalze unter jedem Ständer ein Druckwassercylinder *a* angebracht, dessen Tauchkolben mittels des Querhauptes *b* und der Druckstangen *c* an dem Einbaustücke der Oberwalze angreift. Die beiden Druckwassercylinder stehen unausgesetzt unter dem Drucke der Sammler und haben darum stets das Bestreben, die Oberwalze zu heben. Ältere Ausführungen haben an Stelle dieser hydraulischen Ausgleichung eine mittelbar wirkende, bei welcher ein mit Gegengewicht belasteter Hebel an dem Querhaupt angreift.

Die die Stellung der Oberwalze bestimmenden Schraubenspindeln werden ebenfalls durch Anwendung von Wasserdruck bewegt. Wir sehen auf den Köpfen der beiden Walzenständer die beiden Druckwassercylinder *d* befestigt, deren gemeinsamer Tauchkolben mit der Zahnstange *e* fest verbunden ist, und diese letztere im Eingriffe mit den auf den Schraubenspindeln aufgekeilten Zahnradchen *f*. Je nachdem man nun das Druckwasser dem einen oder dem anderen der beiden Cylinder zuführt, erteilt man der Spindel Drehung nach rechts oder nach links und läßt dadurch die Oberwalze entweder sinken oder steigen.

An maschinellen Hilfseinrichtungen besitzt dieses Walzwerk zunächst einen von der Zwillingmaschine *g* angetriebenen und von der Bühne *h* aus mittels Handhebels gesteuerten Rollgang. Derselbe beginnt vor der Walze mit einem kurzen Stücke, dem die Zuführung der

Blöcke besorgenden Transportrollgang. Die mittels Kranes aus den Durchweichungsgruben gehobenen Blöcke werden zunächst auf den Kippstuhl  $k$  gestellt und dieser durch ein auf seiner Achse festgekeiltes Zahnsegment und die damit im Eingriff befindliche, durch Wasserdruck bewegte Zahnstange  $i$  umgelegt. Dadurch rutschen die Blöcke auf den Rollgang und werden der Walze zugeführt. Die beiden der Walze zunächst liegenden Rollen sind mit Rücksicht auf die verschieden tiefen Kalibereinschnitte in der Unterwalze als Stufenrollen ausgebildet. Hinter der Walze schließt an den Arbeitsrollgang ebenfalls ein Transportrollgang an, welchem die Beförderung der vorgewalzten Blöcke nach der Blockschere obliegt.

Ein weiteres maschinelles Hilfsmittel ist der zugleich als Kantapparat dienende Querschub  $m$ . Die Thätigkeit des letzteren besteht in der Verschiebung der Blöcke von einem Kaliber vor das andere; er verrichtet dieselbe unter dem Einflusse des Druckwassercylinders  $n$ . Sowohl zum Verschieben als auch zum Umkanten der Blöcke treten die drei Zahnstangen  $o$  in Thätigkeit, und zwar durch Vermittelung des Druckwassercylinders  $p$ . Die mit dem Tauchkolben desselben verbundene Zahnstange bewirkt eine Drehung der Welle  $q$ , welche durch Kegelräder auf die mit den Zahnstangen  $o$  im Eingriffe befindlichen Stirnrädchen  $r$  übertragen wird. Damit diese Übertragung in jeder Stellung der Kantvorrichtung möglich ist, hat man der Welle  $q$  einen prismatischen (kreuzförmigen) Querschnitt gegeben und das auf derselben sitzende Kegelrad so eingerichtet, dafs es sich bei den Bewegungen der Kantvorrichtung zugleich mit dieser auf seiner Welle verschiebt.

Die von der Blockwalze gelieferten vorgewalzten Blöcke werden entweder als Ganzes und in derselben Hitze von einer anderen Strafe weiterverarbeitet zu irgend einem Fertigerzeugnisse, oder sie werden in Stücke von vorgeschriebenem Gewichte zerteilt, um entweder als Halbfabrikat in den Handel zu gelangen oder auch den verschiedenen Walzenstraßen des eigenen Betriebes als Rohstoff zu dienen.

Diese Zerteilung erfolgt auf einer Blockschere, deren Messer in der Ebene des die gewalzten Blöcke heranbringenden Rollganges arbeiten. Hinsichtlich der Bauart dieser Schere begegnet man wohl am meisten derjenigen Form (Fig. 215), welche von der Kalker Werkzeugmaschinen-Fabrik ausgeführt und, wie die von derselben Fabrik erbauten Schmiedepressen, mit Dampfdruck und Druckwasserübersetzung betrieben wird; ihre Arbeitsweise ist ganz dieselbe wie die der Pressen. Diese Scheren sind entweder als stehende oder als liegende ausgebildet. Der Vorschub des einen Messers erfolgt genau so wie der des Prefskolbens und der Rückzug des Messers wie das Anheben jenes mittels eines besonderen Dampfcylinders, dessen Kolben beständig unter Druck steht. Die zum Betriebe der Blockschere dienende Dampf-Druckwasser-Vorrichtung ist genau so gebaut wie die der Schmiedepresse und ist bei Abhandlung der letzteren bereits be-



geschrieben worden. Auch der eigentliche Scherkörper hat mit der Schmiedepresse Ähnlichkeit; denn der hier zwischen den Messern auf-

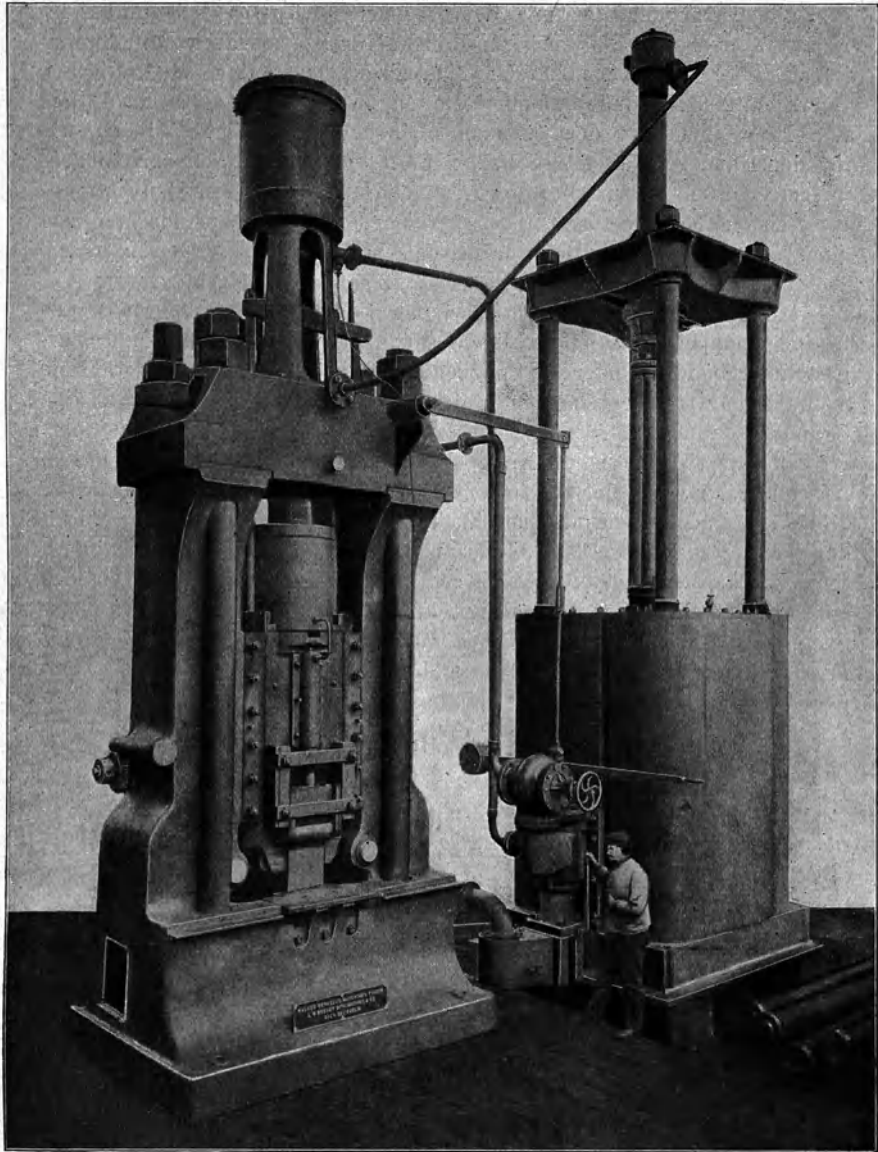


Fig. 215.

tretende Widerstand wird von kräftigen Ankern als Zugkraft aufgenommen. Der Unterschied beider Einrichtungen besteht nur darin,

dafs an Stelle von Prefsbär und Ambofs die beiden Schermesser treten.

## 2. Die Knüppelwalzen.

Die Erzeugung der mit dem Namen Knüppel belegten Halbfabrikate erfolgt sowohl auf Duo-Kehrwalzwerken als auch auf gewöhnlichen Trios. Sie umfaßt das Auswalzen von Stäben quadratischen Querschnittes, aber mit stumpfen Kanten, in Stärken von 100 bis 45 mm und kann ebensogut dem eigenen Bedürfnis eines Werkes dienen wie für den Handel arbeiten. In beiden Fällen werden für die verschiedenartigen daraus herzustellenden Fertigeisen Knüppel von den mannigfachsten Querschnittsabmessungen verlangt, und man muß deshalb von einer guten Knüppelwalze fordern, dafs sie innerhalb der Grenzen von 100 und 45 mm möglichst viele Abstufungen zu erzeugen gestattet.

Als Kaliberform empfiehlt sich für diejenigen Kaliber, aus denen fertige Knüppel hervorgehen sollen, entweder die in Taf. II Fig. 8 dargestellte rhombische oder die Spitzbogenform nach Taf. II Fig. 9, während man für die vorhergehenden Kaliber zweckmäßiger die rechteckige Grundform wählt.

In Taf. II Fig. 10 ist ein Knüppelwalz-Trio veranschaulicht, welches im Anschlusse an eine Blockwalze arbeitet und von dieser einen Block von  $140 \times 165$  mm Querschnitt zur Weiterverarbeitung erhält. Der Block durchläuft erst fünf Flachkaliber und dann eine Reihe geradliniger Spieskantkaliber, letztere jedoch so, dafs er von je zwei übereinander angeordneten kongruenten Kalibern immer nur eins durchläuft. Dasjenige Kaliber indessen, welches für eine bestimmte Knüppelgröfse Fertigkaliber ist, muß er oben und unten durchlaufen, damit er annähernd quadratisch wird.

Sollen z. B. 45 mm starke Knüppel gewalzt werden, so sind folgende Kaliber zu benutzen:

1 unten, 1 oben, 2 u., 2 o., 3 u., 4 o., 5 u., 6 o., 7 u., 8 o., 9 u.,  
10 o. und 10 u.

Sollen dagegen Knüppel von 50 mm Stärke hergestellt werden, so muß, damit der Stab aus Kal. 9 u. fertig hervorgeht, folgendermaßen gesteckt werden:

1 u., 1 o., 2 u., 2 o., 3 u., 3 o. (blind), 4 u., 5 o., 6 u., 7 o., 8 u.,  
9 o. und 9 u.

Über die bei der Verzeichnung von rhombischen und Spitzbogenkalibern zu wählenden Verhältnisse der Diagonalen gilt folgendes: Wir finden in der Praxis das Verhältnis der Kaliberhöhe zur Breite schwanken zwischen 6 : 7 und 7 : 8. Mit Rücksicht darauf, dafs derselbe Stab durch ein solches Kaliber zweimal hindurchgehen kann und dabei jedesmal den gleichen Druck empfängt, wenn er vor dem Durchgang um  $90^\circ$  gewendet wird, könnte man mit dem Verhältnisse der Diagonalen noch unter 6 : 7 gehen, würde aber damit in Gefahr kommen, entweder zu flache Kaliber zu bilden, in denen die Stäbe leicht umschlagen, oder dafs die Walzer den zweiten Durchgang unterlassen, gleich ein

Kaliber weiterstecken und so der Walze zu viel zumuten. Es ist also ratsam, das Verhältnis der Diagonalen lieber etwas gröfser zu wählen und die Kaliber nur einmal anzustecken bezw. beim Trio von zwei übereinander liegenden gleichen Kalibern nur eins zu benutzen.

In dem vorliegenden Beispiele wurde das Verhältnis der Diagonalen 13 : 15 gewählt und der rhombischen Form um deswillen der Vorzug gegeben, weil die Knüppel dadurch die zuweilen beliebtere Gestalt von Quadratischeisen mit abgerundeten Kanten erhalten. Jedes der rhombischen Kaliber kann als Fertigungskaliber dienen; es können also auch Knüppel von den mannigfaltigsten Querschnitten geliefert werden. Das kleinste Kaliber ist doppelt vorgesehen in der Annahme, dafs die 45 mm starken Knüppel in der Erzeugung vorwalten und dieses Kaliber deshalb besonders stark verschliffen wird.

### 3. Die gewöhnlichen Vorwalzen.

Unter Vorwalzen im gewöhnlichen Sinne verstehen wir diejenigen Walzen, welche an Strafsen, die der Erzeugung von Fertigerzeugnissen dienen, die vorbereitende Bearbeitung vorzunehmen haben. Ihre Aufgabe ist sehr umfangreich; denn sie umschliesst alles, was an vorbereitender Formgebung für die grofse Zahl der Stabeisenprofile zu leisten ist.

Wir wollen uns hier aber nur mit derjenigen Art von Vorwalzen beschäftigen, welche, gleich den Knüppelwalzen, blofs eine Querschnittsverminderung zu besorgen haben. Für eine ganze Reihe von Erzeugnissen einer Strafse kann dies von einer und derselben Vorwalze geschehen, und diese ist es auch, welche darum ihren Namen schlechthin führt.

Die für die Vorwalzen geeignetste Kaliberform ist die Spitzbogenform, weil die aus diesen Kalibern hervorgehenden Knüppel sich auf der Fertigwalze ebensowohl anschmiegen müssen an geradlinige (z. B. Flacheisen) wie an krummlinige Kaliberformen (z. B. Rundeisen).

Das in Taf. II Fig. 11 vorgeführte Beispiel einer Stabstrafsen-Vorwalze enthält zunächst vier Flachkaliber, um den Block von  $200 \times 200$  mm auf etwa  $153 \times 153$  bringen. Wollte man nämlich gleich mit Spitzbogenkalibern beginnen, so würden die Einschnitte in die Walzen viel tiefer werden und diese um so leichter brechen. In den unteren Spitzbogenkalibern ist das Verhältnis der Diagonalen 13 : 15 gewählt, im ersten jedoch davon abgesehen, weil der daselbst angesteckte quadratische Block sonst kaum eine Bearbeitung erföhre. Von den oberen Spitzbogenkalibern sind die vier gröfsten als sogenannte versetzte Kaliber ausgebildet, und dadurch ist eine gröfsere Leistung derselben erzielt. Es findet deshalb hier kein Überspringen einzelner Kaliber statt, und man hat auferdem den Vorteil, eine gröfsere Zahl verschiedener Knüppelquerschnitte herstellen zu können. Über die Verzeichnung dieser versetzten Kaliber giebt Taf. II Fig. 12 Aufschluss. Nachdem die von der Mittelwalze gebildete Kaliberhälfte gezeichnet ist, trägt man die Höhe  $h$  auf und teilt diese in der Mitte durch eine Wagerechte. Auf diese trägt man die

Breite  $b$  auf und schlägt mit  $b$  als Radius die das Kaliber in der Oberwalze bildenden Bogen. Die in die Mittelwalze hineinragenden Teile der Oberwalze werden durch Kreisbogen entsprechend abgerundet.

### c. Die wichtigsten Handelseisen.

Wir verstehen unter Handelseisen vornehmlich diejenigen Sorten Stabeisen, deren Querschnitt sich auf die einfachen geometrischen Figuren beschränkt, und haben uns demgemäß im nachstehenden hauptsächlich zu beschäftigen mit der Erzeugung von Quadratischeisen, Rundeisen, Flacheisen und Bändeisen.

Je nach der Größe des Querschnittes der herzustellenden Eisensorten sind auch die Walzwerke von verschiedener Größe.

Für die mit dem Namen Feineisen bezeichneten dünneren Stabeisensorten dienen die Schnell- und Feinstrafen. Diese bestehen gewöhnlich aus einer Vorstrecke, welche bei 360—450 mm Walzendurchmesser 150—200 Umdrehungen in der Minute macht, und einer Fertigstrecke mit 250—330 mm Walzendurchmesser und 300—450 Umdrehungen. Sie werden von einer Maschine betrieben, welche 75—100 Umdrehungen macht und diese mit Riemen oder Seilen auf die beiden Strecken überträgt.

Zuweilen findet man Schnellstrafen in Form sog. Doppel-Duos ausgeführt, welche mit der Betriebsweise des Trio-Walzwerkes die Bequemlichkeiten des Duos verbinden. Über die Ständerform und sonstige bauliche Verhältnisse von Doppel-Duos geben Fig. 216—218 Aufschluss (Duisburger Maschinenbau - Aktiengesellschaft, vorm. Bechem & Keetman).

An die Feinstrafen schließen sich die zur Erzeugung mittlerer Eisensorten dienenden Mittelstrafen an, welche gewöhnlich nur aus einer Strecke von drei bis fünf Gerüsten bestehen, etwa 450 mm Walzendurchmesser haben und bis zu 125 Umdrehungen machen. An diese reihen sich dann die Stabstrafen mit etwa 500—550 mm Walzendurchmesser, etwa 100 Umdrehungen und meist drei Gerüsten; für ganz schwere Erzeugnisse endlich dienen die Grobstrafen, deren Verhältnisse je nach der Größe der zu erzeugenden Eisensorten gewählt werden (Walzendurchmesser z. B. 650—900 mm; 100 Umdrehungen).

#### 1. Das Quadratischeisen.

Wir unterscheiden zweierlei Erzeugungsarten für Quadratischeisen. Bei der einen durchläuft der auf der Vorwalze entsprechend vorbereitete Block (Packet) Kaliber von nahezu quadratischer Form, welche so in die Walzen eingedreht sind, daß eine Diagonale senkrecht zur Walzenachse steht, und die nur insofern von der quadratischen Form abweichen, als der in die Walze eingedrehte Winkel etwas größer ist als ein rechter und zwischen  $90^{\circ} 40'$  (bei Grobeisen) und  $91^{\circ} 20'$  (bei Feineisen) schwankt (Taf. II Fig. 13). In diesen Kalibern erhält man nach dreimaligem Durchgange durch das als Fertigungskaliber dienende,

wobei der Stab vor dem zweiten und dritten Durchgange natürlich um  $90^\circ$  zu wenden ist, einen Stab von genau quadratischem Querschnitte. Arbeitet man auf einem Trio mit übereinander liegenden gleichen

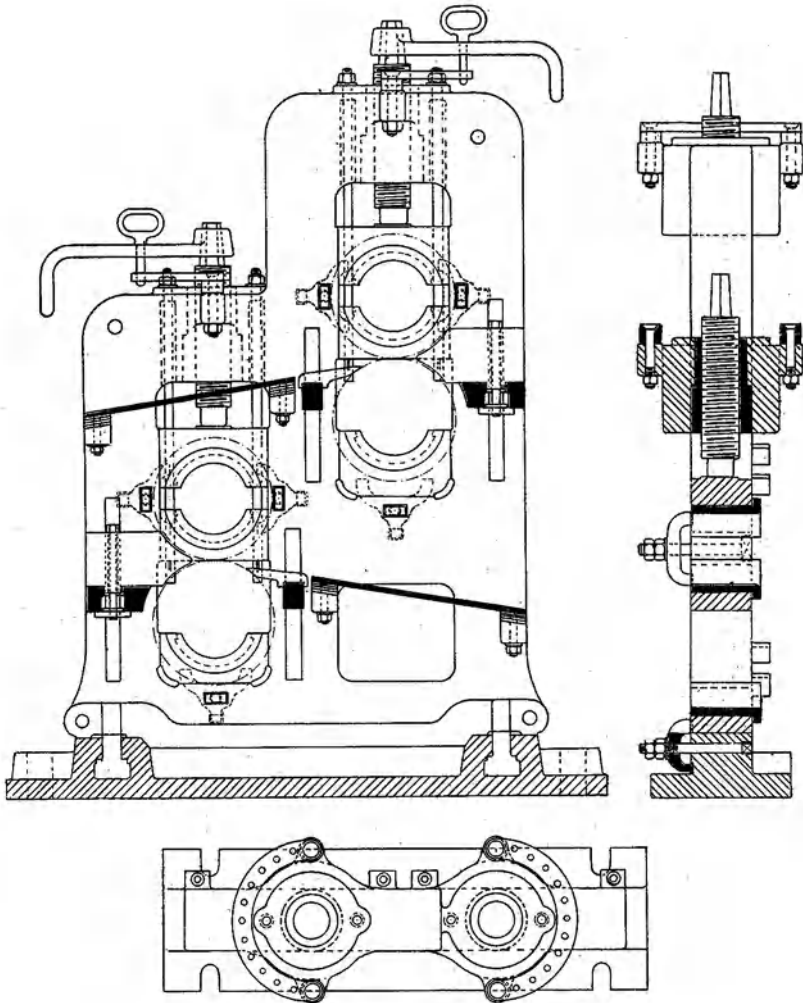


Fig. 216—218.

Kalibern, so treten an Stelle des dreimaligen letzten Durchganges ein Durchgang oben und zwei unten.

Diese Art der Herstellung nennt man freihändiges Walzen. Die Walzen, die dabei verwendet werden, enthalten eine Reihe stets größer werdender Kaliber, welche alle die von der betreffenden Strafe zu liefernden Quadrateisenabmessungen umschließen.

Zwischengrößen, welche auf der Walze nicht vertreten sind, werden durch Walzenstellung erhalten.

Die andere Art der Erzeugung, welche aber nur auf die im Rahmen der Feineisen liegenden Abmessungen angewendet wird, besteht darin, daß man aus einem scharfkantig eingedrehten Spießskantkaliber, dessen Höhe etwas kleiner, dessen Breite entsprechend größer ist als die Diagonalen des Quadrates, in ein genau rechtwinklig eingedrehtes Quadratkaliber geht und so mit einem Stiche ein genaues Quadrat erhält. Dazu ist natürlich erforderlich, die Höhe des Spießkantalibers durch Anstellen der Walzen so zu regeln, daß der Stab

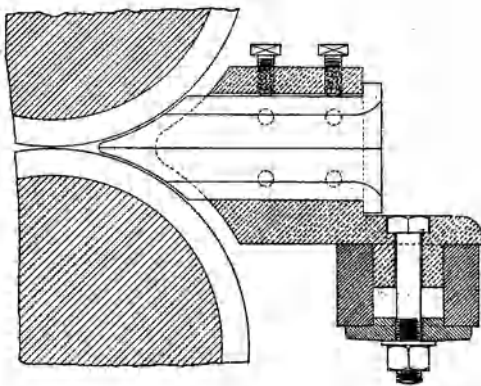


Fig. 219.

das Fertigkaliber genau füllt. Diese Herstellungsweise macht zur Bedingung die Anordnung einer Führung vor dem Quadratkaliber, welche sich der Spießkantform ziemlich genau anschließt und das Umfallen des Stabes im Quadratkaliber verhütet. Man nennt das Verfahren deshalb Walzen durch Führungen.

Taf. II Fig. 14 und 15 zeigen uns zwei in der beschriebenen Weise zusammengehörige Kaliber, Taf. II Fig. 16 und Textfig. 219 Form und Anordnung der Führungen. Die Fertigkaliber für eine Reihe von Abmessungen ordnet man nebeneinander auf einem Walzen-Duo an und die zugehörigen Spießkantkaliber auf einem anderen, damit man — besonders hinsichtlich der letzteren — in der Walzenstellung unabhängig ist.

## 2. Das Rundeisen.

Auch hier unterscheiden wir das freihändige Walzen und dasjenige durch Führungen.

Bei der Verzeichnung der Kaliber für freihändig gewalztes Rundeisen wird der zu Grunde gelegte Kreis durch zwei unter  $45^\circ$  gegen die Walzlinie geneigte Durchmesser in vier gleiche Teile zerlegt (Taf. II Fig. 17), von denen die Bogen *ab* und *cd* für das Kaliber verwendet werden. Mit der Sehne des Quadranten als Radius werden dann die Bogen *ag*, *bf*, *df* und *cg* geschlagen und dadurch das Kaliber erweitert. Nach Einzeichnung des Walzenspieles werden dann noch die Ecken abgerundet mit einem Halbmesser *r* gleich 0,15 vom Durchmesser des gegebenen Kreises.

Man bringt auf einer Rundeisenwalze eine Reihe dieser Kaliber in solchen Abstufungen der Durchmesser an, daß die zwischen zwei Kalibern

liegenden Abmessungen sich durch Walzenstellung erzielen lassen, und arbeitet dann folgendermaßen: Aus dem entsprechenden Kaliber der Vorwalze geht man in ein Rund, welches zwei Stufen über dem beabsichtigten Fertigrund liegt, dann unter Wenden um  $90^\circ$  durch das nächste und dann ebenso ins Fertigkaliber. Hier läßt man den Stab etwa fünf Durchgänge machen, wendet aber vor jedem derselben um  $90^\circ$  und erzielt so durch wiederholtes Schlichten, d. h. Beseitigen der jedesmaligen Breitung, einen Stab von ziemlich genau kreisförmigem Querschnitte.

Zum Walzen von Führungsrundeisen verwendet man Fertigkaliber von genau kreisrunder Form und als Vorkaliber ein aus zwei Kreisbogen gebildetes Oval, dessen Höhe etwas geringer, dessen Breite größer ist als der Durchmesser des Fertigkalibers. Dem Ovale vorauf geht ein Quadratstich, dessen Seite gleich dem Durchmesser des Fertigkalibers ist, und in welches man von der Vorwalze her mit passendem Eisen hineingeht. Der aus dem Ovale kommende Stab geht unter Wenden um  $90^\circ$  — und darum unter Anwendung einer ovalen Führung — durch das kreisrunde Fertigkaliber und muß so bemessen sein, daß die auftretende Breitung gerade genügt, um jenes zu füllen.

Die Taf. II Fig. 18—21 zeigen die zu einem bestimmten Rundeisen gehörigen Kaliber nebst Form und Anordnung der Führungen.

Es möge an dieser Stelle eine das Aufzeichnen von Fertigkalibern im allgemeinen betreffende Bemerkung Platz finden. Ein Fertigkaliber muß in seinen Abmessungen so beschaffen sein, daß der daraus hervorgehende Stab nach dem Erkalten genau die beabsichtigte Größe des Querschnittes hat. Man muß deshalb aus den Querschnittsabmessungen des kalten Eisens vor dem Aufzeichnen durch Hinzuziehung eines Schwindmaßes den Querschnitt des warmen berechnen. Das Schwindmaß kann für Flußeisen etwa gleich 1,3 bis 1,4 ‰, für Schweißeseisen gleich 1,5 ‰ genommen werden.

### 3. Das Flacheisen.

Dem rechteckigen Querschnitte des Flacheisens entsprechend verwendet man für die Kaliber der Flacheisenwalzen die rechteckige Grundform, weicht jedoch bezüglich der seitlichen Kaliberbegrenzungen wegen des notwendigen Anzuges von dem rechten Winkel etwas ab. Die Kaliber sind meist geschlossen, und die Bunde der Ober- bzw. Mittelwalze ragen tief in die Einschnitte der Unter- bzw. Oberwalze hinein, damit man die Walzen zwecks Herstellung dickerer Flacheisen weiter auseinanderlegen kann und doch noch geschlossene Kaliber behält. Die Gestaltung der Kaliber ist im übrigen sehr einfach. In erster Linie hat man dafür zu sorgen, daß die aufeinander folgenden Kaliber in der Breite zunehmen und dem Eisen eine gewisse Breitung gestatten. Bei den im Trio übereinander liegenden Kalibern muß man natürlich auf Breitung verzichten. Für die Dickenabnahme darf man bei den gewöhnlichen Flacheisensorten mit einem Abnahmekoeffizienten von 0,67 bis 0,75 rechnen; für sehr breite Sorten dagegen muß man viel vorsichtiger kalibrieren und darauf Rücksicht nehmen, daß sie viel mehr

Wärme ausstrahlen und darum kälter fertig werden. Man kann auf einer Walze gewöhnlich die Kaliber für zwei oder drei verschieden breite Flacheisen unterbringen. Die verschiedenen Dicken werden, wie schon erwähnt, durch Walzenstellung erzielt.

Die in Taf. IV Fig. 1 dargestellte Flachwalze umfaßt die beiden Sorten von 105 und 75 mm. Statt der Fertigkaliber ist eine sogen. flache Bahn angeordnet, welche auch in der Breite des Eisens noch kleine Verschiedenheiten gestattet.

Die Zunahme der Kaliberhöhen vom Fertigstich aufwärts muß so bemessen werden, daß der als quadratischer Knüppel aus der Vorwalze kommende Stab im ersten Stich einen genügenden, aber andererseits keinen zu großen Druck erhält. Da nun dieser Knüppel für 100 mm breites Eisen dicker sein muß als für 75 mm breites, so muß bei gleicher Stichzahl für letzteres eine kleinere Abnahme gewählt werden. Im vorliegenden Falle ist für das breitere Eisen ein Knüppel von 97 mm erforderlich, welcher beim Auswalzen auf 6 mm Stärke nacheinander um 32, 21, 14, 9, 6, 4 und 2 mm gedrückt wird, während der etwa 67 mm starke Knüppel für 75 mm breites Eisen Drücke von 21, 10, 7, 4, 3 und 2 mm erfährt. Müssen bei der Herstellung dickerer Flacheisensorten die Walzen so weit auseinandergelegt werden, daß der Knüppel das erste Kaliber ohne Druck durchläuft, so überspringt man dasselbe und steckt im zweiten Kaliber an.

Betreffs Anordnung des Oberdruckes haben wir im vorliegenden Walzentrio ein Beispiel, welches seinerzeit bei der Besprechung des Oberdruckes nicht erwähnt wurde. Die Kaliber wurden so zur Walzlinie gelegt, daß die Mittelwalze ebensoviel Oberdruck gegenüber der Unterwalze hat wie die Oberwalze gegenüber der Mittelwalze. Um aber auch in den letzten Kalibern genügenden Oberdruck zu haben, wurde der ideale Durchmesser der Mittelwalze um 5 mm größer als der der Unterwalze und ebensoviel kleiner als der der Oberwalze gewählt. Mit dieser Anordnung ist der Vorteil verbunden, daß die unteren Kaliber nicht so tief einschneiden und die Unterwalze stärker lassen. Andererseits müssen aber hierbei in den oberen Kalibern sowohl Unter- wie Oberhunde angeordnet werden, um vor dem Umwickeln der Stäbe sicher zu sein.

#### 4. Das Bändeisen.

Wenn die Dicke eines Flacheisens im Verhältnisse zur Breite sehr gering ist, so nennt man es Bändeisen. Seine Erzeugung ist von der des Flacheisens nur dadurch unterschieden, daß eine größere Anzahl von Stichen gemacht werden muß, wodurch das Eisen verhältnismäßig kalt wird und nur geringe Dickenabnahmen erlaubt. Um z. B. Bändeisen von 40×2 mm zu walzen, würde man, Trio vorausgesetzt, Kaliberabmessungen brauchen wie folgt:

Kaliber:	1 u.,	2 o., 2 u.,	3 o., 3 u.,	4 o., 4 u.	Knüppel
Höhe:	2,0,	2,75, 4,0	6    9	14    22	35
Breite:	40,5	40	39	37,5	35



Der Fertigstich wird bei Bandeisens stets auf einer besonderen Walze, der sog. Polierwalze, gemacht, welche als Hartwalze gegossen und blankgeschliffen sein muß, um dem Bandeisens ein glattes und schönes Aussehen zu erteilen. Denselben Zweck hat auch der vor der Polierwalze angeordnete Schrabber, eine höchst einfache Vorrichtung, durch welche der Hammerschlag von dem Bandeisens abgeschabt wird; es sollen dadurch das Einwalzen in den Stab und das hierdurch verursachte rauhe Aussehen des letzteren verhütet werden.

### 5. Profiliertes Handelseisens.

Zu den Handelseisens zählen, wie schon im ersten Kapitel erwähnt wurde, auch mancherlei einfach profilierte Eisensorten, über deren Herstellung hier in Kürze einiges gesagt werden möge.

Zunächst wäre zu erwähnen das Radreifeneisens für Luxuswagen, welches in zwei Formen, als abgerundetes und abgekantetes, verlangt und erzeugt wird.

Bei Herstellung der abgerundeten Reifen verfährt man zunächst wie bei Flacheisens, läßt dann den Stab im vorletzten Stiche durch ein Kaliber der entsprechend auseinandergelegten Rundwalzen gehen (Taf. II Fig. 22), wobei er natürlich wegen der labialen Lage durch Führungen gehalten werden muß, und giebt ihm dann im letzten Flachstiche die gewünschte Dicke.

Die Herstellung der abgekanteten Reifen erfolgt ebenfalls in Flachkalibern, und zwar in solchen mit abgestumpften Ecken, wie sie auch bei Flacheisenswalzen für die größten Kaliber gewählt werden (Taf. IV Fig. 23). Für den letzten Stich tritt an Stelle der flachen Bahn ein offenes Kaliber wie auf Taf. II Fig. 23, welches die Herstellung verschiedener Breiten gestattet, ohne der Regelmäßigkeit der Abkantung zu schaden.

Eine andere Abweichung von der rechteckigen Grundform liefert den trapezförmigen Querschnitt, welcher für Roststabeisens verlangt wird. Die Herstellung desselben unterscheidet sich von der des Flacheisens nur dadurch, daß die verschiedenen Dicken des Fertigprofils durch ungleichförmigen Walzdruck aus dem quadratischen Knüppel erhalten werden.

Sollen z. B. die Querschnittsabmessungen eines Roststabeisens (Taf. II Fig. 24)  $b = 90$  mm,  $c = 15$  mm und  $a = 6$  mm sein, so müssen die Kaliber etwa folgende Maße erhalten:

Kal.	a	b	c
1	91,5	15	6 mm
2	} 90	21	10 "
3		30	17 "
4	} 88	42	30 "
5		60	50 "
Knüppel	85	85	85 "

#### d. Die Baueisen.

Wie aus Abschnitt A hervorgeht, gehören hierher ausschließlich die sogenannten *Formeisen*, d. h. solche Stabeisenarten, deren Querschnitte verwickeltere Formen aufweisen. Wir werden deshalb im vorliegenden Abschnitte neben dem, was über die Erzeugung der einzelnen Baueisen zu sagen ist, uns vornehmlich mit der Kalibrierung der Formeisen zu beschäftigen haben, soweit es im Raume dieses Buches möglich ist.

##### 1. Das Winkeleisen.

###### α. Das gleichschenkelige Winkeleisen.

Für die Bildung der Kaliberformen giebt es zwei voneinander sehr verschiedene Wege. Von dem Gedanken ausgehend, daß Winkeleisen eigentlich weiter nichts ist als ein zum rechten Winkel umgebogenes Flacheisen mit scharf ausgebildeter äußerer Winkelkante, kommt man zu Kaliberformen, welche denen für Flacheisen sehr ähnlich sind. Erst im Fertigungskaliber findet die Biegung des Eisens in den rechten Winkel statt, falls man es nicht vorzieht, das Aufbiegen auf mehrere Kaliber zu verteilen.

Die zweite Art der Formgebung besteht darin, daß man den aus der Vorwalze kommenden quadratischen Knüppel sofort winkelförmig einschneidet und in derselben Weise unter gleichzeitiger Verdünnung der Schenkel fortfährt bis zu den Abmessungen des Fertigungskalibers. Auch bei dieser letzteren Art der Formgebung pflegt man, vom Fertigungskaliber rückwärts gehend, den rechten Winkel allmählich etwas zu vergrößern, um desto leichter zu den mehr oder weniger flachen Formen der Vorkaliber zu gelangen.

Da jede Winkeleisensorte in mehreren Schenkelstärken verlangt wird, so empfiehlt es sich, für jede normale Schenkelstärke ein besonderes Fertigungskaliber vorzusehen und die dazwischenliegenden Stärken durch Walzenstellung zu erzeugen. Es empfiehlt sich ferner, auch das dem Fertigungskaliber vorangehende Kaliber in wenigstens zwei verschiedenen Schenkelstärken anzuordnen und so für die dicken und dünnen Sorten je ein besonderes Vorkaliber zu schaffen.

Auf Taf. IV zeigen uns die Fig. 2 a—d die Kalibrierung desselben Winkeleisens auf zwei verschiedenen Wegen und Fig. 7 die Anordnung der Kaliber auf der Walze.

###### β. Das ungleichschenkelige Winkeleisen.

Dieses wird grundsätzlich ebenso kalibriert wie das gleichschenkelige, doch ist dabei auf zwei Punkte besonders zu achten. Der erste betrifft die Lage der Schenkel des Winkels zur Walzlinie. Während man beim gleichschenkeligen Winkeleisen hierüber gar nicht zweifelhaft ist und den Schenkeln eine Neigung von  $45^\circ$  gegen die Walzlinie giebt, hat man sich beim ungleichschenkeligen zu entscheiden, ob man diese Lage oder eine solche wählen will, bei welcher die

beiden Schenkel gleich tiefe Einschnitte in die Walzen verursachen. Legt man die beiden Schenkel unter  $45^{\circ}$  gegen die Walzlinie, so hat man den Vorteil, etwaige Zwischenstufen durch Walzenstellung erhalten zu können, weil dann die Veränderung der Walzenlage beide Schenkelstärken in gleicher Weise beeinflusst. Ein Nachteil ist aber mit dieser Lage insofern verbunden, als der längere Schenkel tiefer in die Walze einschneidet als der andere und die Walze erheblich schwächt (Taf. IV Fig. 8). Ist dieser Übelstand so groß, daß in einem gegebenen Falle Bedenken wegen der Haltbarkeit der Walzen entstehen, so muß man die in Fig. 9 veranschaulichte Anordnung der Kaliber wählen, bei der die Schenkelenden gleiche Entfernung von der Walzlinie haben, muß dann aber auf die Herstellung abweichender Schenkelstärken durch Walzenstellung verzichten.

Der zweite Punkt betrifft die im Walzvorgang auftretende Erscheinung, daß der längere Schenkel des Winkeleisens beim Durchgange auf die Walzen einen größeren Horizontalschub ausübt als der kürzere und so für jenen das Kaliber erweitert, für diesen verengt. Man trägt diesem Umstande dadurch Rechnung, daß man von vornherein die Kaliberweite für den längeren Schenkel um etwa 0,2 bis 0,5 mm enger macht als die für den kürzeren Schenkel.

Auf Taf. IV Fig. 10—15 und auf Taf. V Fig. 1 haben wir Kalibrierung und Walzenzeichnung des ungleichschenkeligen Winkeleisens  $100 \times 75$  mm und zugleich ein Beispiel für diejenige Kaliberanordnung, bei welcher beide Schenkel gleich tief in den Walzenkörper einschneiden.

## 2. Das Z-Eisen.

In Bezug auf die Gestaltung der Kaliber steht dieses Profil keinem näher als dem Winkeleisen, weil es gewissermaßen aus zwei solchen besteht. Es liegt also auch sehr nahe, das Fertigungskaliber so zu legen, daß seine Glieder unter  $45^{\circ}$  gegen die Walzlinie geneigt sind, und unter Festhaltung der beiden Scheitel für alle Kaliber ähnlich zu verfahren wie bei Winkeleisen (Taf. IV Fig. 16—23).

## 3. Das I-Eisen (Träger).

Beim Walzen der Träger handelt es sich um Schaffung eines Profils, dessen einzelne Glieder in nicht gleichartiger Weise von den Walzen erzeugt werden. Während das Walzen des Steges ganz dem eines Flacheisens entspricht, haben wir in den Flanschen (Füßen) eine Form vor uns, welche rechtwinkelig zur Walzlinie steht, und die darum dem Kalibrierer die Aufgabe stellt, die formgebende Arbeit der Walzen auch auf diesen Teil des Profils zu richten. Damit dies möglich werde, muß die Form der Füße derartig sein, daß die Innenfläche gegen den Steg einen stumpfen Winkel bildet; denn nur unter dieser Bedingung kann die senkrecht zum Stege gerichtete Druckkraft der Walzen eine Komponente abzweigen, welche die Umformungsarbeit an den Flanschen vollzieht. Die Wirkung des Kalibers auf den zu bearbeitenden Flansch

ist nun in demjenigen Teile des ersteren, welcher von nur einer Walze gebildet wird, eine ganz andere als in demjenigen Teile, an dessen Form zwei Walzen beteiligt sind. Nennen wir jenen den geschlossenen Teil des Kalibers (Taf. V Fig. 2) und diesen den offenen (Fig. 3), so müssen wir das Gesetz, nach welchem sich die Arbeit der Formänderung in beiden Teilen vollzieht, etwa folgendermaßen ausdrücken: Der geschlossene Kaliberteil eignet sich seiner Natur nach nur dazu, einen Fufs von größerer Höhe als der des Kalibers zu stauchen, wenn derselbe hineinpaßt; im offenen Teile dagegen, welcher von zwei mit verschiedenen Umfangsgeschwindigkeiten umlaufenden Walzen gebildet wird, findet ein gewisses Auseinanderzerren des Stoffes statt und damit eine Verdünnung des Querschnittes; in diesem Teile muß also die von dem seitlichen Drucke der Walzen vorzunehmende Streckarbeit verrichtet werden.

Für den Kalibrierer ergibt sich aus diesen Gesichtspunkten für die aufeinanderfolgenden Flanschformen folgende Regel: Der den geschlossenen Kaliberteil durchlaufende Fufs soll in der Stärke jenem ungefähr gleich, aber von einer solchen Höhe sein, daß beim Stauchen eine hinreichende Streckung in der Stabrichtung erfolgt; der für den offenen Kaliberteil bestimmte Fufs dagegen soll wo möglich etwas weniger hoch sein als das Kaliber, aber so dick, daß die beabsichtigte Streckung in der Stabrichtung durch die Verminderung dieser Dicke stattfindet. Da nun dieses Gesetz für jedes vorhergehende Kaliber in Bezug auf das nachfolgende gilt, so gestaltet sich die ganze Formgebungsarbeit für die Kaliber der Trägerwalzen ziemlich einfach, und wenn auch die gegebene Regel durch praktische Bedürfnisse bald mehr, bald weniger beeinflusst wird, so muß das darin ausgedrückte Gesetz doch in jeder brauchbaren Kalibrierung erkennbar sein.

Eine weitere bei der Formgebungsarbeit zu beherzigende Bedingung folgt aus dem trapezförmigen Querschnitte des Fufses. Der größeren Stärke desselben an der Wurzel entspricht es, daß dort die Zunahme der aufeinanderfolgenden Kaliber rascher fortschreitet als an der Spitze des Fufses. Die Folge davon ist eine immer größer werdende Neigung der inneren Flanschflächen gegen die Senkrechte, durch welche sie sich der wagerechten Lage allmählich so nähern, daß der Übergang aus der Trägerform der größten Vorkaliber in die quadratische Blockform sich fast von selbst einstellt.

Auf Taf. V stellt Fig. 4 die für ein Trio ausgeführte Kalibrierung der Träger N. P. 20 dar. Der Flansch des Fertigkalibers ist in der unteren Hälfte von der Unterwalze allein, in der oberen von Unter- und Mittelwalze gemeinsam gebildet. Der Flansch des Kal. 2 erfährt also im Unterfusse des Fertigkalibers eine Stauchung, im oberen eine Verdünnung. Er erhielt deshalb unten eine Stärke, welche von der des fertigen Fufses kaum abweicht (8,25 mm gegen 8,15 mm), hat dieselbe Neigung wie dieser, aber eine um 6,25 mm größere Länge. Sonach paßt der untere Fufs des Kal. 2 in den geschlossenen Fertigfufs der

Form nach fast genau hinein und erfährt nur der Höhe nach eine Stauchung. Der obere Fuß des Kal. 2 dagegen hat fast dieselbe Länge wie der obere Fertigfuß, weicht dafür aber in der Dicke von diesem ab (8,75 mm gegen 8,15 mm und 15,25 mm gegen 14,1 mm). Das gleiche Gesetz erkennen wir zwischen den Kal. 2 und 3.

Mit Kal. 4 beginnt die Reihe derjenigen, welche senkrecht übereinander angeordnet werden, d. h. bei denen unter Ausnutzung der Vorteile des Dreiwalzensystemes in Ober- und Unterwalze verschiedene Kaliber eingeschnitten sind, denen dieselbe Mittelwalzenform als Patrizie dient. Aus diesem Umstande ergibt sich eine einmalige Verletzung unserer Regel, weil die Umformungsarbeit zwischen Kal. 4 M und Kal. 3 M in zwei Durchgängen, zwischen Kal. 4 M und Kal. 3 u dagegen in einem Durchgange verrichtet werden muß. Man ist dadurch genötigt, den Fuß 4 M beim Durchgange durch die geschlossene Form 3 u nicht bloß in der Höhe zu stauchen, sondern auch seitlich etwas zu verdünnen.

Von Kal. 4 aufwärts verläuft nun die Formgebung wieder regelmäßig, bis es bei Kal. 7 Zeit wird, an den Übergang zur Blockform zu denken. Es empfiehlt sich, diesen Teil der Formgebungsarbeit in umgekehrter Richtung zu betrachten, d. h. im Sinne des Walzvorganges, bei welchem durch sogenanntes Einschneiden in den rechteckigen Blockquerschnitt die Füße nach und nach vorgebildet werden, und zwar unter Anwendung offener Kaliber (siehe die Walzenzeichnung Taf. VI Fig. 1), bis sie diejenige Länge und Stärke haben, bei welcher die abwechselnde Arbeit des Stauchens und Verdünnens in den geschlossenen Kalibern beginnen kann.

Werfen wir nun noch einen Blick auf die zu unserer Kalibrierung gehörigen Walzenzeichnungen (Taf. VI Fig. 1—3), so sehen wir zunächst, daß mit einer Strafe von drei Gerüsten gearbeitet wird und daß die beiden Vorwalzen nicht bloß für N. P. 20, sondern auch zur Erzeugung der Träger von N. P. 19 bis N. P. 15 bestimmt sind, so daß zur Herstellung je eines dieser Profile nur ein Wechsel der Fertigwalzen nötig ist. Die Ähnlichkeit der Trägerprofile gestattet nämlich die Benutzung einer und derselben Vorform für verschiedene Fertigprofile, wenn nur durch passend gelegene Stauchkaliber für Erzielung der richtigen Breite gesorgt wird.

Verfolgen wir nun im vorliegenden Falle den Gang des Walzens. In dem sog. Blockkaliber soll der Flusseisenblock vorgerichtet und für die die Ausbildung der Füße beginnenden Kal. 8 passend gemacht werden. Er durchläuft diese nach vorherigem Wenden um 90°. Danach folgen zur Verminderung der Blockbreite zwei Stauchkaliber und auf diese die beiden Formkaliber 7, welche die Fußform weiter vorbereiten.

Sollen nun Träger N. P. 20 oder 19 gewalzt werden, so geht man aus Kal. 7 oben auf die folgende Walze, während für die kleineren Profile noch zwei Stauchkaliber vorgesehen sind, von denen das untere

den für N. P. 18 und 17, das obere den für N. P. 16 und 15 passenden Block liefert. Auf der zweiten Vorwalze beginnen die geschlossenen Kaliber, und zwar sind je vier derselben für jede der genannten Profilgruppen vorhanden. Auf der nun folgenden Fertigwalze sind die Kaliber der Breite nach so gestaltet, daß aus dem jeweiligen Vorkaliber 5 oben durch Anwendung verschieden großer Breitenzunahme sowohl das größere wie das kleinere Profil einer Gruppe gewalzt werden kann.

Beispielsweise haben wir für die Träger N. P. 20 und 19 folgende Breitenzunahme:

Kaliber	5	4	3	2	1
N. P. 20	184	190	195	199	202 mm
N. P. 19	184	186	188	190	191,75 „

Die große Reihe der normalen Trägerprofile kann natürlich nicht auf einer und derselben Strafe gewalzt werden. Vielmehr würde ein Werk, welches sämtliche Profile herstellen wollte, am zweckmäßigsten drei verschieden große Strafen dazu verwenden, und zwar für die Profile N. P. 8 bis N. P. 15 etwa eine kräftige Stabstrafe von 550 mm Walzendurchmesser, für die Profile von N. P. 15 bis N. P. 36 oder N. P. 40 eine Trio-Grobstrafe von etwa 850 mm Walzendurchmesser und für die übrigen Profile bis N. P. 55 eine Reversierstrafe von 850—900 mm Walzendurchmesser.

#### 4. Das U-Eisen.

Die Ausbildung der Fußform des U-Eisens gestaltet sich dadurch schwieriger als die der Träger, daß die Füße erstens nur einseitig auftreten und zweitens von größerer Länge sind. Für die Kalibrierung kann man ähnlich verfahren wie bei Trägern, d. h. eine Vorform schaffen, die auf dem Rücken des U-Eisens einen sog. Gegenfuß hat, diesen dann allmählich beseitigen und den weggedrückten Stoff der Ausbildung des Flansches zu gute kommen lassen. Eine solche Kalibrierung zeigt Taf. V Fig. 5. Dieses Verfahren bietet den Vorteil, daß man auch die Vorkaliber entsprechender Trägerprofile verwenden kann, indem man den einen Fuß allmählich zu Gunsten des anderen beseitigt. Ein anderes Verfahren beruht darauf, daß man die Füße des U-Eisens aufklappt und auf diesem Wege zu flachen Vorformen kommt.

#### 5. Das Belageisen.

Auf Taf. IV zeigt uns Fig. 24 die Herstellung eines Belageisens aus einem rechteckig vorgewalzten Blocke.

Die Vorbereitung der Belageisenform beginnt in Kal. 8, indem dort durch den unteren Eindruck in der Mitte die Kumpelung und durch Zusammendrücken der äußeren Teile von oben die Flanschbildung eingeleitet wird. Die folgenden Kaliber setzen die so begonnene Arbeit in derselben Weise fort, und das Fertigkaliber giebt dem Erzeugnisse die vorschriftsmäßige Form.

### e. Das Eisenbahnmateri al.

Soweit wir es mit der Erzeugung von Schienen, Schwellen und Laschen zu thun haben, wird unsere Beschreibung sich auf eine kurze Erläuterung der betreffenden Kalibrierungen beschränken können. Die Herstellung der Radreifen dagegen ist so eigenartig und von der gewöhnlichen Stabeisenerzeugung so verschieden, dafs ein näheres Eingehen auf dieselbe notwendig erscheint.

#### 1. Die Schienen.

Die Herstellung der Fufsform einer Eisenbahnschiene erfolgt genau nach denselben Regeln wie das Walzen der Flanschen bei Trägereisen; auch auf die Gestaltung des Kopfes finden dieselben eine sinngemäße Anwendung. Ein Unterschied aber findet sich in der Form und Wirkungsweise der Stauchkaliber, welche nicht wie bei den Trägern blofs eine Verkürzung des Profiles bewirken, sondern auch die von den ersten Formkalibern vorbereiteten Füße kräftig bearbeiten sollen.

Auf Taf. V Fig. 6 und Taf. VI Fig. 4 und 5 sind Kalibrierung und Walzenzeichnungen zu einer Vollbahnschiene für eine Reversierstrafse von drei Gerüsten dargestellt, in deren drittem Gerüste wir uns eine Blockwalze zu denken haben. Aus dieser kommt der Block mit etwa  $210 \times 210$  mm Querschnitt und wird zunächst in den zwei Blockkalibern der Vorwalze so vorgestreckt, dafs er nach zwei Durchgängen durch das erste und einem Durchgange durch das zweite Blockkaliber für das mit Nr. 8 bezeichnete erste Formkaliber paßt. Auf Kaliber Nr. 7 folgt ein Stauchkaliber, in welchem die Schiene von 155 mm auf 128 zusammengedrückt wird, um dann in den folgenden Kalibern mit üblicher Breitung nach und nach auf 143 mm Höhe — entsprechend 141 mm Kaltmafs — zu kommen. Die Anordnung des Stauchkalibers stellt sich da als Bedürfnis ein, wo die Stärke von Fufs und Kopf — am Stege gemessen — so grofs wird, dafs zwischen ihnen kein Steg mehr bleibt. Es wird dann nötig, das Profil zu erhöhen und zwischen dem erhöhten und nicht erhöhten Profil ein Stauchkaliber einzuschalten.

Das Walzen der kleinen Gruben- und Feldbahnschienen unterscheidet sich von der Herstellung der Vollbahnschienen in keinem wesentlichen Punkte. Selbstverständlich erzeugt man die kleineren Profile auch auf kleineren Strafsen, und zwar Schienen von 4—6 kg Gewicht auf 1 m auf sog. Mittelstrafsen, solche von 7—15 kg auf Stabstrafsen.

#### 2. Die Schwellen.

Die Profilformen für Eisenbahnschwellen sind sehr zahlreich, und es giebt deshalb auch eine gröfsere Anzahl Kalibrierungswege für dieselben.

Um von vielen wenigstens ein Beispiel zu bieten, möge Taf. VI Fig. 6 uns den Hergang der Formgebungsarbeit für eins der bekannteren Profile zeigen. Die Kalibrierung hat eine gewisse Ähnlichkeit mit der

von U-Eisen, indem in den ersten Kalibern auf dem Rücken der Schwelle Gegenfüße ausgebildet werden, welche die Gestaltung der Schwellenfüße erleichtern.

### 3. Die Laschen.

Die Herstellung einfacher Flachlaschen erfordert gewöhnlich nur die Anordnung eines entsprechenden Fertigkalibers, etwa auf einer Flacheisenwalze, welche Eisen von ähnlicher Breite wie die der Lasche liefert. Aus einem geeigneten Kaliber dieser Walze geht man dann in das Laschenkaliber und walzt diese sonach in einem Durchgange fertig. In den sog. Winkellaschen dagegen haben wir Profile von derartiger Gliederung, daß ihre Herstellung ebenso wie die jedes anderen Form-

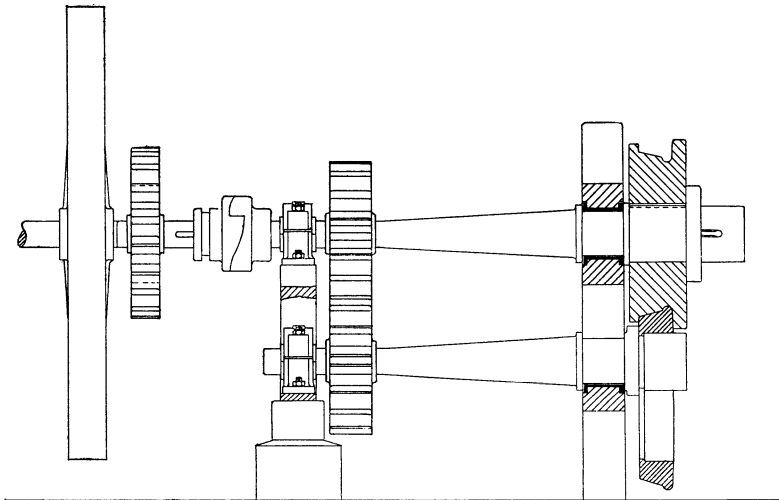


Fig. 220.

eisens auf dem Wege allmählicher Umgestaltung des Profiles erfolgen muß. (Siehe Taf. V Fig. 7.)

### 4. Die Radreifen (Bandagen).

Die zur Erzeugung von Radreifen dienenden Blöcke haben runden oder achteckigen Querschnitt und eine im Verhältnisse zum Durchmesser geringe Höhe (K ä s e). Die vorbereitende Bearbeitung wird unter Hämmern vorgenommen und besteht erstens in dem Aufstauchen zu einem runden, plattenförmigen Körper von der ungefähren Dicke der Bandage, zweitens in dem Lochen, wodurch mittels eines Durchschlages ein rundes Loch in der Mitte der Platte erzeugt wird, und drittens in dem Aufdornen, d. i. Erweitern der Öffnung und Ausstrecken des Ringkörpers zu einem solchen von kleinerem Querschnitte, aber größerem Durchmesser, — eine Arbeit, bei der der Untersattel des Hammers mit einem seitlich herausragenden Horne versehen sein muß, über welches der Ring gehängt und dann durch die Schläge des Hammers gestreckt



wird. Die Vollendungsarbeit erfolgt auf dem in seiner Form von den gewöhnlichen Walzwerken durchaus abweichenden Radreifenwalzwerke, welches uns in einer älteren Form mit wagerechten und in einer neueren mit senkrechten Walzen begegnet.

Die ältere Form, deren Einrichtung in Fig. 220 u. 221 dargestellt ist, besteht aus zwei von einer gemeinsamen Maschine angetriebenen Duos, deren arbeitender Teil der aus dem vorderen Ständer hervorragende Kopf ist (Kopfwalzen), und von denen das eine als Vorwalze, das andere als Fertigwalze dient. Die Unterwalze ist in beiden Gerüsten mittels Wasserdruckes anstellbar und wird gesenkt, wenn ein Reifen aufgelegt werden soll. Während des Walzens wird sie mit solcher Kraft gegen die Oberwalze bezw. gegen den zwischen beiden Walzen befindlichen Reifen gedrückt, daß das Strecken des-

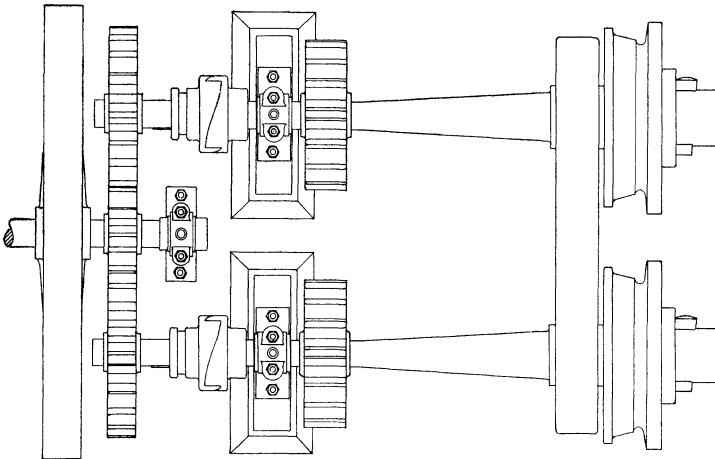


Fig. 221.

selben in gewünschtem Maße erfolgt. Die Vergrößerung, welche der Ring dabei erfährt, wird mittels des Greifzirkels beobachtet und die Walzarbeit sofort unterbrochen, sobald der verlangte Durchmesser erreicht ist.

Neuere Reifenwalzwerke richtet man mit senkrecht stehenden Walzen ein und begnügt sich mit einem einzigen Walzenpaare, auf dem man nach Belieben zwei oder mehr verschieden große Kaliber anordnet. Während des Walzvorganges ruht der Ring auf einem durch Druckwasserkolben anstellbaren Tische. Fig. 222 u. 223 stellen ein von einer englischen Firma gebautes Radreifenwalzwerk mit senkrechten Walzen dar. Die Vorderwalze ruht mit ihren Zapfen in dem Spurlager *a* und dem senkrecht verschiebbaren Halslager *b* und wird beim Einlegen eines auszuwalzenden Ringes bezw. beim Herausnehmen eines fertiggewalzten Reifens mittels des Druckwassercylinders *c* in die Höhe gehoben.



angreifenden Maschine auf die Walze. Da die ganze Umformungsarbeit in vier übereinanderliegenden Kalibern erfolgt, so muß der von dem Tauchkolben getragene und durch die Säulen  $h$  gerade geführte Hebetisch vor jedem der drei oberen Kaliber festgestellt werden können.

Zu diesem Zwecke sind vier auf den Wellen  $i$  sitzende verzahnte Stangen  $k$  vorgesehen, welche durch den Hebel  $l$  und die Zahnradsegmente  $m$  und  $n$  nach dem Hochgehen des Tisches mit den entsprechenden Zähnen auf die Stützpunkte  $o$  eingerückt werden und den Tisch am Zurücksinken hindern.

Zur Führung des Reifens während des Walzens dienen einesteiis die Rollen  $p$ , welche mittels eines der Handräder  $r$  durch die Schrauben  $q$  nach Bedarf verschiebbar sind, anderenteils die Leitvorrichtung  $s$ , welche bei Beginn des Walzens mittels des Handrades  $t$  vorgeschoben und durch den Schub des sich erweiternden Reifens zurückgedrückt wird. Endlich sind noch die Rollen  $u$  zu erwähnen, welche ein wenig aus der Tischplatte hervorragen und das Auftreten gleitender Reibung zwischen dieser und dem Ringe verhüten sollen.

Die neuesten deutschen Formen von Reifenwalzwerken (Märkische Maschinenbauanstalt in Wetter a. d. R.) haben nur ein Kaliber. Es muß deshalb die vorbereitende Formgebungsarbeit am Hammer etwas weiter fortgesetzt und insbesondere die Ausbildung des Spurkranzes weiter getrieben werden.

#### f. Das Fertigstellen der Walzwerkerzeugnisse.

Unter Fertigstellung (Berichtigung) versteht man diejenige an den Erzeugnissen der Walzwerke vorzunehmende Nacharbeit, welche den Zweck hat, etwa vorhandene Unvollkommenheiten zu beseitigen und dem Eisen diejenige äußere Beschaffenheit zu erteilen, welche entweder vom Besteller vorgeschrieben oder allgemein im Handel üblich ist. Diese Nacharbeit beginnt schon, nachdem der gewalzte Stab kaum die Walze verlassen hat, indem mittels Warmsäge oder Schere die beiden Enden abgeschnitten und die ganze Länge des Stabes in bestellte oder handelsübliche Längen zerteilt wird. Dem Zerschneiden folgt das Richten der Stäbe, d. h. die Beseitigung etwaiger Krümmungen. Die stärksten derselben beseitigt man, während der Stab noch warm ist, durch Schläge mit einem Holzhammer und unter Anwendung der Richtbank (Fig. 224 und 225), indem man den

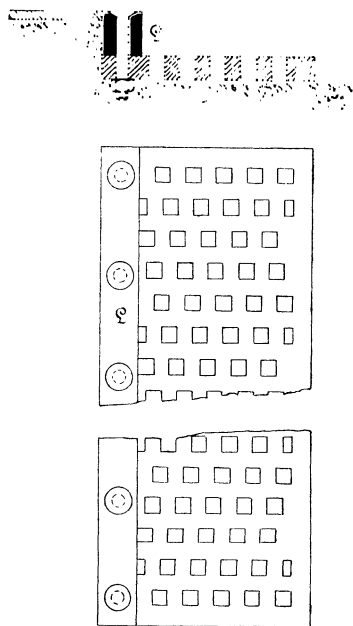


Fig. 224 u. 225.

Stab mit eisernen Stangen, deren Enden in die Löcher der Richtbank gesteckt werden, gegen das Lineal *L* derselben andrückt.

Das genauere Geraderichten der Stäbe erfolgt dagegen erst nach dem Erkalten. Stäbe von geringem Querschnitte, also solche, deren Widerstandsmoment dies gestattet, werden von Hand gerichtet. Da man hierbei einer Unterlage mit zwei Stützpunkten bedarf, so bedient man sich am einfachsten einer alten Kuppelmuffe, welche man in entsprechender Höhe aufstellt. Der den Stab führende erste Richter rückt nun auf dieser Unterlage den Stab zurecht, und der Gehilfe bearbeitet ihn mit einem kräftigen Vorhammer. Stäbe von größerem Querschnitte werden auf maschinell angetriebenen Richtpressen gerichtet.

Zu den Fertigstellungsarbeiten gehört auch die Beseitigung des Grates, welcher besonders beim Durchsägen warmer Stäbe an den Schnitt-

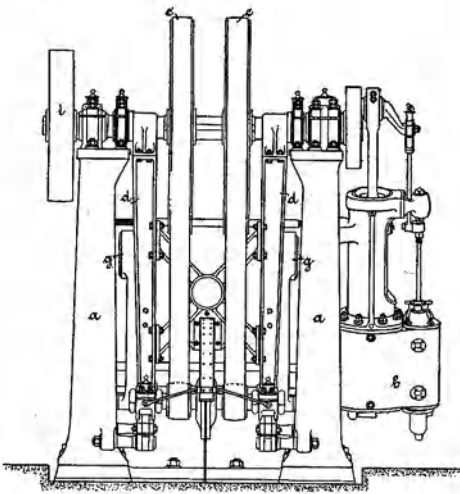


Fig. 226.

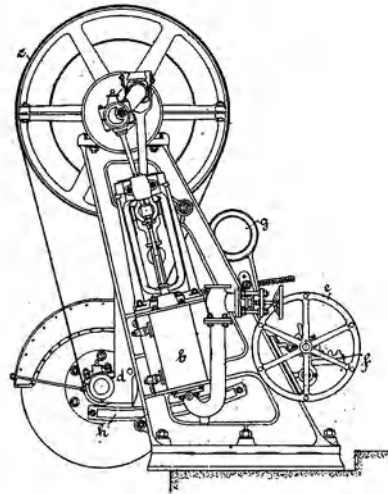


Fig. 227.

flächen sich bildet, der aber auch zuweilen beim Walzen entsteht, indem überschüssiges Eisen an der Teilungsstelle des Kalibers zwischen die Walzen tritt und den Stab auf seiner ganzen Länge als Grat oder Saum begleitet. Die Entfernung desselben erfolgt meist unter Anwendung von Meißel und Feile. Bei Winkeleisen, welches manche Werke absichtlich mit starkem Grate walzen, bedient man sich zur Beseitigung des letzteren besonderer Abgratmaschinen.

Es möge die Aufgabe dieses Abschnittes sein, aus der Reihe der Maschinen zur Fertigstellung die bereits erwähnten oder sonst wichtig scheinenden Vorrichtungen in kurzer Beschreibung vorzuführen.

### 1. Die Warmsäge.

Die ältere Form der Warmsägen war derart eingerichtet, daß der zu schneidende Stab maschinell gegen das in rascher Umdrehung be-

findliche Sägeblatt geführt wurde. Diese Bauart ist indessen längst verdrängt worden durch die sogenannte Pendelsäge, die uns die Fig. 226—228 veranschaulichen. Das Gerüst derselben wird gebildet von zwei gußeisernen Böcken *a*, mit deren einem die Betriebsdampfmaschine *b* fest verbunden ist. Mit der auf den beiden Böcken gelagerten Kurbelachse sind verkeilt zunächst zwei große Riemenscheiben *c* welche die Umdrehungen der Maschine auf das Sägeblatt zu übertragen haben, und dann die beiden Pendel *d*, durch deren Ausschlag der Vorschub des Sägeblattes veranlaßt wird. Dieses letztere ist zwischen zwei Nabenscheiben eingeklemmt und mit seiner Achse in den unteren Enden der beiden Pendel gelagert. Der Vorschub des Sägeblattes bzw. das Schwingen der Pendel erfolgt durch entsprechendes Drehen des Handrades *e*, indem die auf der Achse desselben sitzenden Triebrädchen in die Zahnstangen *f* eingreifen, deren Enden mit den beiden Pendeln durch Schrauben verbunden sind. Als Teile von geringerer Bedeutung sind noch zu erwähnen die beiden Gegengewichte *g*, welche zur Vergrößerung des Druckes während des Schnittes dienen, und die beiden Segmente *h*, welche die Pendel führen.

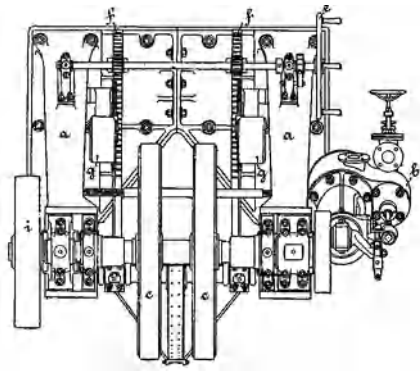


Fig. 228.

Das Sägeblatt macht in der Regel 900 Umdrehungen in der Minute, was bei einem Verhältnisse der Riemenscheiben wie 1:6 150 Umdrehungen i. d. Minute an der Maschine bedingt. Die auf der Verlängerung der Kurbelachse aufgekeilte Riemenscheibe *i* dient zum Antriebe des Transportrollganges zur Säge.

## 2. Die Schere.

Sind sämtliche Erzeugnisse einer Walzenstraße derart, dafs man zu ihrer Zerteilung eine Schere verwenden kann, so tritt diese an Stelle der Warmsäge. Wir finden sie gewöhnlich an solchen Strafsen angeordnet, welche nur die einfachen Profile des Handeiseisens erzeugen und allenfalls noch solche Formeisen, zu deren Zerteilung sich entsprechend geformte Schermesser leicht herstellen lassen.

Zum Betriebe der Scheren dient entweder eine mit denselben verbundene Dampfmaschine oder auch eine Transmission.

In den Fig. 229 und 230 ist eine Stabeisenschere der ersteren Art dargestellt. Die Umdrehungen der Maschine werden durch eine Zahnradübersetzung auf die Hauptwelle *a* übertragen, welche in dem exzentrischen Zapfen *b* endigt. Der diesen Zapfen umschließende Bügel *c* setzt sich nach unten als Stempel fort, dessen Bewegung eine auf- und abwärtsgehende ist, und welcher bei seinem Niedergange den

mit dem Obermesser verbundenen, in dem Gehäuse *d* gerade geführten Support abwärts drückt und den Schnitt veranlaßt. Man muß nun im stande sein, das Eintreten des Schnittes zeitweilig hintanzuhalten, ohne die Maschine stillzusetzen, z. B. wenn es gilt, die zu schneidenden Stäbe auf dem Untermesser zurechtzulegen. Zu diesem Zwecke ist eine Ausrückvorrichtung vorhanden, bestehend aus dem auf der

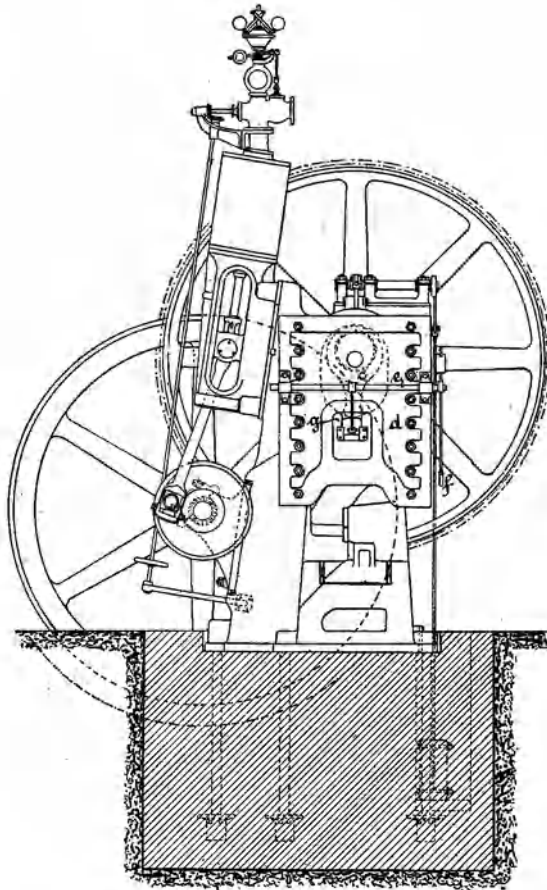


Fig. 229.

Achse *e* sitzenden Hebel *f*. Zieht man das Handende desselben nach vorn, so wird der zwischen Stempel und Support angeordnete Schaltbacken *g* herausgezogen und so die Übertragung der Abwärtsbewegung verhindert.

Die Hebung des Supportes und damit auch des Obermessers besorgt das Gegengewicht *h*, welches durch Vermittelung des Hebels *i* an demselben angreift.

### 3. Die Kaltsäge.

Hat man erkaltete Stäbe von größerem Querschnitte auf bestimmte Länge abzuschneiden, so bedient man sich der Kaltsäge, deren stählernes Sägeblatt bei langsamer Umdrehung und geringem Vorschub für einen solchen Schnitt ziemlich viel Zeit gebraucht. Eine solche von Ernst Schiefs in Düsseldorf gebaute Kaltsäge zeigen die Fig. 231

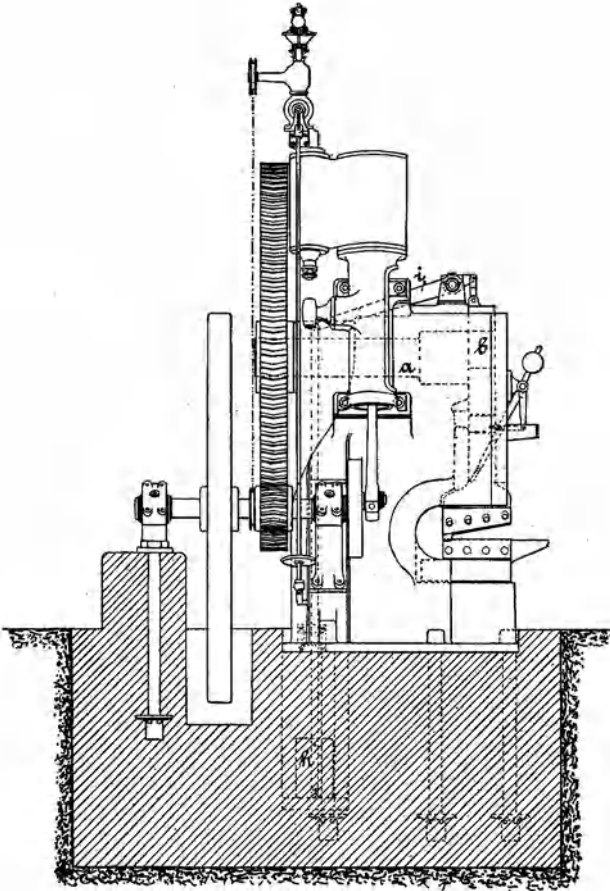


Fig. 230.

und 232. *S* ist der feststehende Aufspanntisch, auf welchem der zu schneidende Stab etwa mittels Schrauben und Traversen befestigt wird, *a* die Antriebscheibe, deren Umdrehung durch den Schneckenmechanismus *b* und das Stirnräderpaar *c* auf das Sägeblatt *d* übertragen wird. Der Vorschubmechanismus für das letztere besteht aus dem ebenfalls auf der Hauptwelle angeordneten Schneckenantrieb *e*, dessen Bewegung durch den Schneckenantrieb *f* auf die Transportspindel des

Spindelstockes übertragen wird. Der Leer-Rückgang des Sägeblattes wird nach Abkuppelung des Schneckenrades auf der Transportspindel dadurch veranlaßt, daß ein auf der Hauptwelle sitzendes Zahnrädchen

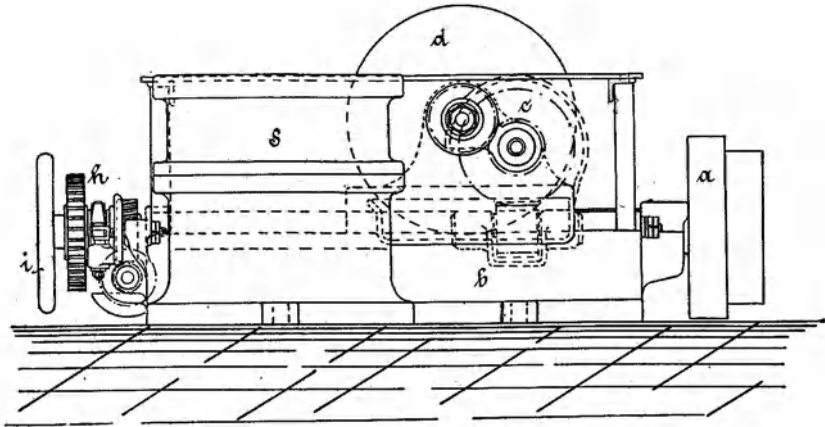


Fig. 231.

seine Bewegung durch das Zwischenrad *g* auf das Zahnrad *h* und damit auf die Transportspindel überträgt. Die rohe Einstellung des Sägeblattes erfolgt durch das Handrad *i*.

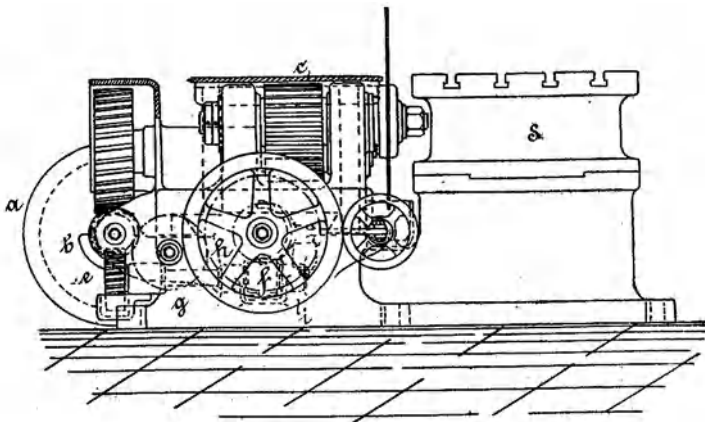


Fig. 232.

#### 4. Die Richtpresse.

Entsprechend ihrer Aufgabe, die aus dem Walzwerke mitgebrachten Krümmungen der Walzstäbe zu beseitigen, besteht die Richtpresse im wesentlichen aus einem auf und ab bewegten Druckstempel und aus einer Unterlage für den zu richtenden Stab, welche derart beschaffen ist, daß jener auf zwei Punkten Unterstützung hat und zwischen diesen



den Druck des Stempels empfängt. Die älteren Richtpressen hatten zur Ausübung dieses Druckes eine Schraube mit starker Steigung, welche von der Hand des Arbeiters bewegt wurde. Die neueren Pressen werden durchweg maschinell betrieben und arbeiten entweder mit eigener Dampfmaschine oder durch Vermittelung einer Transmission. Die Fig. 233 und 234 stellen eine von der Duisburger Maschinenbau-Aktiengesellschaft erbaute und durch Vorgelege betriebene doppelte Richtpresse dar. Auf der Antriebswelle *a* sind zwei verschieden große Riemenscheibenpaare (Fest- und Losscheibe) aufgekeilt, um nach Bedarf mit verschiedenen Geschwindigkeiten arbeiten zu können. Durch die beiden Zahnräder *b* und *c* wird die Drehung der Antriebswelle auf die Hauptwelle *d* übertragen und durch das bei *e* angeordnete Excenter in eine auf und nieder gehende Bewegung verwandelt. Zur Unterstützung des zu richtenden Stabes dient der Rollentisch *f*, in dessen Wangen mehrere Einschnitte zur Aufnahme der Rollenzapfen vorgesehen sind, damit man die Entfernung der durch die Rollen gebildeten Stützpunkte nach Belieben wählen kann. Die Wirkung der Presse beruht darauf, daß an den mit einer Krümmung behafteten Stellen durch den Druck des Stempels die Elasticitätsgrenze des Stabes überschritten und eine bleibende Formveränderung an demselben hervorgerufen wird. Man läßt den Druckstempel der Presse nun nicht unmittelbar auf das Arbeitstück wirken, sondern macht die Entfernung zwischen dem Rollentisch und dem Stempel

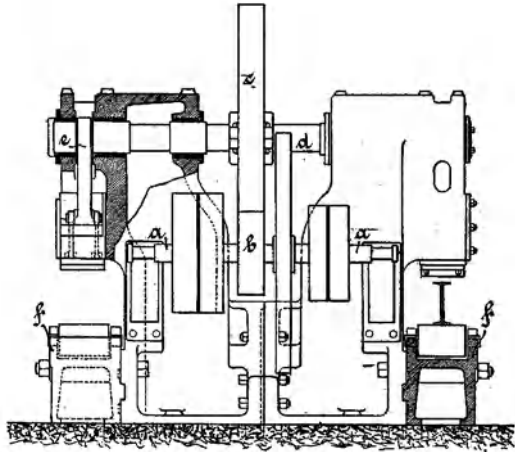


Fig. 233.

auf der Antriebswelle *a* sind zwei verschieden große Riemenscheibenpaare (Fest- und Losscheibe) aufgekeilt, um nach Bedarf mit verschiedenen Geschwindigkeiten arbeiten zu können. Durch die beiden Zahnräder *b* und *c* wird die Drehung der Antriebswelle auf die Hauptwelle *d* übertragen und durch das bei *e* angeordnete Excenter in eine auf und nieder gehende Bewegung verwandelt. Zur Unterstützung des zu richtenden Stabes dient der Rollentisch *f*, in dessen Wangen mehrere Einschnitte zur Aufnahme der Rollenzapfen vorgesehen sind, damit man die Entfernung der durch die Rollen gebildeten Stützpunkte nach Belieben wählen kann. Die Wirkung der Presse beruht darauf, daß an den mit einer Krümmung behafteten Stellen durch den Druck des Stempels die Elasticitätsgrenze des Stabes überschritten und eine bleibende Formveränderung an demselben hervorgerufen wird. Man läßt den Druckstempel der Presse nun nicht unmittelbar auf das Arbeitstück wirken, sondern macht die Entfernung zwischen dem Rollentisch und dem Stempel

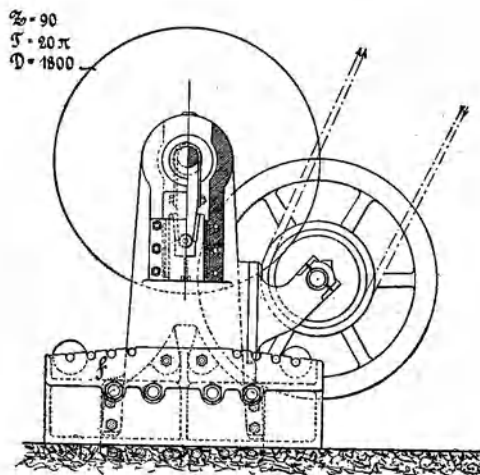


Fig. 234.

so groß, daß man entweder einen eisernen Keil oder ein anderes zur Übertragung des Druckes geeignetes Stück zwischen Stempel und Arbeitstück halten muß, um jenen auf dieses wirken zu lassen; denn es muß in dem Belieben des Richters liegen, wann und wo er den Druck der Presse gebrauchen will.

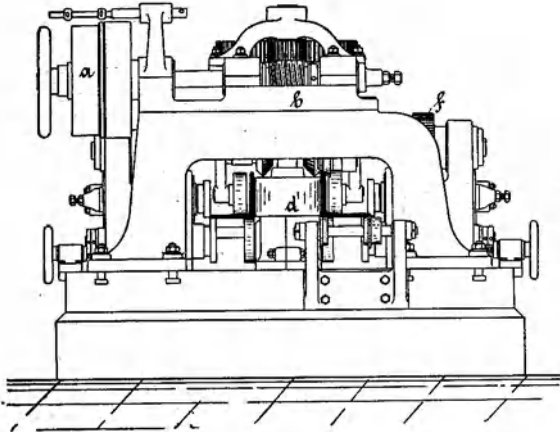


Fig. 235.

gestellte, ebenfalls von E. Schiefs in Düsseldorf gebaute Maschine läßt den Vorgang des Abgratens als ein Abscheren erkennen. Die Umdrehung der Antriebscheibe *a* wird durch den Schneckenmechanismus *b* und das Stirnräderpaar *c* auf die Hauptrolle *d* übertragen und dadurch

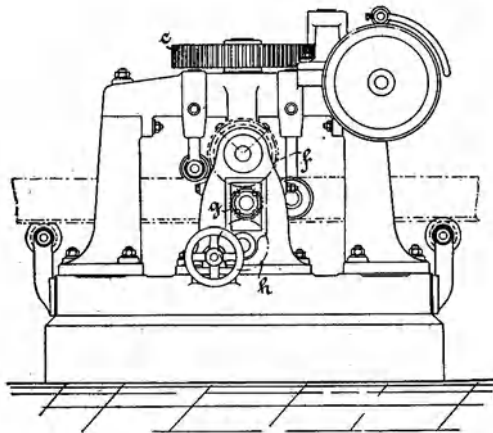


Fig. 236.

der Vorschub von gleichzeitig zwei Winkeleisenstäben in einander entgegengesetzten Richtungen veranlaßt. Auf der Achse dieser Hauptrolle sitzt ein Kegelrad, welches sich mit zwei auf wagerechten Achsen befindlichen Kegelrädern im Eingriffe befindet, deren Achsen-Umdrehung durch die Stirnräder *f*, *g* und *h* auf die Schneidscheiben übertragen wird.

### 5. Die Abgratmaschine für Winkeleisen.

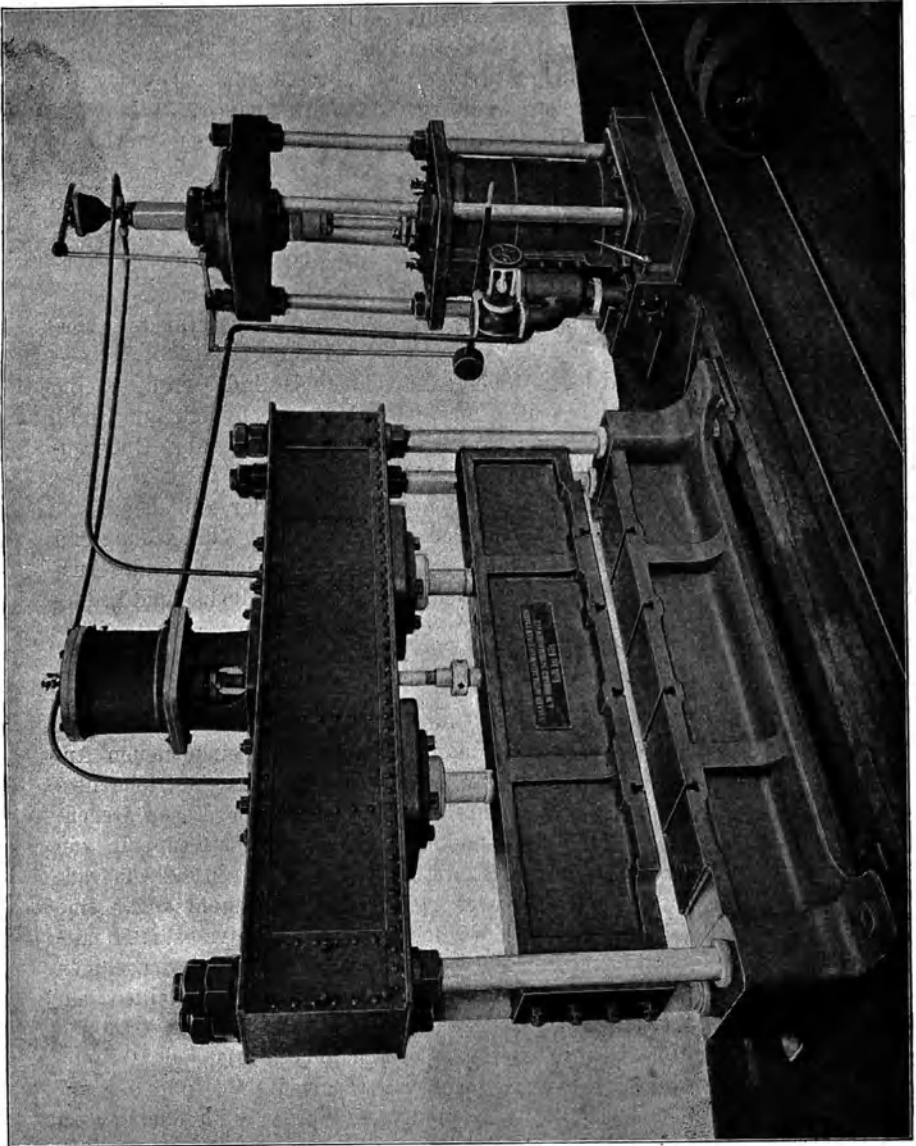
Die Aufgabe dieser Maschine besteht darin, den an den Schenkelkanten der Winkeleisen entweder zufällig entstehenden oder absichtlich erzeugten Grat (Bart, Saum) zu entfernen. Die in den Fig. 235 und 236 dar-

### 6. Die Schwellenpresse.

Das Fertigstellen der gewalzten Eisenbahnschwellen

umfaßt eine ganze Reihe von Arbeiten, wie das Umkappen der Enden, die Herstellung geneigter Flächen da, wo die Schienen auf der Schwelle befestigt werden sollen, das Lochen der Schwelle u. a. Die Arbeit des Umkappens wird, häufig in Verbindung mit dem Richten, mittels sog. Schwellenpressen bewirkt, indem durch einen einzigen Druck

derselben die Enden umgebogen, das überflüssige Eisen an den Ecken abgeschnitten, die geeigneten Standflächen für die Schienen erzeugt und



so eine ganze Reihe derjenigen Formgebungsarbeiten verrichtet wird, welche die Herstellung im Walzwerk übriggelassen hat.

Eine der gebräuchlichsten Formen dieser Pressen dürfte die der Kalker Werkzeugmaschinenfabrik (Fig. 237) sein, welche

wie die von dieser Firma erbaute Schmiedepresse mit Dampftrieb und Wasserdruck-Übersetzung arbeitet. Die Treibvorrichtung ist genau wie die einer Schmiedepresse eingerichtet und in Abschnitt *D* beschrieben. Auch die eigentliche Schwellenpresse ist hinsichtlich ihrer Wirkungsweise der Schmiedepresse sehr ähnlich.

Wegen der beträchtlichen Länge der Presse (3,5 m) wird die Drucktraverse beeinflusst von zwei Druckwassercylindern, welche in dem als schmiedeeiserner Kastenträger ausgebildeten oberen Querhaupt untergebracht sind.

Das Heben der Prefstraverse nach dem Fertigstellen einer Schwelle und das Senken derselben auf die zu pressende Schwelle — vor Einsetzen des Wasserdruckes — besorgt ein auf der Mitte des Kastenträgers stehender Dampfzylinder, während zwei kleinere Dampfzylinder zu beiden Seiten des ersteren das Eigengewicht der Traverse auszugleichen haben.

Mit den vorstehend beschriebenen Maschinen ist indessen die Reihe der zur Fertigstellung der Walzeisen verwendeten noch nicht zu Ende. Insbesondere bedarf man zum Fertigstellen der Eisenbahn-Oberbaumaterialien noch mehrerer anderer, wie:

Fräsmaschinen zur Herstellung genauer Längen der Schienen,  
Bohrmaschinen zur Erzeugung der Löcher für die Verlaschung und  
Lochmaschinen zur Herstellung gestanzter Löcher und Ausklinkungen an Schienen, Laschen, Schwellen, Klemm- und Unterlagsplatten.

#### g. Schlufsbetrachtung.

Es möge an dieser Stelle eine kurze Betrachtung Platz finden über die Frage, welcher Walzwerkform man sich beim Bau einer neuen Anlage zuwenden und welche Art von Maschine man zum Betriebe derselben wählen soll. Die berufensten Fachleute sind über diesen Gegenstand keineswegs einer Meinung, sondern trennen sich in Gruppen, von denen die eine der Reversierstrafse, die andere dem durch Schwungradmaschine betriebenen Trio den Vorzug giebt; ja, es besteht sogar eine dritte Gruppe, welche gewisse Vorteile der beiden Betriebsarten miteinander vereinigt und zum Betriebe von Triostrafsen Reversiermaschinen verwendet. Selbstverständlich stützt sich jede dieser Ansichten auf mehr oder weniger triftige Gründe, und jede der genannten Gruppen hat gewisse Vorteile auf ihrer Seite; dadurch aber, daß jede Gruppe die von ihr erstrebten Vorteile höher bewertet als die Vorteile der anderen, ergibt sich eben die Verschiedenheit ihrer Stellungnahme zu einer scheinbar so einfachen Frage.

Zu Gunsten der Reversierstrafsen sprechen folgende Umstände:

1. Da die Maschine von Hand gesteuert wird, so kann man die Geschwindigkeit derselben ganz nach Wunsch einrichten, also z. B. den Stab langsam erfassen, dann aber mit großer Geschwindigkeit durchwalzen.

2. Ist der Stab durchgewalzt, so setzt man die Maschine still; sie hat also keinen Dampfverbrauch für den Leerlauf.

3. Unregelmäßigkeiten im Betriebe, wie z. B. das Umwickeln eines Stabes, Mitreißen eines Hundes u. dergl., verursachen meist nur geringe Störung, weil, wenn sie frühzeitig bemerkt werden, die Maschine aus ihrer geringen Anfahrsgeschwindigkeit bald stillgesetzt werden kann; ebenso kann, wenn z. B. beim Walzen langer Stäbe irgend ein Hindernis auftritt, der Durchgang eines Werkstückes kurze Zeit unterbrochen und nach Wegräumung des Hindernisses jenes zu Ende gewalzt werden.

4. Bei hinreichender Anwendung maschineller Hilfsmittel, wie Rollgänge und Querzüge, gestaltet sich die Belegschaft der Straße sehr wenig zahlreich und damit der Aufwand an Arbeitslöhnen gering.

Die Gründe, die sich zu Gunsten des Triowalzwerkes anführen lassen, sind folgende:

1. Das Trio gestattet bei einer großen Zahl von Walzprofilen die Anordnung übereinanderliegender Kaliber. Dies, in Verbindung mit dem Umstande, daß bei Reversierstraßen wegen des wechselnden Kaliberschlusses sehr starke, versetzte Ränder angeordnet werden müssen, bedeutet eine wesentliche Ersparnis an Walzenlänge, also an Walzenmaterial.

2. Alle Schwankungen in der Beanspruchung der Walzenzugmaschine werden durch die im Schwungrad aufgespeicherte Arbeit mit Leichtigkeit überwunden. Das Erfassen des Stabes, also die Überwindung seines Beharrungszustandes, erfolgt ohne merkliche Verzögerung des Ganges der Maschinen, und wenn beim Durchziehen langer Stäbe bei verhältnismäßig starker Querschnittsabnahme die Leistung der Maschine an sich überschritten wird, so giebt das Schwungrad, vorausgesetzt dass es mit hinreichender Masse begabt ist, eine so erhebliche Menge an Arbeit hinzu, daß man leicht den größeren Widerstand überwindet.

3. Der Dampfverbrauch einer mit Schwungrad und Regulator arbeitenden Maschine, wie sie zum Betriebe von Triowalzwerken meistens Verwendung finden, gestaltet sich dadurch erheblich niedriger als bei Reversiermaschinen, daß man in der Lage ist, mit mehrfacher Expansion zu arbeiten und die Wirkung des Dampfes durch Anordnung einer Kondensation zu verstärken.

4. Ein recht schwerwiegender Vorzug des Triowalzwerkes ist der, daß bei hinreichend starker Maschine, leistungsfähigen Öfen und geübter Mannschaft ohne Bedenken zwei bis drei Arbeitstücke zugleich ausgewalzt werden können.

Der Standpunkt der dritten Gruppe, d. h. derjenigen, welche zum Betriebe von Triowalzwerken Reversiermaschinen verwenden, erklärt sich eben dadurch, daß sie den Vorteil der größeren Kaliberzahl bezw. der relativen Walzenersparnis vereinigen wollen mit denjenigen Bequemlichkeiten, welche den Reversiermaschinen eigen sind, nämlich langsames Erfassen des Stabes und rasches Durchwalzen, Vermeiden des Leerlaufes u. dergl.

Gruppirt man in gleicher Weise auch die Mängel und Nachteile, welche den einzelnen Betriebsarten anhaften, so gilt bezüglich des Reversierwalzwerkes folgendes:

1. Die eigentümliche Anordnung der Kaliber verursacht einen starken Verbrauch an Walzenlänge und führt zur Anordnung vielgerüstiger Strafsen. Durch Einrichtung einer Vorwalze mit anstellbarer Oberwalze läßt sich aber mit einer geringeren Zahl von Gerüsten auskommen.

2. Die zum Betriebe verwendeten Zwilling- oder Drillingmaschinen arbeiten nur mit einfacher Expansion und ohne Kondensation; der Dampf wird also nur unvollständig ausgenutzt.

3. Wegen des Umkehrens der Walzen kann trotz der zahlreichen Gerüste doch meist nur ein Stab gewalzt werden.

Die Nachteile des Triowalzwerkes sind:

1. Die Notwendigkeit von Überhebevorrichtungen und in Verbindung damit von größerer Belegschaft. (Hebeler bei Wippen und Nachschieber bei Hebetischen.)

2. Die Abhängigkeit der Betriebsicherheit von der Wachsamkeit der Arbeiter gegenüber den Sicherungsvorkehrungen (Hunden u. dgl.), also eine größere Gefährdung der ganzen Walzwerkeinrichtung.

3. Der für den Leerlauf der Maschine notwendige Dampfverbrauch; dabei ist jedoch zu bemerken, daß bei flottem Betriebe Leergangspausen von nennenswerter Dauer überhaupt nicht entstehen.

Dem durch Reversiermaschine betriebenen Triowalzwerke haften demnach an: von seiten der Maschine der größere Dampfverbrauch und von seiten des Walzwerkes die Notwendigkeit der größeren Belegschaft.

Die Stellungnahme gegenüber den verschiedenen Betriebsarten ist bei der großen Zahl der für und gegen dieselben angeführten Gründe nicht gerade leicht. Wenn man sich aber bei Prüfung dieser Gründe leiten läßt von der Regel, daß diejenige Einrichtung den Vorzug verdient, welche am billigsten zu erzeugen vermag, und daß nur aus schwerwiegenden betriebstechnischen Gründen ein wirtschaftliches Opfer gebracht werden darf, so kommt man zu folgendem Ergebnisse:

Der größere Dampfverbrauch der Reversiermaschine und der Umstand, daß das gleichzeitige Auswalzen mehrerer Stäbe auf Reversierstrafszen nicht gut möglich, also die Erzeugung der Strafe nach dieser Richtung nicht steigerbar ist, bedeutet eine Verteuerung der Erzeugung, welche durch die Bequemlichkeitsvorteile dieser Betriebsart nicht aufgewogen, sondern nur bei großer Geschwindigkeit der Maschine gemildert werden kann. Wohl aber kann unter Umständen die Mehrausgabe an Löhnen, die bei großen Triostrafszen unvermeidlich ist, zu Gunsten der Reversierstrafe ins Gewicht fallen.

Dies wird um so wahrscheinlicher eintreten, wenn es sich um die Erzeugung der schwersten Walzprofile und Eisensorten handelt. Alsdann kann die Bedienung und Unterhaltung der erforderlichen maschinellen Hilfseinrichtungen die Erzeugung so verteuern, daß das Reversier-

walzwerk mit seiner einfacheren Einrichtung und seinem bequemen Betriebe den Vorzug verdient.

Bei allen mittelschweren Profilen dagegen ist man mit dem durch Schwungradmaschine betriebenen Trio im Vorteile; denn der geringere Dampfverbrauch und die gröfsere Erzeugung werden hier nicht in gleichem Mafse durch den verteuernenden Einflufs umständlicher Hilfsmaschinen ausgeglichen, und es bleibt auferdem noch der grofse Vorteil der besseren Ausnutzung der Walzen, also des geringeren Walzenparkes und der im Schwungrade aufgespeicherten Arbeitreserve.

Nur wichtige betriebstechnische Bedenken können Ursache sein, diese Vorteile dranzugeben. Dahin gehört vor allem, wenn die Gewinnung und Erhaltung geeigneter Arbeitskräfte mit grofsen Schwierigkeiten verbunden ist.

Alsdann erscheint es gerechtfertigt, trotz aller entgegenstehenden Bedenken diejenige Betriebseinrichtung zu wählen, welche die geringsten Anforderungen an die Belegschaft stellt, und das ist eben das Reversierwalzwerk. Die Stellung derjenigen wirtschaftlich zu rechtfertigen, welche zum Betriebe eines Triowalzwerkes eine Reversiermaschine verwenden, dürfte recht schwer sein; denn sie arbeiten des höheren Dampfverbrauches wegen unwirtschaftlich, verzichten auf die Arbeitreserve des Schwungrades und damit auf die Möglichkeit, zwei Stäbe zu gleicher Zeit zu walzen, und das alles um einiger Bequemlichkeiten willen, welche wirtschaftlich ohne Bedeutung sind.

## **G. Die Erzeugung des Bleches und des Universaleisens.**

### **a. Der Rohstoff.**

Schon in Abschnitt A wurden die Bleche nach dem verwendeten Rohstoff eingeteilt in geschweisfte und homogene Bleche. Der Rohstoff für die Schweifsbleche ist ein Luppeneisen, welches je nach der beabsichtigten Blechqualität in verschiedener Weise erzeugt wird. Handelt es sich um die Herstellung von Grobblechen zum Kesselbau, von denen die drei Arten „Feuerblech“, „Bördelblech“ und „Mantelblech“ unterschieden werden, so mufs schon der Roheiseneinsatz des Puddelofens den genannten drei Gütestufen entsprechend gewählt, dann aber auch der Gang des Ofens in geeigneter Weise geleitet und der Frischprozess rechtzeitig unterbrochen werden.

Zur Erzielung der Feuerblech- und Bördelblechluppen verpuddelt man eine Mischung von weifsstrahligem und grauem Eisen mit einem Zusatze von Spiegeleisen auf Feinkornluppen. Diese werden nach langsamem Erkalten — sie dürfen nicht mit Wasser abgeschreckt werden — nach dem Bruchaussehen sortiert, d. h. man nimmt alle Luppen, in denen das Korn vorwiegt, zu Feuerblechen und alle Luppen mit mehr als der Hälfte sehnigem Gefüge zu Bördelblechen.

Zur Erzeugung der Mantelblechluppen setzt man nur ein warmgehendes weifsstrahliges Eisen ein. Für die Feiblecherzeugung ver-

puddelt man ebenfalls weifsstrahliges Eisen mit Spiegeleisenzusatz und setzt nur bei besonders hohen Ansprüchen an die Güte etwas graues Eisen zu.

Als Rohstoff für die Flusseisenbleche verwendet man vorzugsweise die Erzeugnisse des basischen Siemens-Martin- und des Thomasprozesses, welche sich bekanntlich durch besonders grofse Weichheit und Dehnbarkeit auszeichnen. Für die Fabrikation der Grobbleche wird das Eisen in Formen von rechteckigem Querschnitte gegossen, so dafs man Blöcke von flacher Gestalt erhält, welche mit dem von der Schweifsblecherstellung übernommenen Namen Brammen bezeichnet werden. Für Bleche mittlerer Stärke werden diese Brammen auch wohl auf Blockwalzen erzeugt, indem man den Rohblock auf den gewünschten Querschnitt auswalzt und unter der Blockschere in Stücke schneidet.

Das Rohmaterial für die Flusseisenfeinbleche ist ein Halbfabrikat, bekannt unter dem ebenfalls der Schweifsblecherzeugung entnommenen Namen Plattinen. Man versteht darunter ein auf besonderen, nach Art der Flacheisenwalzen kalibrierten Walzen hergestelltes, etwa 150 bis 250 mm breites Flacheisen, welches unter einer Schere in Stücke zerlegt wird, deren Länge ungefähr gleich ist der Breite des zu erzeugenden Bleches.

## b. Das Herstellungsverfahren.

Die eigentliche Blecherzeugung umfaßt bei Verarbeitung von Schweifs-eisen zu Grobblechen zunächst eine Reihe vorbereitender Arbeiten, wie das Packetieren der Luppen, das Erhitzen der Pakete im Schweißsofen und das Schweißen derselben unter Dampfhämmern; bei Erzeugung von Feinblechen findet das Schweißen der Pakete zwischen Walzen und gleichzeitig mit dem Ausstrecken zu Plattinen statt. Hieran schließt sich das Auswalzen auf den noch näher zu beschreibenden Blechwalzwerken, und zwar verläuft von hier an die Erzeugung der Schweifs- und Flusseisenbleche gleichartig; denn die gegossenen Brammen werden meist ohne weitere Vorbereitung im Walzwerke verarbeitet.

### 1. Das Schweißen der Grobbleche.

Das Packetieren der Luppenstäbe erfolgt immer so, dafs die Stäbe einer Schicht rechtwinkelig zu denen der benachbarten Schicht liegen; nur die beiden unteren und oberen Schichten, zu denen man ausserdem entweder vorgewalztes Schweifs-eisen oder doch die glattesten Luppenstäbe verwendet, legt man parallel zu einander, und zwar so, dafs immer ein Stab die Fuge zwischen zwei darunter liegenden Stäben überdeckt.

Auf diese Weise bildet man möglichst hohe Pakete, welche nach erfolgter wiederholter Erwärmung auf Schweifs-hitze vom Dampfhammer gehörig durchgearbeitet werden, ehe sie die für das Auswalzen erforderliche Brammendicke erlangen. Man giebt gewöhnlich zwei Hitzen. In der ersten, möglichst saftigen Hitze soll vor allem die Schweifsung im Innern des Packetes erfolgen, während in der zweiten Hitze die Außen-



ränder geschweifst und die Bramme allseitig glatt ausgeschmiedet werden soll. Erscheint es behufs Erzielung der Güte des Erzeugnisses wünschenswert, so giebt man wohl auch eine dritte Hitze.

Zum Ausschmieden der Brammen verwendet man Dampfhämmer von 10—15 t Bärge wicht.

## 2. Die Einrichtung der Grobblech-Strafsen.

Es ist die Aufgabe der Blechstraßen, die ihnen zugeführten Brammen in einer möglichst kleinen Anzahl von Durchgängen auf die Dicke des herzustellenden Bleches auszuwalzen. Da hiernach für jeden Durchgang ein anderer Abstand der beiden Walzen erforderlich ist, so muß jedes Blechwalzwerk die Möglichkeit bieten, die Walzen während des Betriebes rasch und leicht um jedes gewünschte Maß gegeneinander zu verstellen.

Nach der Bauart haben wir folgende drei Formen von Walzwerken für Grob- und Mittelbleche zu unterscheiden:

1. das nur in einer Richtung umlaufende und durch Schwungradmaschine betriebene Duowalzwerk,
2. das umkehrbare Duowalzwerk und
3. das Triowalzwerk, welches ebenfalls durch Schwungradmaschine betrieben und dessen Mittelwalze von geringerem Durchmesser durch die Reibung am Walzstück in Umdrehung versetzt wird. (Lauthsche Bauart.)

Bei allen drei Arten ist die Oberwalze anstellbar, d. h. sie ist so gelagert wie die Blockkehrwalzen. Das Gewicht der Oberwalze ist an älteren Ausführungen durch Gegengewichte an Hebeln, an neueren durch Wasserdruck ausgeglichen, so daß sie bei jeder Lösung der Druckspindeln in die Höhe geht. Die Anstellung der Oberwalze erfolgt durch gleichzeitige und gleichmäßige Beeinflussung der Druckspindeln entweder mittels eines Handrades oder einer kleinen umsteuerbaren Anstellmaschine.

Die meist einfache Einrichtung des nur in einer Richtung umlaufenden Duo-Blechwalzwerkes bietet wenig, was der besonderen Beschreibung bedürfte, da die an ihm verwendbaren mechanischen und maschinellen Hilfsmittel wie Rollgang, Hebetisch u. dgl. auch bei den beiden anderen Walzwerkformen vorkommen und bei deren Beschreibung zur Besprechung gelangen. Der Umstand, daß hier das Blech durch den Hebetisch um die ganze Dicke der Oberwalze gehoben werden muß und dann vor der Walze wieder aus dieser Höhe herabfällt, gehört zu den Unbequemlichkeiten dieser Einrichtung. Dagegen bietet sie andererseits den Vorteil, daß man durch Anordnung zweier Arbeitsgerüste die ganze Walzarbeit auf Vor- und Fertigwalze verteilen und so mit einem geringen Mehr an Anlagekosten eine erheblich leistungsfähigere Anlage schaffen kann.

Das Reversier-Blechwalzwerk, von dem Taf. VII eine der größten der von der Duisburger Maschinenbau-Actiengesell-

schaft vorm. Bechem & Keetman ausgeführten Anlagen darstellt, zeigt in seiner Bauweise viele Ähnlichkeit mit dem früher beschriebenen Blockwalzwerke. Die Anordnung der Druckwassercylinder für die Ausgleichung der Oberwalze, der Arbeitrollgang vor und hinter der Strafe, sowie manche andere Einzelheit der Bauweise bietet darum nichts Neues.

Zum Betriebe des Arbeitrollganges ist eine kleine umsteuerbare Zwillingmaschine *A* angeordnet, deren Umdrehung zunächst auf die Hauptwelle *a*, durch die Kegelradgetriebe *k* auf die anderen drei Antriebswellen *b*, *c* und *d* wirkt und von den auf diesen Wellen sitzenden Stirnrädern durch Vermittelung von Zwischenrädern auf die Rollen übertragen wird.

Die Anstellung der Oberwalze wird ebenfalls von einer kleinen Zwillingmaschine *B* bethätigt, und zwar wird die Drehung der Kurbelwelle durch drei auf einander folgende Kegelradgetriebe zunächst auf die über den Ständern gelagerte Schneckenwelle *s* sowie das Schraubensrad *r* übertragen, endlich durch die mit letzterem in einem Stücke gegossene Hülse *t* die vierkantige Fortsetzung der Druckspindel erfafst und diese gedreht. Der Vorgang des Hebens der Oberwalze zu Beginn einer Walzung darf um ein erhebliches rascher stattfinden als das vor jedem Durchgange der Bramme erforderliche Senken, bei dem es auf genaue Bestimmung des Druckes und darum auf sorgfältiges Einstellen der Walze ankommt. Es ist deshalb auf der verlängerten Kurbelwelle der Anstellmaschine eine Reibungskuppelung *R* angeordnet, deren Verschiebung durch den bei *i* befindlichen Hebel vorgenommen werden kann. Schiebt man die Kuppelung nach links, so wird die Geschwindigkeit der Maschine unverändert auf die Kegelradgetriebe und damit auf die Druckspindel übertragen; schiebt man sie nach rechts, so findet durch die beiden Stirnrädergetriebe *m* und *n* eine Umsetzung ins Langsame statt. Von derselben Anstellmaschine ist auch das Zeigerwerk *Z* abhängig, dessen Aufgabe in der Angabe der jeweiligen Entfernung der beiden Walzen von einander besteht. Der Umfang der runden Zeigerscheibe entspricht einer Umdrehung der Druckspindel, also einer der Steigung der letzteren gleichkommenden Hebung oder Senkung von 40 mm. Der Zeiger gestattet somit ein sehr genaues Einstellen der Oberwalze, während der der senkrechten Skala entlanggehende Zeiger für die gröbere Ablesung der Walzenentfernung dient.

Eine andere beachtenswerte Einrichtung der abgebildeten Blechstrafe ist der Apparat zum Wenden der Bleche. Bei diesem Wenden handelt es sich darum, die Blechtafel in ihrer eigenen Ebene um 90° zu drehen, so daß diejenigen Seiten, welche zuvor parallel zu den Walzen lagen, nachher rechtwinkelig zu diesen liegen. Wo eine besondere Hilfsvorrichtung zu diesem Zwecke nicht vorhanden ist, erfolgt der Vorgang so, daß man das Blech an einer Ecke festhält, während der Rollgang in Bewegung gesetzt wird und dadurch die Tafel um den festgehaltenen Punkt dreht. In unserer Darstellung besteht die Wendevorrichtung aus drei kleinen, zwischen den Rollen des hinteren Rollganges

angeordneten hydraulischen Cylindern, deren Kolben sich um ein geringes Maß über die obere Seite der Rollen heben lassen. Will man nun eine Tafel drehen, so läßt man denjenigen der drei Kolben, welcher der Tafel gegenüber hierzu die geeignetste Lage hat, aufsteigen und die Tafel an der betreffenden Stelle etwas vom Rollgange abheben, während man diesen in Bewegung setzt.

Das Lauthsche Trio. Die Anwendung des Triosystemes auf Blechwalzwerke liegt wegen der ihm eigenen Betriebsvorteile nahe. Die Frage des Anstellens der Walzen ist in einfacher Weise dadurch gelöst, daß die Oberwalze in bekannter Weise gehoben und gesenkt wird, während die Mittelwalze als Schleppwalze ausgebildet ist, also durch die Reibung am Walzstücke mitgenommen wird und sich während des Durchganges an die Ober- oder Unterwalze anlegt. Man ist auf diese Weise der besonderen Anstellung der Mittelwalze enthoben und hat außerdem, da diese Walze den empfangenen Walzdruck bezw. die dadurch veranlaßte Biegungsbeanspruchung nicht selbst auszuhalten braucht, sondern durch Anlehnung auf die Nachbarwalze überträgt, den Vorteil, die Mittelwalze erheblich dünner wählen zu können als die beiden anderen Walzen. Die Walzarbeit gestaltet sich dabei bequemer, weil der Hub des Hebetisches nur gering zu sein braucht. Taf. VIII zeigt uns ein ebenfalls von der Duisburger Maschinenbau-Actiengesellschaft gebautes Trio-Blechwalzwerk für Walzen von 850 bezw. 600 mm Durchmesser.

Die Übertragung der Maschinenkraft auf das Walzwerk erfolgt durch Vermittelung eines gewöhnlichen Kammwalzentrios, dessen Ober- und Unterwalze mit den entsprechenden Arbeitwalzen verkuppelt sind. Die mittlere Blechwalze ruht in leicht verschiebbaren Lagern; ihr Gewicht wird durch den mitten unter den Walzen angeordneten Druckwassercylinder ausgeglichen und dadurch das Fallen und Springen derselben vermieden. Die Ausgleichung des Gewichtes der Oberwalze geschieht in bekannter Weise durch die an beiden Ständern angebrachten Druckwassercylinder. Auch die Anstellung der Oberwalze durch eine besondere umsteuerbare Maschine erfolgt wie bei der Duo-Strafse.

Von den maschinellen Hilfsmitteln verdient besondere Erwähnung der Hebetisch mit angetriebenen Rollen. Dieser besitzt auf jeder Seite der Strafse fünf Rollen, welche nach Art der Rollgänge durch eine Reversiermaschine angetrieben werden und schließt mit zwei Gelenken an leichtgebaute Verlängerungen an, welche, um den Vorschub des Bleches zu erleichtern, mit vielen kleinen Röllchen versehen sind. Die Fortsetzungen des Hebetisches machen die Hubbewegung desselben mit und bilden in der gehobenen Lage eine wagerechte Ebene. Als Antriebsvorrichtung zum Heben des Tisches dient ein Druckwassercylinder, dessen Kolbenhub in leicht erkennbarer Weise übertragen wird.

Damit die Rollen des Tisches auch im gehobenen Zustande desselben angetrieben werden können, überträgt man die Drehung der Antriebswelle mittels einer prismatischen Welle, welche beim Heben des Tisches in dem sie umschließenden Kegelrade gleitet, auf die Rollen.

Die Wendevorrichtung und das Zeigerwerk sind schon aus der vorhergegangenen Beschreibung bekannt.

### 3. Das Walzen der Grobbleche.

Das Walzverfahren zur Erzeugung der Grobbleche ist zwar, äußerlich betrachtet, sehr einfach, indessen verdient doch mancher besondere Umstand dabei größere Aufmerksamkeit und ist der Beschreibung wert.

Wie schon erwähnt wurde, hat die Bramme die Gestalt einer dicken Platte. Diese soll nun durch das Auswalzen in eine Blechtafel von vorgeschriebener Länge, Breite und Dicke verwandelt werden, und zwar ist die Breite meistens größer als die Länge der Bramme. Da nun die Breitenzunahme beim Walzen nicht ausreicht, um unmittelbar aus der Länge der Bramme eine merklich größere Blechbreite zu erzielen, so streckt man das Blech in den ersten Durchgängen so weit aus, daß seine Länge ungefähr gleich der Breite des Enderzeugnisses ist, dreht dann die Platte um  $90^{\circ}$  und walzt auf die vorgeschriebene Dicke herunter. Hieraus folgt, daß mit wenigen Ausnahmen alle Bleche diese Drehung erfahren müssen und man durch Anordnung maschineller Drehvorrichtungen eine bedeutende Erleichterung genießt.

Die Verminderung der Blechdicke in den einzelnen Walzdurchgängen regelt der die Anstellmaschine bedienende Schrauber unter Mitwirkung des Walzmeisters. Die Gleichförmigkeit dieser Arbeit und die Unabhängigkeit der Abnahme von Kaliberformen gestattet hier die Anwendung regelmäßiger Abnahme bzw. eines unveränderlichen Abnahmekoeffizienten, und in der That wird auf vielen, vielleicht auf allen Werken mit einem solchen gearbeitet. Die Größe desselben beträgt etwa 0,88 oder 0,875, so daß der Schrauber die Bequemlichkeit hat, den am Zeigerwerk abgelesenen Abstand der Walzen für den nächsten Durchgang der Platte jedesmal um ein Achtel vermindern zu können. Besser wäre es allerdings, wenn man bei Bemessung der Dickenabnahme berücksichtigte

1. daß die Bramme während des Walzens infolge der durch die große Oberfläche begünstigten Wärmeausstrahlung erheblich kälter wird und dadurch an Weichheit verliert und
2. daß das Blech nach dem Drehen viel breiter ist und deshalb dem Walzen einen viel größeren Widerstand bietet als vorher.

Man gelangt dann entweder zu einem von Stich zu Stich gleichmäßig wachsenden Abnahmekoeffizienten oder doch wenigstens zu zwei verschiedenen vor und nach dem Drehen.

Die nachstehende Tabelle bietet uns für die verschiedenen Möglichkeiten bei der Wahl des Abnahmeverhältnisses Beispiele, welche alle dieselbe Aufgabe betreffen, nämlich die Herstellung eines 10 mm starken Bleches aus einer Bramme von 126 mm Dicke.

Tabelle I zeigt das gewöhnliche Verfahren, d. h. die Verwendung eines unveränderlichen Abnahmekoeffizienten  $a = 0,875$ , wobei das

Blech in 19 Durchgängen fertig wird. Die Drehung ist nach dem 6. Stiche angenommen.

In Tabelle II ist ein von Stich zu Stich um 0,005 wachsender, aber im Durchschnitt ebenfalls 0,875 betragender Abnahmekoeffizient angenommen. Die Stichzahl ist darum dieselbe; dagegen erfolgt die Drehung wegen der größeren Abnahme in den ersten Durchgängen schon nach dem 5. Stiche.

In Tabelle III sind ebenfalls steigende Abnahmekoeffizienten angewandt; indessen steigen sie vor dem Drehen anders als nach dem Drehen und machen außerdem nach dem Drehen den durch die nunmehr größere Breite des Bleches bedingten Sprung. Wegen der verstärkten Abnahme in den ersten Stichen kann nunmehr nach dem 4. Durchgänge gedreht werden. Die praktische Anwendung der in den Tabellen II und III dargestellten Abnahmeverhältnisse im Walzwerkbetriebe wird leider dadurch sehr erschwert, daß sie dem Schrauber eine zu große rechnerische Thätigkeit bei seiner Verrichtung zumutet.

Nr. des Durch- ganges	Tabelle I			Tabelle II			Tabelle III			Tabelle IV		
	Abnahme Verh.	Blech- mm	Blech- dicke	Abnahme Verh.	Blech- mm	Blech- dicke	Abnahme Verh.	Blech- mm	Blech- dicke	Abnahme Verh.	Blech- mm	Blech- dicke
19	—	—	10	—	—	~10	—	—	~10	—	—	~10
18		1,4	11,4	0,920	0,8	10,8	—	—	~10			
17		1,6	13,0	0,915	1,0	11,8	0,915	0,8	10,8		1,2	11,1
16		1,9	14,9	0,910	1,2	13,9	0,910	1,0	11,8		1,4	12,5
15		2,1	17,0	0,905	1,4	14,4	0,905	1,2	13,0		1,7	14,2
14		2,4	19,4	0,900	1,6	16,0	0,900	1,4	14,4		1,9	16,1
13		2,8	22,2	0,895	1,9	17,9	0,895	1,7	16,1		2,2	18,3
12		3,2	25,4	0,890	2,2	20,1	0,890	2,0	18,1		2,4	20,7
11		3,6	29,0	0,885	2,5	22,6	0,885	2,3	20,4	0,88	2,8	23,5
10		4,1	33,1	0,880	3,0	25,6	0,880	2,8	23,2		3,2	26,7
9	0,875	4,7	37,8	0,875	3,7	29,3	0,875	3,3	26,5		3,6	30,3
8		5,4	43,2	0,870	4,3	33,6	0,870	3,9	30,4		4,1	34,4
7		6,2	49,4	0,865	5,3	38,9	0,865	4,7	35,1		4,6	39,0
6		7,1	56,5	0,860	6,3	45,2	0,860	5,6	40,7		5,3	44,3
5		8,1	64,6	0,855	7,6	52,8	0,855	6,8	47,5		6	50,3
4		9,2	73,8	0,850	9,3	62,1	0,850	8,3	55,8		6,8	57,1
3		10,5	84,3	0,845	11,3	73,4	0,83	11,3	67,1		12,5	69,6
2		12	96,3	0,840	14,0	87,4	0,82	14,6	81,7	0,82	15,3	84,9
1		13,8	110,1	0,835	17,2	104,6	0,81	19,1	100,8		18,5	103,4
Brm.			15,7	~126	0,830	21,3	~126	0,80	25,2	~126		22,6

Erheblich günstiger in dieser Beziehung ist die Tabelle IV, der nur zwei verschiedene Abnahmekoeffizienten zu Grunde gelegt sind, der kleinere von 0,82 vor dem Drehen und der größere von 0,88 nach demselben.

Der Gebrauch dieser oder zweier ähnlicher Werte hat für die

Praxis kein Bedenken und gestaltet den Walzvorgang in einer Weise, welche von dem durch die Tabellen II und III versinnbildlichten ideelleren Verlaufe nur wenig abweicht. Dieses letztere erkennen wir auch aus einer Betrachtung der Fig. 238, deren Schaulinien nach den in den vier

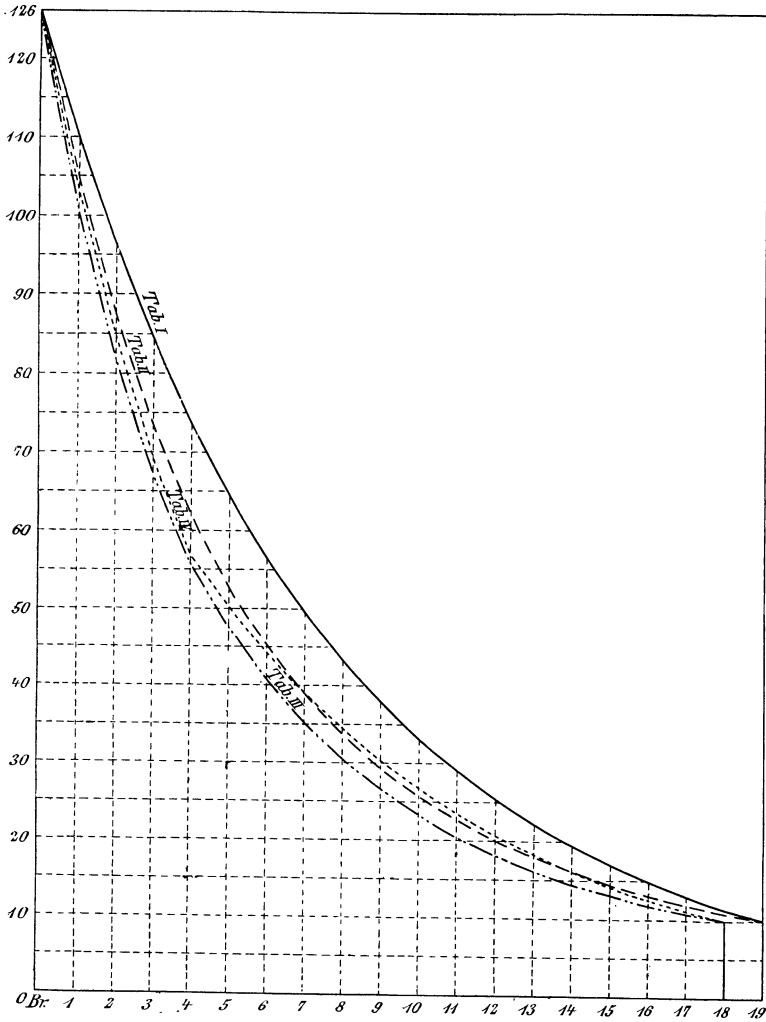


Fig. 238.

Tabellen enthaltenen Blechstärken aufgezeichnet wurden. Wir sehen, daß die den Tabellen II, III und IV entsprechenden Kurven von einander nur wenig, aber von der aus Tabelle I abgeleiteten Linie beträchtlich abweichen.

#### 4. Die Einrichtung der Feinblechstrecken.

Zu Feinblechstrecken bedient man sich wieder des einfachen Duowalzwerkes, welches mit Schwungradmaschine betrieben wird und darum nur in einer Richtung umläuft. Man treibt nur die Unterwalze an und läßt die Oberwalze als Schleppwalze mitlaufen. Das Gewicht der Oberwalze ist nicht ausgeglichen; sondern sie ruht beim Leerlauf auf der Unterwalze und wird durch das zu walzende Blech gehoben. Das Herabfallen der Oberwalze nach jedem Durchgange des Bleches ist unbedenklich, weil die hier vorkommenden Blechdicken nur gering sind. Man giebt den Feinblechstraßen meist zwei Arbeitgerüste, von denen das eine die Vorwalze, das andere die Fertigwalze enthält. Es ist in der Regel nicht angängig, ein und dieselbe StraÙe zur Erzeugung sämtlicher Dicken der Feinblechlehre zu benützen; vielmehr werden mit zunehmender Feinheit der Bleche auch an die Einrichtung der WalzenstraÙe wachsende Anforderungen in betreff der Maschinengeschwindigkeit, der Genauigkeit der Lagerung u. dgl. gestellt.

Taf. IX zeigt eine ebenfalls von der Duisburger Maschinenbau-Aktiengesellschaft ausgeführte FeinblechstraÙe aus zwei Gerüsten, zu deren Beschreibung dem oben Gesagten noch einiges hinzuzufügen ist. Zunächst ist da zu erwähnen eine am rechtseitigen Ständer bei *a* angebrachte Einrichtung, welche den Zweck hat, die Oberwalze in gehobener Lage genau parallel zur Unterwalze einzustellen. Diese Einrichtung besteht im wesentlichen aus einem durch eine Schraube verstellbaren Keile, welcher in der Ruhelage der Oberwalze, d. h. wenn sie auf der Unterwalze liegt, so eingestellt wird, daß beide Druckspindeln fest auf den Brechtöpfen stehen. Wird dann beim Durchgange des Bleches die Oberwalze so gehoben, daß beide Zapfen gegen die Spindeln drücken, so müssen beide Walzen parallel sein und das Blech muss überall gleich dick ausfallen. Man setzt dabei natürlich voraus, daß auch beide Spindeln gleichmäÙig gedreht werden, daß also eine die beiden Spindeln gleichmäÙig beeinflussende Anstellvorrichtung vorhanden ist. Im vorliegenden Beispiele besteht diese Anstellvorrichtung aus einem zwischen den Ständern angebrachten Handrade *b*, dessen Drehung durch das Triebrädchen *c* auf die beiden groÙen, mit den Spindeln verkeilten Zahnräder *d* übertragen wird. Jedes Gerüst ist auf der Einsteckseite mit einem geriffelten Tische *e* versehen und hat auf der Austrittseite einen mit Dampf betriebenen leichten Hebetisch *H* zum Überheben der Bleche. Die Steuerung dieses Hebetisches besorgt der Hinterwalzer in folgender Weise: Die unterhalb des Hebetisches liegende, aus Riffelblech gebildete Fußplatte *F* ist an einer parallel zu ihr liegenden Welle *w* derart befestigt, daß sie um *w* herum eine Teildrehung ausführen kann. Je nachdem nun der Hinterwalzer mit dem rechten oder linken FuÙe die Platte drückt, dreht er dieselbe nach der einen oder anderen Seite und beeinflusst dadurch das mit der Welle verbundene Dampfverteilungsorgan des Dampfzylinders *D*, dessen Kolbenstange durch Vermittelung der Welle *v*, der Hebel *h* und der Druck-

stangen  $s$  auf das vordere Ende des Hebetisches wirkt, während das hintere Ende desselben um einen erhöht liegenden Punkt drehbar ist.

Das bei der Maschinenkuppelung angeordnete Rädervorgelege hat mit dem eigentlichen Betriebe des Walzwerkes nichts zu thun, sondern soll nur dazu dienen, die Umdrehungsgeschwindigkeit der Walzen dann zu vermindern, wenn dieselben im Ständer abgedreht werden.

### 5. Das Walzen der Feibleche.

Nachdem die Platten in einem Schweißofen erwärmt sind, beginnt das Auswalzen. Dieses kann mit einem einzelnen Bleche etwa bis zu einer Stärke von 2 mm erfolgen, weil die Nachgiebigkeit der Lagerung und der tote Gang der Spindel eine solche Blechstärke auch dann ergibt, wenn die Walzen vorher dicht zusammenlagen. Wenn es sich aber um die Erzeugung dünnerer Bleche handelt, so ist man genötigt, zwei oder mehr Bleche gleichzeitig zwischen die Walzen zu stecken. Dieses Doppeln genannte Verfahren wird entweder derart ausgeführt, daß man eine entsprechende Anzahl einzelner Bleche zusammenlegt, oder so, daß man ein einzelnes Blech zusammenfaltet.

Bevor die so zusammengelegten Bleche gewalzt werden, bedürfen sie einer nochmaligen Erwärmung, welchem Zwecke besondere Öfen dienen, die mit reduzierender Flamme arbeiten, damit einesteils das Abbrennen der Bleche möglichst vermieden und ihnen eine nur so hohe Temperatur erteilt wird, daß ein Zusammenschweißen der einzelnen Tafeln noch nicht möglich ist.

Je dünner die zu erzielenden Bleche sein sollen, desto öfter muß das Doppeln wiederholt werden.

Die Bearbeitung der Bleche in der durch das rasche Abkühlen veranlaßten niedrigen Temperatur erteilt jenen eine für die spätere Verwendung hinderliche Härte und Sprödigkeit und äußerlich die unbeliebte rote Farbe. Man ist deshalb genötigt, die fertigen Bleche auszuglühen und verwendet dazu besondere Öfen, welche ebenfalls mit reduzierender Flamme arbeiten und möglichst vor natürlichem Luftzuge geschützt liegen, damit die Bleche sowohl im Ofen, als auch ganz besonders nach dem Herausziehen nicht zu stark oxydieren. Durch dieses Ausglühen werden die Bleche wieder weich und dehnbar und erhalten eine angenehme blaue Farbe.

Bleche von besonders guter Beschaffenheit werden zum Ausglühen in eiserne Kästen gepackt, womöglich der von den Blechen freigelassene Raum mit Sand gefüllt und diese Kästen dann der Erwärmung des Glühofens ausgesetzt.

### 6. Das Fertigstellen der Bleche.

Das Walzen der Bleche muß derart geleitet werden, daß diese mit möglichst ebener Beschaffenheit aus der Bearbeitung hervorgehen. Indessen ist es doch nicht möglich, alle Unregelmäßigkeiten aus der Fabrikation fernzuhalten, und so entstehen denn zuweilen Bleche von



mehr oder weniger welliger Oberfläche. Soviel wie möglich beseitigt man diesen Fehler gleich nach vollendetem Walzen, indem man das Blech auf den gut geebneten Plattenbelag des Bodens legt und mit langgestielten eisernen Schlagwerkzeugen bearbeitet, welche äußerlich mit einer Schippe große Ähnlichkeit haben. Ist dann die Tafel erkaltet,

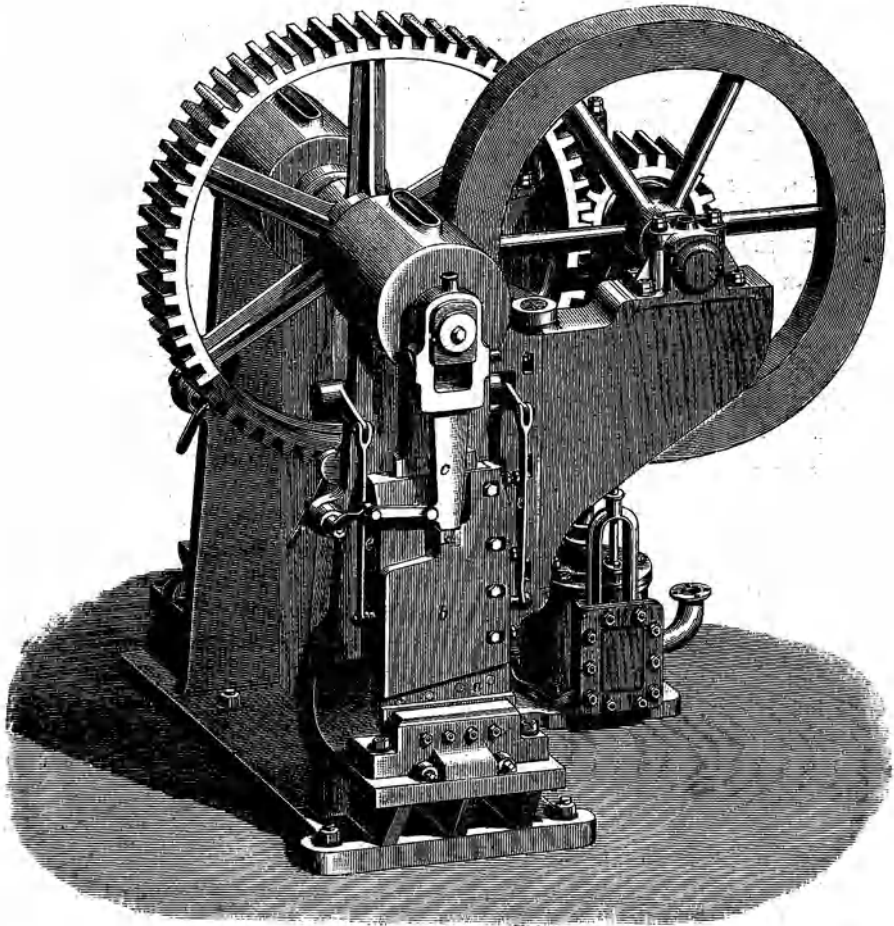


Fig. 239.

so zeichnet der sog. Blechzeichner die der Bestellung beigegebene Figur darauf, und es beginnt das Beschneiden des Bleches.

Die zu diesem Zwecke verwendeten Scheren werden, dem Umfange ihrer Aufgabe entsprechend, in den verschiedensten Größen ausgeführt und sowohl für Hand- und Transmissionsbetrieb eingerichtet, als auch durch eigene Dampf- oder Wasserdruckmotoren bethätigt. Das eigentliche Werkzeug dieser Scheren sind prismatische Stahlmesser, welche

an der Schneidkante etwa in einen Winkel von  $75\text{--}85^\circ$  geschliffen sind. Nach der Art der Bewegung dieser Messer unterscheidet man Winkel- oder Maulscheren und Parallelscheren.

Bei den Maulscheren bewegt sich der das Obermesser tragende Teil dadurch um eine feste Achse, daß seine hebelartige Fortsetzung entweder von Hand oder durch eine excentrische Scheibe auf und ab bewegt wird. An den Parallelscheren wird das Obermesser parallel zu sich selber gehoben und gesenkt. Damit nun das niedergehende Messer die Blechtafel nicht auf seine ganze Länge berührt und den ganzen Abscherungswiderstand auf einmal überwinden muß, giebt man ihm gegen das Untermesser eine Neigung von etwa  $4\text{--}7^\circ$ . Besonders ist zu beachten, daß das Obermesser auch in der höchsten Stellung noch am Untermesser geführt sein muß, weil es sich sonst beim Niedergange leicht auf dieses aufsetzt.

In Fig. 239 ist eine derartige, zum Schneiden sehr großer und dicker Bleche bestimmte, von der Friedrich-Wilhelmshütte in Mühlheim a. d. R. gebaute doppelte Schere abgebildet. Die Abwärtsbewegung des mit dem beweglichen Messer *a* versehenen Gleitstückes *b* erfolgt durch die Excenterstange *c*, wenn sich dieselbe gegen den Vorsprung *d* an jenem legt; den Aufgang bewirken zwei Gegengewichte mit Hilfe der Hebel und Zugstangen *e*. Das Zurechtlegen großer Bleche erfordert stets mehr Zeit als die Pause zwischen zwei Hieben von *c*; es muß deshalb, soll nicht vorzeitiger Schnitt erfolgen, *b* ausgeschaltet werden, was mit Hilfe des Handhebels *f* durch Herüberlegen von *c* nach links geschieht. Die Druckstange kann dann neben dem Vorsprunge *d* frei auf und ab spielen. Der Antrieb der Schere erfolgt durch eine eigene Dampfmaschine. Man baut diese Grobblechscheren auch mit Messern von großer, bis zu 3 m betragender Länge. Eine solche von Ernst Schiefs in Düsseldorf erbaute Schere ist auf Taf. X veranschaulicht. Auch hier ist zum Betriebe der Schere eine besondere Dampfmaschine verwendet; die einzelnen Bewegungsmechanismen sind dieselben wie an der vorherbeschriebenen Schere.

### 6. Die Herstellung von Weisblech.

Wie schon in Abschnitt Aa erwähnt wurde, wird eine sehr bedeutende Menge Feinblech mit einem Zinnüberzug versehen, zu Weisblech verarbeitet. Als Rohstoff dient teils wirkliches Holzkohlenblech, teils vorzügliches, aus Koksroheisen erzeugtes in Dicken von 0,15 bis 0,61 mm.

Die Verbindung zwischen Eisen und Zinn erfolgt nur auf ganz oxydfreien Flächen des ersteren; die erforderliche Reinheit und Glätte erhalten die bereits auf die richtige Größe geschnittenen Tafeln durch Beizen in verdünnten Mineralsäuren, Glühen unter sorgfältigstem Abschlusse der Luft, Polieren zwischen stark zusammengepressten Stahlwalzen, abermaliges schwaches Glühen und Abbeizen der Anlauffarben

in einer durch Gären von Kleie erzeugten organisch-sauren Flüssigkeit während mehrerer Tage. Nachdem die Bleche nochmals  $\frac{1}{2}$ —1 Stunde in verdünnter Schwefelsäure (der Blankbeize) verweilt haben, spült man sie gut mit Wasser ab und scheuert sie mit Werg und feinem Sande blank; zum Schutze vor erneuter Oxydation bewahrt man sie bis zum Verzinnen in Kalkwasser oder in einer sehr verdünnten alkalischen Lösung auf. Die sämtlichen, das eigentliche Verzinnen bildenden Arbeiten erfolgen in einer Anzahl prismatischer gußeiserner, von unten und von den Seiten geheizter Gefäße, Töpfe genannt. Die nassen Bleche werden zu mehreren Hunderten auf einmal in einen mit heißem Talg oder Palmöl gefüllten Topf gebracht und verweilen so lange darin, bis auch die letzte Spur anhaftender Feuchtigkeit verdampft ist. Dann bringt man sie partienweise in den mit sehr heißem Zinn erfüllten Zinntopf, dessen Inhalt durch eine Fettschicht vor Oxydation geschützt ist, läßt sie einige Zeit darin verweilen, nimmt sie einzeln heraus, reibt sie auf jeder Seite mit einer weichen, fettigen Hanfbürste ab und bringt sie dann eins nach dem andern in den Waschtopf, in dem sie sich mit einer zweiten Zinnschicht überziehen. Eine mechanische Vorrichtung bewegt sie in diesem Topfe nach der Seite und führt sie zwischen zwei polierte Stahlwalzen, welche sie nicht nur aus dem Bade herausheben, sondern auch gleichzeitig von dem überschüssigen, anhängenden Zinn befreien. Dann gelangen sie nochmals in einen mit wenig hoch erhitztem Fette gefüllten Topf, um darin abzukühlen. Ist dies geschehen, so werden die Tafeln sorgfältig mit Kleie abgerieben, wobei man nicht nur das anhaftende Fett entfernt, sondern ihnen auch hohen Glanz erteilt. Nach sorgfältigem Sortieren verpackt man sie in Kisten; jede derselben enthält 225 Tafeln einfachen Formates (265×380 mm) oder eine hinsichtlich der Fläche diesen gleichkommende Zahl größerer Tafeln, z. B. 112 doppelten oder 56 vierfachen Formates (530×760 mm). Meterbleche d. s. größere Tafeln, z. B. 1000 mm lang und 250—500 mm breit, werden zu je 50 in eine Kiste gepackt.

Wenn man die Entfernung des überschüssigen Zinnes nicht durch Walzen bewirkt, welche den Zinnverbrauch bedeutend vermindern, so verläuft die Arbeit etwas anders; man reibt die Bleche erst ab, nachdem sie im Waschtöpfe bereits eine zweite Zinnschicht erhalten haben, taucht sie nochmals in denselben, um die Streifen verschwinden zu lassen, und bringt sie in den mit sehr hoch erhitztem Fette gefüllten Fetttopf; in diesem schmilzt das Zinn wieder; der Überschufs läuft ab, und die Zinnschicht wird gleichmäßig und glänzend; nach etwa 10 Minuten hebt man das Blech heraus, bringt es in den leeren oder mit weniger heißem Fett erfüllten Kalttopf zum Abkühlen und hat nun nur noch die an der unteren Kante haftende Tropfkante zu entfernen, was durch Eintauchen in eine flache Schicht flüssiges Zinn oder sehr heißen Talg erfolgt; es bleibt dann nur noch ein schmaler, matter Streif, der Saum, dort sichtbar, wo die Tropfkante safs. Dieses umständlichere Verfahren ist übrigens heute kaum mehr in Anwendung.

## c. Das Universaleisen.

Das auf einem Grobblech-Walzwerk erzeugte, noch nicht beschnittene Rohblech stellt zwar eine ungefähr rechteckige Tafel dar, weicht jedoch von dieser geometrischen Form durch große Unregelmäßigkeiten der Seiten ab und besitzt außerdem, da es keinerlei seitliche Bearbeitung erfahren hat, an der Längskante ein geborstenes Aussehen. Alle diese Fehler kommen indessen durch das Beschneiden der Bleche in Wegfall. In den Werkstätten für Eisenbauten wird nun in großen Mengen ein blechartiges Erzeugnis verbraucht, welches bei genau rechteckiger Form meist eine große Länge besitzt und nicht mit den eben genannten Mängeln einer Rohblechtafel behaftet sein darf. Man erzeugt dieses Walzgut auf einer den Blechwalzwerken ähnlichen Einrichtung, welche durch Anordnung senkrechter Walzen zugleich befähigt ist, das Werkstück seitlich zu bearbeiten. Man nennt diese Einrichtung Universalwalzwerk, und sein Erzeugnis Universaleisen. Die Skala der Universaleisen schließt sich mit ihrer kleinsten Breite den größten, in Kalibern erzeugten Flacheisen an und ist nach oben begrenzt durch die Größenverhältnisse des Walzwerkes.

Die ursprüngliche Form des Universalwalzwerkes war ein einfaches Duo wagerechter Walzen, entsprechend einem ebensolchen Blechwalzwerke, welchem für die seitliche Bearbeitung ein Paar verstellbarer, senkrechter Walzen beigelegt war.

Die neueren Universalwalzwerke werden dagegen als Trio ausgeführt, d. h. es wird für das horizontale Walzwerk die Lauth'sche Bauweise in Anwendung gebracht.

Ein solches von der Duisburger Maschinenbau-Aktiengesellschaft erbautes Universal-Triowalzwerk stellt Taf. XI dar. Das Horizontalwalzwerk ist, wie schon erwähnt, ganz wie ein Lauth'sches Trio eingerichtet, so daß bezüglich der Gewichtsausgleichung für Mittel- und Oberwalze auf dessen Beschreibung verwiesen werden kann.

Die beiden senkrechten Walzen  $V$  sind von nur geringer Höhe und treten nur dann in Wirksamkeit, wenn das Werkstück zwischen Unter- und Mittelwalze hindurch geht. Sie sind oben in Halslagern  $H$ , unten in Spurlagern  $S$  gelagert und samt ihren Lagern in den Rahmen  $R$  verschiebbar. Die Drehbewegung dieser stehenden Walzen wird hergeleitet von den zum Betriebe der liegenden Walzen dienenden Kammwalzen, indem deren Umdrehung durch die beiden Triebräder  $m$  und  $n$  und durch Vermittelung der Kuppelscheibe  $o$  zunächst auf die prismatische Welle  $P$  und dann durch die beiden Kegelradgetriebe  $K$  auf die Walzen übertragen wird.

Die Anstellung der stehenden Walzen, d. h. die Verschiebung derselben in wagerechter Richtung, wird ebenso wie die der oberen liegenden Walze durch eine besondere kleine Zwillingmaschine  $M$  besorgt. Zur Bewegungsübertragung dienen zunächst die beiden Steuerhebel  $a$  und  $b$ , und zwar  $a$  für die liegenden,  $b$  für die stehenden Walzen.

Mittels dieser Hebel und ihrer Zugstangen werden bei  $c$  und  $d$  Reibungskuppelungen eingerückt und dadurch die beiden Wellen  $e$  und  $f$  je nach Wunsch entweder in der einen oder anderen Richtung in Umdrehung versetzt.

Die Welle  $e$  wirkt nun durch Kegelradübersetzung zunächst auf die senkrechte Welle  $g$ , dann auf die schräge Welle  $h$  und endlich auf die die Druckspindeln der Oberwalze beeinflussende Welle  $i$ .

Verfolgen wir in ähnlicher Weise die Thätigkeit der Welle  $f$ , so sehen wir, daß deren Umdrehung zunächst übertragen wird auf die Welle  $k$  und durch Kegelradgetriebe auf die am anderen Ständer befindliche Welle  $k_1$ . Wir sehen ferner, daß jede dieser beiden Wellen drei Schneckengetriebe  $s$  bewegt und daß die Schraubenräder der letzteren auf den prismatischen Verlängerungen der Schraubenspindeln  $l$  sitzen, welche die stehenden Walzen an drei verschiedenen Stellen, nämlich am Hals- und Spurlager und kurz über den Walzen, erfassen und, je nach der Drehrichtung, dieselben entweder einander nähern oder von einander entfernen. Damit bei dieser fortschreitenden Bewegung auch die drehende erhalten bleibt, werden auch die auf der prismatischen Welle  $P$  sitzenden Kegelräder mit den Walzen zugleich verschoben.

Den stehenden Walzen gegenüber sind auf der Einsteckseite Führungen angeordnet, welche eine der Anstellung jener Walzen entsprechende wagerechte Verschiebung erfahren müssen.

Diese Führungen ruhen und gleiten auf dem Balken  $B$  und werden durch Drehen der Schraube  $T$ , welche mit Rechts- und Linksgewinde von starker Steigung versehen ist, entweder gegeneinander bewegt oder voneinander entfernt. Das Drehen der Schraubenspindele wird von Hand besorgt, indem man einen entsprechenden Schlüssel in die viereckigen Löcher der Nufs  $N$  steckt.

Über den Betrieb der Universalstrafsen ist nur wenig zu sagen. Die Wirkung der stehenden Walzen ist keineswegs gleich der der liegenden Walzen. Man nimmt vielmehr zur Erzeugung eines Universal eisens von bestimmter Breite einen Block von ungefähr derselben Breite und läßt die Aufgabe der stehenden Walzen nur in einer mäfsigen Bearbeitung der Seitenkanten des Eisens bestehen. Ist der verwendete Block schmaler als das zu walzende Eisen, so gestattet man ihm von Stich zu Stich eine mäfsige Breitung, gerade so, als ob man in Kalibern walzte. Ist dagegen der Block etwas breiter, so wird die Arbeit der senkrechten Walzen gröfser, da sie alsdann nicht nur die natürliche Breitung zu verhindern haben, sondern sogar das Walzstück von Stich zu Stich schmaler gestalten müssen.

## H. Die Erzeugung des Drahtes.

### a. Das Drahtwalzen.

Die Verwendung des gewalzten Rohdrahtes ist eine so vielseitige, und die an seine Eigenschaften gestellten Bedingungen sind darum so

verschiedenartig, da wir im Rohstoffe für die Drahterzeugung die Skala der Festigkeitseigenschaften fast in ihrem ganzen Umfange vertreten finden, nämlich vom weichen Schweifs-, Thomas- oder Martineisen bis zum harten Tiegelgußstahl.

Die Form, in der all diese Rohstoffe zur Verwendung kommen, ist der aus Abschnitt F bekannte Knüppel, also ein auf ungefähr quadratischen Querschnitt vorgewalztes Stück oder auch ein Rohblöckchen von kleinem Querschnitte.

Die an diesen Knüppeln vorzunehmende Bearbeitung hat die Aufgabe, sie auf dem kürzesten Wege in den Drahtquerschnitt überzuführen. In Bezug auf die zu wählenden Kaliberformen gestaltet sich der Walzvorgang sehr einfach. Wie schon von der Erzeugung des Führungsrundeisens her bekannt ist, gehören zur Herstellung des runden Stabquerschnittes ein kreisrundes Fertigkaliber, ein Vorkaliber und ein diesem vorhergehendes Quadratkaliber. Genau so verfährt man auch beim Drahtwalzen. Alle übrige, den genannten drei Kalibern vorhergehende Walzarbeit dient nur der Querschnittsverminderung, und man bedient sich bei ihr derjenigen Kaliberformen, welche sich zu dieser Arbeit am besten eignen.

Die erste Bearbeitung des Knüppels setzt nur die Thätigkeit der Knüppelwalze fort, d. h. sein Querschnitt wird durch rhombische Kaliber zunächst auf ein Quadrat von 24 bis 30 mm Seite vermindert; dann aber verwendet man abwechselnd sehr flache Ovale, deren Höhe sich zur Breite etwa wie 1 : 3 verhält, sowie Quadrate und erzielt auf diese Weise die für das Drahtwalzen erforderliche rasche Streckung.

Die Drahtstrafen sind für ihren Zweck besonders eingerichtet, d. h. sie erzeugen meist nur Draht; dieselben können indessen auch zur Erzeugung von Feineisen gebraucht werden. Eine Drahtstrafe gewöhnlicher Bauart besteht meist aus einer Vorstrecke von ein bis zwei Trio-Gerüsten mit Walzen von etwa 360 mm Durchmesser und einer Fertigstrecke von neun Trio-Gerüsten mit Walzen von etwa 260 mm Durchmesser. Die Vorstrecke macht 250, die Fertigstrecke 500 Umdrehungen in der Minute. Auf der Vorstrecke wird der Stab in der gewöhnlichen Weise behandelt, d. h. er wird erst in das folgende Kaliber gesteckt, nachdem er das vorhergehende durchlaufen hat; auf der Fertigstrecke dagegen wendet man das Verfahren des Umsteckens an, d. h. der Walzer schnappt mit der Zange das aus dem Kaliber austretende vordere Ende des Drahtes, schneidet, falls dieses geborsten ist, mittels einer Schere ein Stück davon, dreht sich um  $180^\circ$  und steckt den Draht in ein Kaliber des nächsten Gerüsts. Da man auf diese Art und Weise in jedem Gerüste nur einen Stich (im Notfalle zwei) machen kann, so gelangt man eben zu jener großen Zahl von Gerüsten für die Fertigstrecke. Man erreicht dadurch aber, daß der Draht in einer größeren Zahl von Gerüsten zugleich bearbeitet und so rasch fertig wird, daß er in noch rotglühendem Zustande das Fertigkaliber verläßt.

Des Weiteren ergibt sich aus dieser Arbeitsweise, daß in jedem

Gerüste zwar nur ein Walzenpaar arbeitet, das aber ein Teil der Stiche zwischen Unter- und Mittelwalze, ein anderer Teil zwischen Mittel- und Oberwalze gemacht werden muß, und das deshalb die Trio-Anordnung notwendig ist.

Um nun nicht in jedem Gerüste eine überflüssige Walze liegen zu haben und doch die Umdrehungen übertragen zu können, legt man an der Stelle, wo eine Walze nicht gebraucht wird, eine sog. Leerlaufspindel ein, das ist entweder eine mit Lauf- und Kuppelzapfen versehene und nach Art der Walzen gelagerte Spindel, oder man giebt derselben eine solche Länge, das sie ohne besondere Lagerung in dem betreffenden Gerüste die Ober- bzw. Unterwalzen der beiden benachbarten Gerüste miteinander verbindet. Letztere Anordnung wird dadurch sehr vorteilhaft, das man zwei Einbaustücke und zwei Kuppelmuffen spart. Zu ihrer besseren Verdeutlichung ist dieselbe in Fig. 240 schematisch dargestellt.

Aus dem Umstande, das von jedem Gerüste nach dem Nachbargerüste umgesteckt wird, ergibt sich auch, das an jedem Gerüste ein Walzer angestellt werden muß, das also trotz der verhältnismäßig

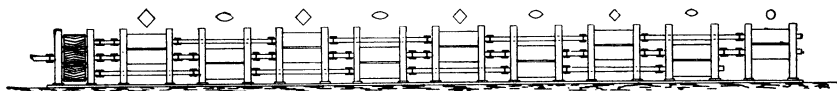


Fig. 240.

leichten Arbeit ein bedeutender Aufwand an Arbeitskraft und Lohn verlangt wird. Man hat sich deshalb seit längerer Zeit in vielfältiger Weise bemüht, hierin Ersparnisse zu machen. Die beachtenswerteste Einrichtung, welche zur Ersparung von Walzen getroffen wurde, sind die selbstthätigen Umführungen, d. h. halbkreisförmige Rinnen aus Winkeleisen, welche ohne menschliches Zuthun das aus dem einen Walzenpaare austretende Drahtende empfangen und in das nächste Kaliber einführen. Anwendbar sind diese Umführungen indessen nur da, wo der Draht aus einem Quadratstiche in einen Ovalstich übergeht, weil es in diesem Falle für das Erfassen des Stabes gleichgiltig ist, wie derselbe vor dem Ovalkaliber ankommt. Wo dagegen das Eisen aus Oval in Quadrat gehen soll, da genügen diese einfachen Umführungsrippen nicht, weil das Oval um  $90^\circ$  gedreht werden muß, damit seine lange Axe in die senkrechte Diagonale des Quadratkalibers zu liegen kommt, und weil zur Einführung eines Stabes in dieser labilen Stellung sehr genaue Ovalführungen nötig sind, welche ein Umschlagen desselben verhüten.

Fig. 241 stellt schematisch den Grundriß einer Drahtstrasse vor, welche mit diesen selbstthätigen Umführungen ausgerüstet ist. Sehr bald nach dem Eintritte des Drahtes in das Ovalkaliber beginnt die Drahtschleife größer zu werden und tritt dann ohne weitere Hilfe aus der Rinne heraus, um sich auf dem Plattenbelage nach Bedürfnis auszudehnen. Damit nun der aufrechtstehende Schenkel der Rinne dem ins





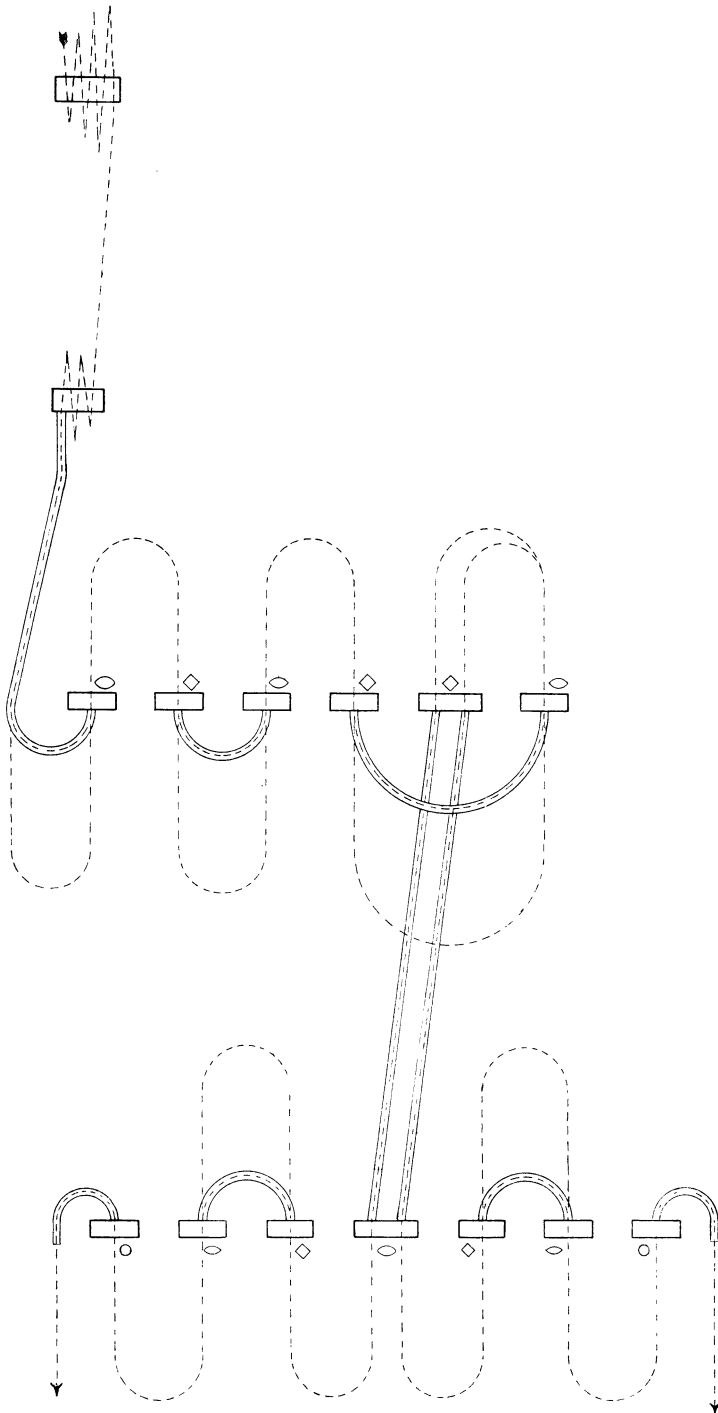


Fig. 242.

4. aus der eigentlichen Fertigstrecke, welche von dem gemeinsamen mittleren Gerüste aus sich in Form zweier selbständiger Strecken von je 4 bis 6 Gerüsten nach beiden Seiten abzweigt.

Das Hilfsmittel der winkelförmigen Einführungsrinne ist bei dieser Strafe in der umfangreichsten Weise verwendet, nicht nur in der schon bekannten Form zum selbstthätigen Umstecken, sondern auch als geradlinige Zuführung von einer Strecke zur andern und zur Ablenkung des fertigen Drahtes in der gewünschten Richtung. Diese Führungen sind jedoch, abgesehen von der Abführung des fertigen Drahtes, immer nur da angewendet, wo es sich um die Einführung eines quadratischen Stabes in ein ovales Kaliber handelt.

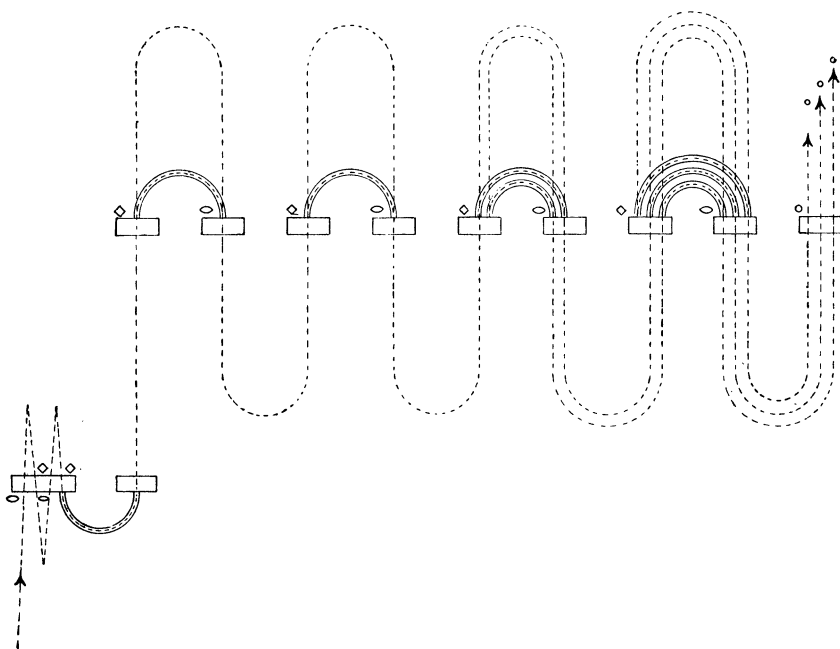


Fig. 243.

Der Betrieb der Strafe erklärt sich aus der Beschreibung und der Skizze wohl von selbst. Es muß indessen noch bemerkt werden, daß der auf der Blockvorwalze erzeugte Knüppel viel zu lang ist, um als Ganzes zu Draht ausgewalzt zu werden. Man teilt ihn deshalb auf der hinter der Walze angeordneten Knüppelschere in drei Stücke und walzt diese auf den folgenden Strecken ohne neue Erwärmung nach einander aus. Damit nun die beiden wartenden Knüppelabschnitte nicht zu kalt werden, darf die Arbeit auf der Vor- und Mittelstrecke keinerlei Aufenthalt erleiden, und es wird deshalb auf der letzten Quadratwalze der Mittelstrecke immer abwechselnd mit zwei Kalibern gearbeitet, von denen eins den rechten und eins den linken Zweig der Fertigstrecke versorgt.

Es ist schon erwähnt worden, daß durch das Umsteckverfahren in

Verbindung mit dem Umstande, daß je ein Gerüst in der Zeiteinheit eine größere Drahtlänge hergiebt, als von dem folgenden Gerüst abgenommen wird, eine Schleifenbildung bedingt ist. Es kommt nun zuweilen vor, daß der Draht in einem vorhergehenden Kaliber stecken bleibt, während das nachfolgende weiter arbeitet, so daß sich die vorher entstandene Schlinge rasch zusammenzieht und den Walzer bedenklich gefährdet. Man bringt deshalb als Sicherheitsvorkehrung vor dem Standorte des Walzers einen starken eisernen Pfosten an, um welchen der Walzer gleich beim Umstecken die Schlinge wirft, und der verhütet, daß beim Zuziehen der Schlinge der glühende Draht den Gliedern des Walzers zu nahe kommt.

Das Bestreben, sämtliche Gerüste des Drahtwalzwerkes gleichmäÙig zu beschäftigen, hat auch noch zu einer dritten Betriebsart desselben geführt, bei welcher ein gewöhnliches Drahtwalzwerk von neun Gerüsten der Fertigstrecke verwendet wird. Der Betrieb desselben unterscheidet sich von dem bisher beschriebenen dadurch, daß im fünften und sechsten Gerüste zwei Drähte, im siebenten, achten und neunten Gerüste zugleich drei Drähte bearbeitet werden. Man erreicht dadurch ohne Mehrkosten der Anlage, daß die vier ersten Gerüste fortwährend arbeiten können, ohne erst warten zu müssen, bis der Draht das Kaliber des fünften Gerüsts verläßt.

Fig. 243 stellt schematisch eine solche StraÙe dar und giebt Aufschluß über die Anordnung der Umführungen.

Zum Schlusse bietet uns Fig. 244 ein Beispiel für die Kalibrierung der Drahtwalzen, und zwar enthält dasselbe erstens eine Knüppelwalze, welche einen Block von  $130 \times 130$  mm Querschnitt so weit bearbeitet, daß er auf die Drahtvorstrecke übergehen kann, welche mit einem Quadrate von 43 mm beginnt und ein Quadrat von 17 mm an das zweite, nur ein Ovalkaliber  $10 \times 30$  enthaltende Gerüst der Vorstrecke liefert. Von dort kommt der Draht auf die Fertigstrecke und wird durch aufeinander folgende Quadrat- und Ovalstiche weitergestreckt, dann im achten Stiche, dem Schlichtoval, für den Fertigstich vorbereitet.

Ein sehr bedeutender Teil des Walzdrahts ist zur Weiterverarbeitung durch Ziehen bestimmt. Wir werden später hören, daß behufs Einführung der Drähte in die Zieheisen die Enden angespitzt werden müssen; diese Arbeit wird vielfach durch Hämmern vollzogen, nachdem sie in einem runden Ofen, um welchen gleichzeitig eine ganze Anzahl Ringe Platz finden können, glühend gemacht worden sind. Der große Zeit- und Arbeitsaufwand kann durch eine Drahtspitzmaschine erheblich vermindert werden. Eine solche Maschine besteht aus zwei oscillierenden Walzen mit konischen, auf einem Teil des Umfanges eingeschnittenen Kalibern, welche das Drahtende in die geeignete Form pressen.

#### b. Das Drahtziehen.

Unter Ziehen versteht man eine formverändernde Arbeit, welche die beabsichtigte Querschnittverdünnung und Streckung dadurch hervor-

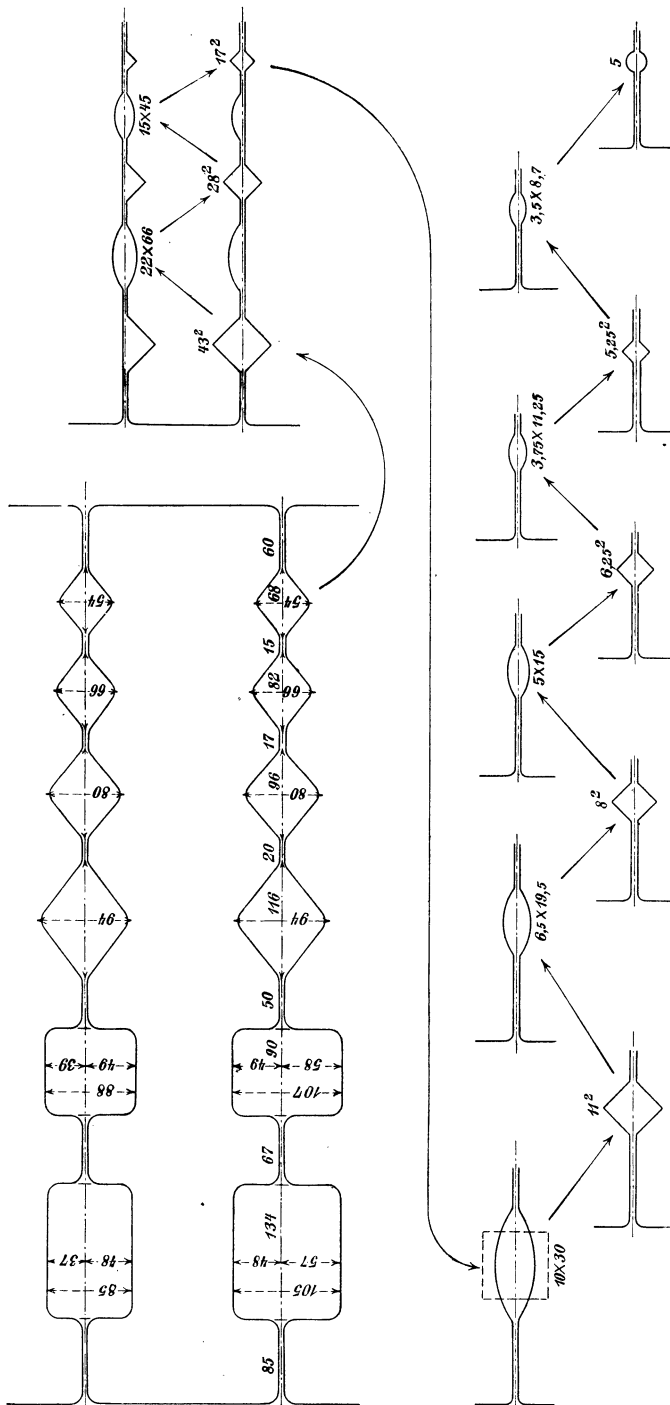


Fig. 244.

bringt, daß stabförmige Körper (Draht, Röhren) durch Löcher mit starren Wänden und von kleinerem Durchmesser als deren Dicke hindurchgezogen werden. Man spitzt zu diesem Zwecke das eine Ende des zu ziehenden Drahtes etwas zu, steckt es durch das Ziehloch und läßt nun an ihm eine genau in der Achsenrichtung des Loches wirkende Kraft angreifen. Diese Kraft darf, soll nicht Trennung der Moleküle erfolgen, die Zerreißfestigkeit des Drahtes in dem verdünnten Teile nicht überschreiten. Da nun die Metalle in glühendem Zustand eine sehr geringe Zerreißfestigkeit besitzen, so zieht man, wenn nicht nebenbei eine Schweifung beabsichtigt wird wie bei eisernen Röhren, ausnahmslos in gewöhnlicher Temperatur. Der Widerstand gegen das Ziehen hängt wesentlich von der Größe der Formveränderung in der Zeiteinheit, der Härte des Metalles und der Gestalt des Ziehloches ab. Behufs möglicher Verminderung desselben nimmt man dem Draht mittels Glühens die durch Bearbeitung in der Kälte erzeugte Härte, giebt dem Ziehloche möglichst schlanke Kegelform und wirkt der Reibung durch Polieren der Ränder bezw. durch Schmiere entgegen. Trotzdem bleibt der Widerstand so groß, daß nur eine verhältnismäßig kleine Verdünnung auf einmal vorgenommen werden kann; größere Querschnittsvermindierungen sind nur durch wiederholtes Ziehen zu erreichen.

Das Verhältnis der Durchmesser zweier aufeinanderfolgenden Ziehlöcher nennt man den Verdünnungsfaktor; derselbe ist für Eisen nahezu 0,9. In westfälischen Drahtziehereien schwankt er von 0,786 bis 0,940, beträgt im Durchschnitte 0,886 und bleibt beim Ziehen von No. 80 bis No. 14 meist noch darunter; für gröbere und kleinere Drähte ist er dagegen höher.

Zieht man von No. 60 auf No. 50, so ist der Verdünnungsfaktor 0,833. und die Querschnittsabnahme beträgt  $\frac{6^2 \pi}{4} - \frac{5^2 \pi}{4} = 9,64 \text{ qmm}$ ; beim Ziehen von No. 6 auf No. 5 mit demselben Verdünnungsfaktor beträgt die Abnahme nur 0,096 qmm, also nur 0,01 der vorigen. Würden die Drahtzüge in beiden Fällen mit gleich großer Kraft bewegt, so müßte im letzteren Falle das Ziehen mit der hundertfachen Schnelligkeit des ersteren erfolgen. Thatsächlich läßt man Feinzüge viel rascher laufen als Grobzüge, aber der Unterschied ist erheblich geringer (1,05 gegen 0,44), da man an letzteren bedeutend größere Kräfte wirken läßt.

Der Rohstoff für die Eisendrahtzieherei besteht heute ausschließlich aus Walzdraht von No. 110 bis No. 38; am meisten wird von Nr. 55 ausgegangen. Das auf Eisenspaltwerken erzeugte Schneid-eisen ist heute auch für die Erzeugung vierkantiger Drähte vollständig verdrängt.

Von den mancherlei Vorrichtungen, die zum Drahtziehen erforderlich sind, ist das Zieh-eisen die wichtigste. Es hat gewöhnlich die Form einer rechteckigen Platte, besteht entweder ganz aus sehr hartem Stahl oder wird, wenn es groß und für starke Drähte bestimmt ist, aus einer Stahl- und einer weichen Eisenplatte zusammengeschweißt.

Kleine Zieheisen sind etwa 6 mm, große 25 mm stark und haben bis zu 600 mm Länge bei 150 mm Breite. Man bringt dann natürlich eine sehr große Anzahl, hundert oder mehr Ziehlöcher in einem Eisen unter. Da das Zieheisen immer viel härter sein muß als das zu ziehende Metall, so stellt man es aus Chrom-, Wolfram- bzw. einem dem weissen Roheisen sich nähernden Stahl (Willer Stahl) her. Die Ziehlöcher erzeugt man entweder mittels einer Reihe Dorne (ein Gestell), von denen der erste den stumpfsten, der letzte den spitzesten Kegel bildet, so daß die Löcher nach der Austrittsseite hin immer schlanker werden (Fig. 245), oder durch Vorbohren mit einer Anzahl ebenfalls verschieden scharf zugespitzter Bohrer und Aufweiten auf den richtigen Durchmesser mit einem cylindrischen, nur am Ende zugespitzten Dorn.

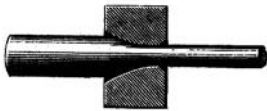


Fig. 245.

infolge der Elasticität des Metalles hinter dem Ziehloch um ein geringes aufquellen, so ist bei Herstellung der Löcher hierauf Rücksicht zu nehmen. Durch andauernden Gebrauch ausgeweitete Ziehlöcher werden an der harten Austrittsseite durch Klopfen verengt und von neuem

auf den richtigen Durchmesser gebracht. Das Zieheisen legt man auf dem Ziehtisch oder der Ziehbank mittels Schrauben oder Keilen in Rahmen bzw. Klammern unverrückbar fest.

Die maschinellen Ziehvorrichtungen zerfallen nach der Art der Wirkung in zwei Gruppen, in die Schleppzangenziehbanken, welche mit Unterbrechungen arbeiten und jedesmal nur eine bestimmte Länge ziehen können, und in die Leier- oder Scheibenziehbanken, welche vom Anfang bis zum Ende des Drahrings ununterbrochen weiterziehen.

Das Gestell der Schleppzangenziehbank besteht meist aus Holz und bildet mit seiner Oberfläche die Laufbahn für einen kleinen Wagen mit der Zange, dessen Bewegung nach dem Erfassen des Arbeitstückes durch eine Kette ohne Ende hervorgebracht wird. Diese Kette ist über zwei Scheiben geführt, deren eine mit Zähnen in die Glieder faßt und die ihr selbst durch Zahnradübersetzung erteilte Bewegung der Kette mitteilt. Der Zangenwagen ist mit einem Haken in irgend ein Glied der Kette eingehängt und folgt ihr, bis der Widerstand des Arbeitstückes nach vollendetem Durchziehen aufhört oder das Ende der Bahn erreicht ist; in beiden Fällen wird der Haken durch ein Gegengewicht selbstthätig ausgelöst. Soll ein anderes Arbeitstück oder dasselbe um eine weitere Banklänge gezogen werden, so führt man den Wagen bis zum Zieheisen zurück, läßt die Zange fassen und hakt sie in die Kette ein. Arbeitstücke von größerer Länge, als die der Bank ist, erhalten so in gewissen Abständen sie verunstaltende Zangenbisse; dieser Umstand, der große Raumbedarf sowie der bedeutende Zeitaufwand gegenüber den Leierbanken bewirkt, daß man derartige Vorrichtungen heute meist nur noch zum Ziehen von Röhren oder von sehr schweren profilierten Drähten (bis zu 40 mm Stärke) verwendet.

Die Einrichtung eines einzelnen Klotzes einer Leierziehbank,

auf der eine ganze Anzahl jener vereinigt werden, ist aus Fig 246 zu ersehen. Ein solcher besteht aus der Rolle oder Leier *A*, einer gußeisernen konischen Trommel, welche von einer für alle Züge gemeinschaftlichen Transmissionswelle *B* aus durch Kegelgetriebe in Um-

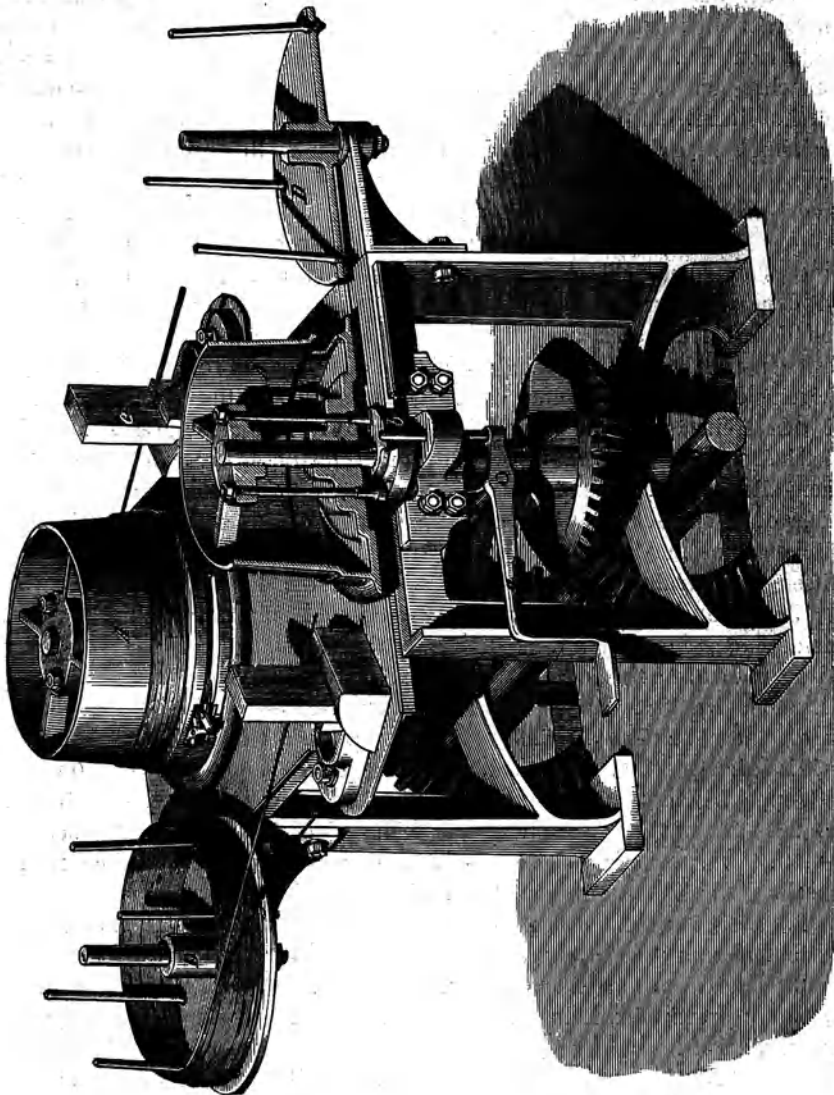


Fig. 246.

drehung versetzt wird, und die, nachdem der Draht hinter dem Zieheisen mittels einer Zange erfaßt ist, denselben zu einem Ring aufwickelt, aus dem Zieheisen *C* und dem Haspel *D*, von welchem der zu ziehende Draht abläuft. Das Zieheisen ist in einen um den Bolzen *c* drehbaren und mit einem Napf für die Schmiere versehenen Halter gespannt, so

daß es sich immer von selbst senkrecht zur Zugrichtung einstellt. Geschieht dies nicht, so wird nicht nur das Zieheisen einseitig abgenutzt, sondern es bekommt auch der Draht Neigung, wenn er nicht verhindert wird,  $\infty$ förmige Schlingen zu bilden, oder er wird gar vielfach geknickt. Damit der beim Anziehen der Leier unvermeidliche Ruck, welcher häufig den Draht abreißt, möglichst vermieden werde, haben Köttgen & Co. in Barmen den Befestigungspunkt der Zangenkette ganz nahe an die Drehachse der Leier verlegt und ihr eine Führung erteilt, durch welche der Hebelarm, an dem die ziehende Kraft wirkt, allmählich bis zur normalen Größe wächst. Von der senkrechten Welle wird die Bewegung durch einen Mitnehmer *b*, welcher gegen die in der Trommel befestigten Bolzen drückt, auf diese übertragen. Soll die Leier stillstehen, z. B. weil der Draht gerissen oder abgelaufen ist, so drückt der Drahtzieher (Zöger) auf den Hebel *a* und hebt sie dadurch so hoch, daß die Bolzen und der Mitnehmer außer Eingriff kommen. Die Einschaltung erfolgt nach dem Fallenlassen der Trommel von selbst. Abänderungen der beschriebenen Einrichtung beziehen sich meist nur auf die Art der Befestigung des Drahtendes oder der Aus- bzw. Einschaltung, welche erstere bei den Feinzügen, von denen ein Arbeiter eine ganze Reihe zu beaufsichtigen hat, selbstthätig erfolgen muß. Diese Ausschaltungen beruhen alle darauf, daß der vom Mitnehmer erfaßte Bolzen durch eine Feder oder ein Gegengewicht aufwärts gezogen wird, sobald die Reibung zwischen ihm und jenem aufhört; das ist stets der Fall, wenn durch Reissen des Drahtes der Widerstand gegen die Bewegung aufgehoben ist. Je nach der Stärke der auf ihnen herzustellenden Drähte unterscheidet man vier Arten von Drahtzügen:

1. Grobzüge; sie zerfallen in drei Gruppen, von denen die erste Drähte bis No. 38, die zweite solche von No. 38 bis No. 28 und die dritte feinere bis Nr. 19 liefert. Gruppe 2 und 3 bezeichnet man auch als Mittelzüge. Der Scheibendurchmesser ist in Gruppe 1 700—550 mm, in Gruppe 2 und 3 500—420 mm; die Umdrehungszahlen i. d. Minute sind 20—26 (für die größten Drähte über No. 70 nur 12—14) bzw. 33—40. Der erforderliche Kraftaufwand beträgt durchschnittlich  $2\frac{1}{2}$ , für sehr grobe Nummern 3—4 Pferdekräfte.

2. Feinzüge für No. 25—7. Scheibendurchmesser 350—250 mm; Umdrehungszahl 40—55; Kraftbedarf  $\frac{1}{4}$  Pferdekraft.

3. Kratzendrahtzüge für Drähte von No. 11 abwärts. Die den obigen entsprechenden Zahlen sind 225—200 mm, 60—70 Umdrehungen,  $\frac{1}{20}$  Pferdekraft.

Aller Walzdraht ist mit einer Glühspanschicht überzogen, welche vor dem Ziehen entfernt werden muß, wenn nicht das Zieheisen stark leiden und der Draht schieferige Oberfläche erhalten soll. Das verbreitetste Verfahren besteht im Beizen in Säure, wodurch der Oxyduloxydüberzug gelockert wird, und im nachherigen heftigen Zusammenschlagen der einzelnen Windungen jedes Ringes, wobei er abspringt. Letztere Arbeit wird auf dem Polterwerk vorgenommen. Es ist dies



eine Vorrichtung, bestehend aus einer Reihe von hölzernen Bäumen, die gleich Schwanzhämmern von einer Daumenwelle gehoben werden und mit den am vorderen Ende über einen senkrechten Pfahl gesteckten losen Drahringen auf den Sandsteinboden der Halle schlagen.

Man hat zahlreiche Vorrichtungen erdacht, um die Verwendung der Säure, mit welcher viele Übelstände wie die Verunreinigung der Flußläufe u. a. verknüpft sind, zu umgehen; es sind teils Scheuertrommeln und davon abgeleitete Apparate, teils Vorrichtungen, welche den kräftig gespannten Draht nach verschiedenen Richtungen biegen, dadurch die Glühspansicht zersprengen und die Stücke dann an harten Gegenständen, z. B. Eisenschrott, weit gelochten Zieheisen u. s. w. abstreifen. Letztere sind am verbreitetsten und haben zu einer wesentlichen Einschränkung des Beizens geführt.

Schon oben wurde erwähnt, daß der Draht beim Ziehen so hart und spröde wird, daß ein weiteres Ziehen nicht ohne Gefahr des Zerreißens und nur mit sehr hohem Kraftaufwand erfolgen kann. Man giebt ihm deshalb die ursprüngliche Weichheit und Zähigkeit durch Ausglühen zurück. Die Drahringe werden zu diesem Behuf in 860 bis 940 mm weite, 1050—1400 mm hohe, 1000—1400 kg Draht fassende Töpfe aus dickem Kesselblech oder aus Flußeisen (gegossen) gepackt und in diesen mittels eines Kranes in den cylindrischen Glühofen gesetzt, um darin etwa 6 Stunden zu verweilen und bis auf dunkle Kirschrotglut erhitzt zu werden. Trotz sorgfältiger Dichtung der Deckel wird der Draht doch von der eingeschlossenen Luft und von den durch die Wände eindringenden Feuergasen oxydiert, so daß sich abermaliges Beizen nötig macht. Den Metallverlust und den Säureaufwand zu vermeiden, sind verschiedene Vorschläge gemacht worden, so von Schmidt der, Kalkstein und Holzkohle oder Koks in den Glühkopf zu bringen; die verflüchtigte Kohlensäure soll z. T. reduziert werden und den Draht vor Oxydation schützen; und der von Schulte, den Topf mit möglichst reinem Stickstoff zu füllen; keiner von beiden hat bisher Eingang in die Praxis gefunden.

Dagegen kann vielleicht das der Firma H. A. & W. Dresler in Creuzthal mit D.R.P. 77 986 geschützte Verfahren zum Blankglühen das Beizen vollständig überflüssig machen; eine wesentliche Einschränkung hat es übrigens schon durch die jetzt fast allgemeine Anwendung sehr weichen Flußeisens zur Drahterzeugung erfahren, da dieses viel weniger häufig ausgeglüht zu werden braucht, als Feinkorn-Schweißisen. Der Draht wird auf seinem Wege durch einen reduzierend wirkenden Elektrolyten (meist Kochsalzlauge) mittels eines starken elektrischen Stromes zum Glühen erhitzt und vor seinem Austritt an die Luft in einer neutralen Flüssigkeit (Petroleum, Talg) gekühlt. Die Anode bildet eine Bleiplatte am Boden des Holztröges, die Kathode eine den Draht vor dem Eintritt ins Bad berührende Rolle.

Beim Glühen von Walzdraht, der mit ziemlich dicker Glühspansicht bedeckt ist, wirkt nicht allein der im Bad entstehende Wasser-

stoff reduzierend, sondern schon vor dem Eintritte in den Elektrolyten die verschieden starke Ausdehnung des Eisens und des Glühspans absprenkend auf letzteren.

Die verschiedenen Arbeiten geschehen beim Drahtziehen in nachstehender Reihenfolge:

Zuerst wird der Walzdraht entweder während dreier Stunden in verdünnter (1,0—1,2 l Säure von 66° B auf 100 l Wasser) oder während einer halben Stunde in fünfziggrädiger, durch eine Dampfschlange auf 90—100° erhitzter Schwefelsäure gebeizt. Im ersten Falle spült man den Draht mit frischem oder mit Kalkmilch versetztem Wasser gut ab und trocknet ihn rasch über einem Kohlenfeuer, im zweiten wird er in klarem Wasser gespült, unter fortwährendem Bebrausen gepoltet und dann in Kalkmilch gebracht, welche sowohl die letzten Säurereste neutralisieren als eine dünne Schicht Kalkhydrat auf dem Draht ablagern soll. Nachdem er an der warmen Luft des Glührumes getrocknet ist, kommt er in die Zieherei und wird hier je nach der zu erzeugenden Sorte verschieden behandelt. Soll z. B. Stiftdraht hergestellt werden, so zieht man ihn (in Westfalen) im Grobzug von No. 55 auf 46 und 38; dann folgt die erste Glühung, eine zweite Beize in verdünnter Säure und weiteres Ziehen im Mittelzug auf No. 31, 28, 25 und 22, wonach man ihn ein zweites Mal glüht. Bis hierher wird durch Schmiere gezogen, d. h. der Drahtzieher fettet den Faden vor dem Zieheisen fortwährend mit Öl ein, das mit dem am Drahte haftenden Kalkhydrat eine Seife, die Schmiere, bildet.

Vor dem Weiterziehen im Feinzuge wird drei Stunden lang in einem Bad aus 70 l Hefe, 70 l Wasser und  $\frac{1}{4}$  l Schwefelsäure gebeizt; man zieht jetzt aus Hefe, zu welchem Zwecke die Haspel in hölzernen Bottichen untergebracht sind. Der Hefe setzt man oft etwas Kupfervitriollösung zu. Man zieht von No. 22 auf 18, 16, 14, 13, 12, 11, glüht nochmals, beizt und zieht dann immer um eine Nummer weiter bis auf Nr. 7.

In der Neuzeit geht das Bestreben der Drahtzieher dahin, die absatzweise Zieharbeit in eine ununterbrochene zu verwandeln; es sind zu diesem Zweck eine ganze Reihe Vorrichtungen angegeben worden, welche den Draht durch eine mehr oder minder große Anzahl Ziehlöcher gleichzeitig ziehen. Um dies zu ermöglichen, wird er vor und hinter dem Zieheisen um stufenförmige Ziehrollen bezw. um Führungswalzen geleitet. Selbstverständlich ist dies Verfahren des großen Kraftaufwandes wegen nur auf feine Drähte anwendbar und erfordert ein ganz besonders weiches, zähes Metall, das nicht nach wenigen Zügen ausgeglüht werden muß; ein solches steht jetzt in dem auf basischem Weg erzeugten Flusseisen zur Verfügung.

Kantiger Draht wird als runder vorgezogen und in den letzten beiden Durchgängen kantig gestreckt oder auch gleich kantig gewalzt und kantig gezogen.

Ehe die so erzeugten Drähte in den Handel kommen, müssen sie z. T. ausgerichtet, d. h. von allen Verbiegungen und Knicken befreit

werden. Die zahlreichen hierzu bestimmten Vorrichtungen benutzen ausnahmslos das bereits bei den Drahtreinigungsmaschinen besprochene Verfahren, den Metallfaden in Wellenlinien zwischen Rollen und Backen hindurchzuziehen.

Um an Laderaum zu sparen, wird der zur Ausfuhr bestimmte Draht auf besonderen Maschinen zu Ringen von genau rechteckigem Querschnitt und immer gleicher Höhe aufgewickelt; diese lassen sich dann ohne Zwischenräume auf- und ineinander packen.

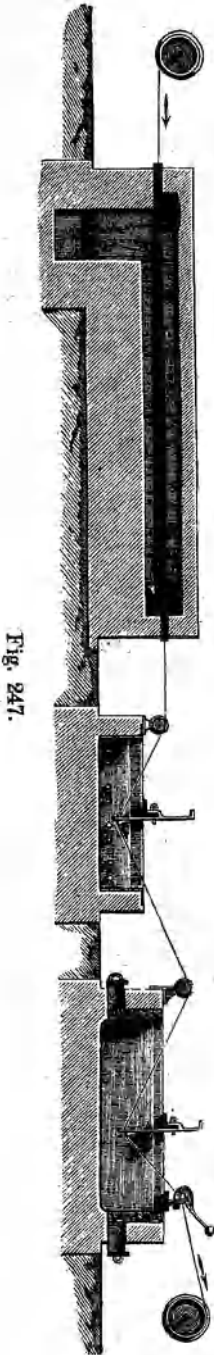
### c. Das Überziehen des Drahtes mit Schutzschichten.

Soll der Draht gegen oxydierende Einflüsse geschützt werden, was in zahlreichen Fällen erforderlich ist, so überzieht man ihn mit weniger oxydierbaren Stoffen; es kommen für uns hauptsächlich Teer und einige Metalle in Betracht.

Walzdraht wird meist nur asphaltiert; man taucht die Ringe in ein Bad von 50—60° erhitzten Teeres ( $\frac{1}{3}$  schwedischer Holz-,  $\frac{2}{3}$  Steinkohlenteer nebst etwas Graftit oder Braunstein zum Schwarzfärben) und läßt den Überschufs auf einem geeigneten Gestell ablaufen.

Federdraht verkupfert man. Zu diesem Zwecke wird er in eine schwefelsaure Lösung von Kupfervitriol gebracht, aus der sich durch chemische Umsetzung Kupfer auf dem Eisen niederschlägt; dann bringt man ihn in ein Hefenbad und zieht ihn auch aus Hefe. Hierauf wird er ein zweites Mal verkupfert und wieder gezogen; er behält nun seine rote Farbe, auch wenn man ihn noch vielmals zieht.

Der beste Schutz besteht im Verzinken. Neuere, vollkommen eingerichtete Verzinkereien können gleichzeitig bis zu 36 Drähten mit Zink überziehen. Die einzelnen Stränge laufen von den Haspeln zuerst durch die Hohlräume einer von unten und oben geheizten Eisenplatte, in denen sie ausgeglüht werden, treten unmittelbar hinter diesem Ofen in ein Salzsäurebad und endlich in die Verzinkungpfanne, hinter der die zur Aufnahme des Drahtes bestimmten Haspel angeordnet sind. Die aus starkem Blech zusammengenietete Zinkpfanne heizt man, um das Metall auf der erforderlichen Temperatur zu erhalten, an allen Seitenwänden, dagegen nicht am Boden. Nach und nach bildet sich in der Pfanne eine Legierung von Zink mit einigen Hundertteilen Eisen, sogenanntes Hartzink, welches zu erheblichem Zinkverluste führt, da es nicht zum Verzinken taugt. Es setzt sich am Boden als dickere Flüssigkeit ab und muß zeitweilig ausgeschöpft werden. In gusseisernen Pfannen soll die Hartzinkbildung besonders stark sein. In der vorderen Hälfte der Pfanne ist das Zinkbad mit Salmiak, in der hinteren mit Sand bedeckt; beide schützen es vor Oxydation; der letztere hat noch die besondere Aufgabe, das überschüssige Zink vom Draht abzustreifen, damit nicht einzelne hängenbleibende Tropfen nach dem Erstarren Knoten am Drahte bilden. In Fig. 247 ist die ganze eben beschriebene Einrichtung, in Fig. 248 aber eine dem Drahtwerk von Witte & Kämper in



Osnabrück patentierte Zinkabstreifvorrichtung abgebildet, welche noch besser wirkt als eine bloße Sanddecke, in der sich leicht aus Sandkörnchen und erstarrtem Zinke Röhren bilden, durch welche der Draht ungehindert den Zinküberschuß mit fortführt. Das Instrument besteht aus einer durch ein Gewicht geschlossenen Zange mit gezahnten Backen, deren der Dicke des Drahtes angepaßte Zahnlücken dieser durchlaufen muß. Das mitgeführte Zink und die Sandkörnchen bilden vor der Zange eine ebensolche Röhre. Der obere Backen ist beweglich gemacht, damit

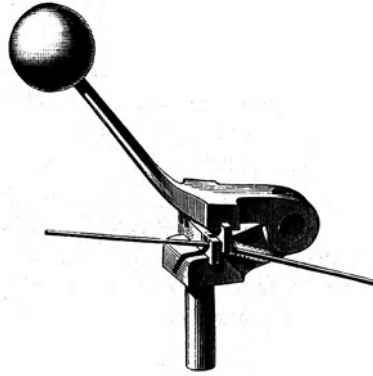


Fig. 248.

man die Zange leicht öffnen kann, wenn die Verbindungstelle zweier Ringe hindurchgehen soll.

Von geringerer Wichtigkeit ist das Verzinnen und Verbleien sowie die Nickelplattierung von Eisendraht.

## J. Die Erzeugung schmiedeeiserner Röhren.

Die zahlreichen Verfahrensarten, welche für die Erzeugung schmiedeeiserner Röhren in Anwendung kommen, lassen sich in zwei Gruppen teilen, von denen die eine die Röhren dadurch bildet, daß sie Blechstreifen aufrollt und die zusammenstoßenden Kanten durch irgend eine Art von Naht verbindet, während die andere durch entsprechende Behandlung eines vollen Blockes sogenannte nahtlose Röhren herstellt.

Zu der ersten Erzeugungsart gehört das

Falzen, Nieten und Schweißen, während z. B. das Mannesmannsche Verfahren der zweiten Art entspricht.

Die Herstellung gefalzter (Ofenrohre) und genieteteter Rohre (Windleitungen u. dergl.) kann als eine nicht hüttenmännische aus dem Kreise dieser Betrachtung ausscheiden, so daß aus der ersten Gruppe der Erzeugungsarten nur die Herstellung geschweißter Röhren zu besprechen bleibt.

#### a. Die Herstellung geschweißter Röhren.

Als Rohstoff werden hierzu Universaleisenstreifen (Strips) verwendet, deren Breite und Dicke von dem Durchmesser und der Wandstärke der zu erzeugenden Röhren abhängt. Je nachdem, ob die Schweißung der Röhren stumpf oder mit schräger Überdeckung erfolgt, müssen auch die Längskanten der Rohrbleche eine entsprechende Zurichtung erfahren. Diese erfolgt auf der Rohrblechhobelmaschine. Der Blechstreifen wird hier zwischen zwei entsprechend gestellten Messern hindurchgezogen und erhält in einem Durchgange die für die Schweißung erforderliche Form. Hierauf werden die Streifen in einem Schmiede-

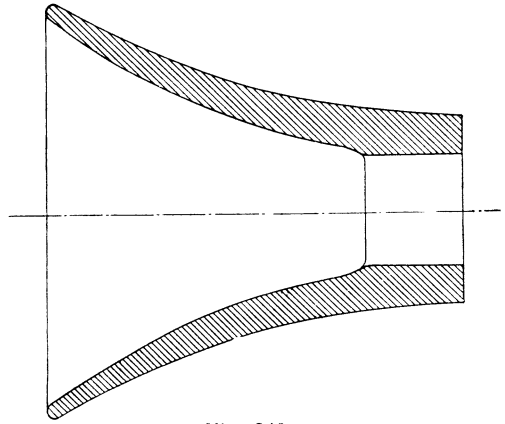


Fig. 249.

feuer an einem Ende erwärmt, dieses Ende um einen Dorn geklopft und dadurch dütenartig aufgerollt. Die so vorbereiteten Streifen erhitzt man in einem Wärmeofen auf Hellrotglut und zieht sie dann auf der sog. Rundbank vor. Der Streifen wird dabei mit dem vorgerollten Ende in das Kaliber der Ziehbank, die Ziehdüte (Fig. 249), gesteckt, das aus der Düte hervorragende Stück von der in einer Kette ohne Ende hängenden Schleppzange erfaßt und so der ganze Streifen durch das Kaliber gezogen, wobei er sich röhrenförmig aufrollt. Die vorgezogenen Röhren werden nun in einem anderen Ofen auf Schweißhitze gebracht und dann auf der Fertigziehbank (Fig. 250 u. 251) durch eine genau dimensionierte Ziehdüte (Fig. 252) und gleichzeitig über einen dem lichten Durchmesser des Rohres entsprechenden Dorn

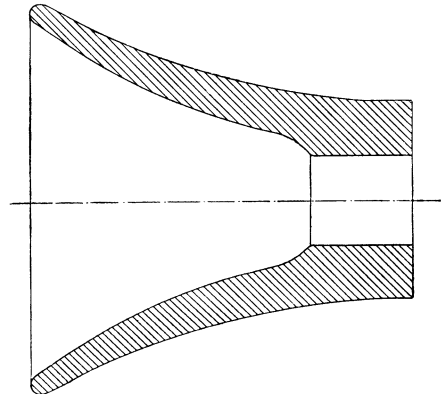


Fig. 252.

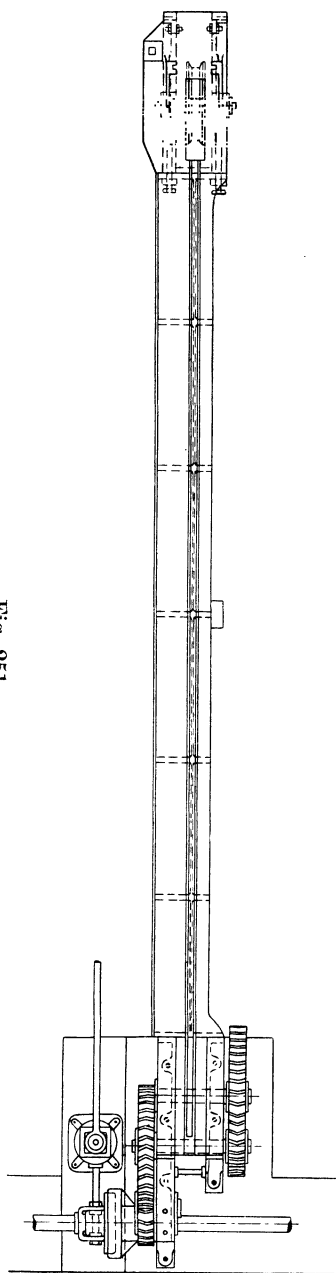


Fig. 251.

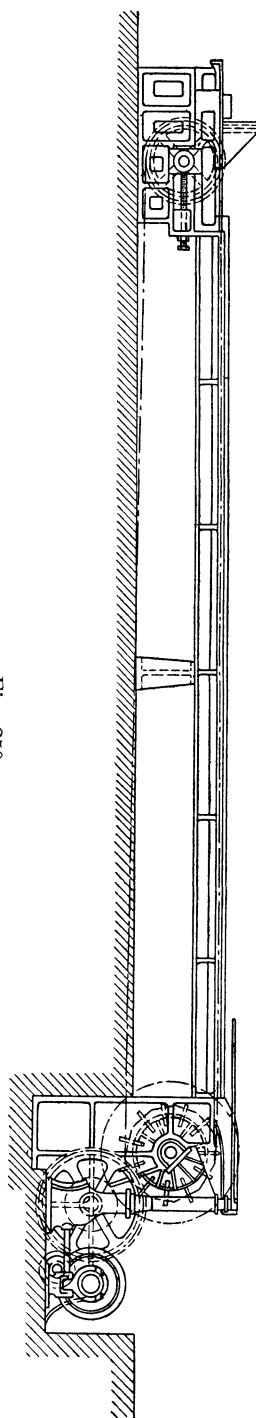


Fig. 250.

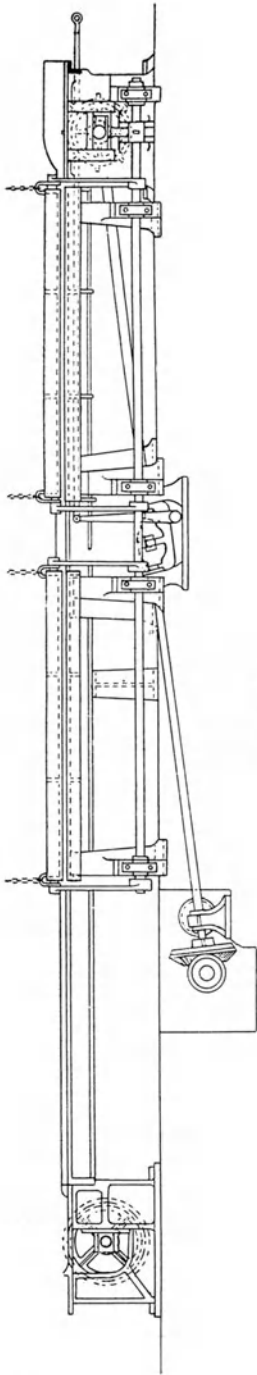


Fig. 253.

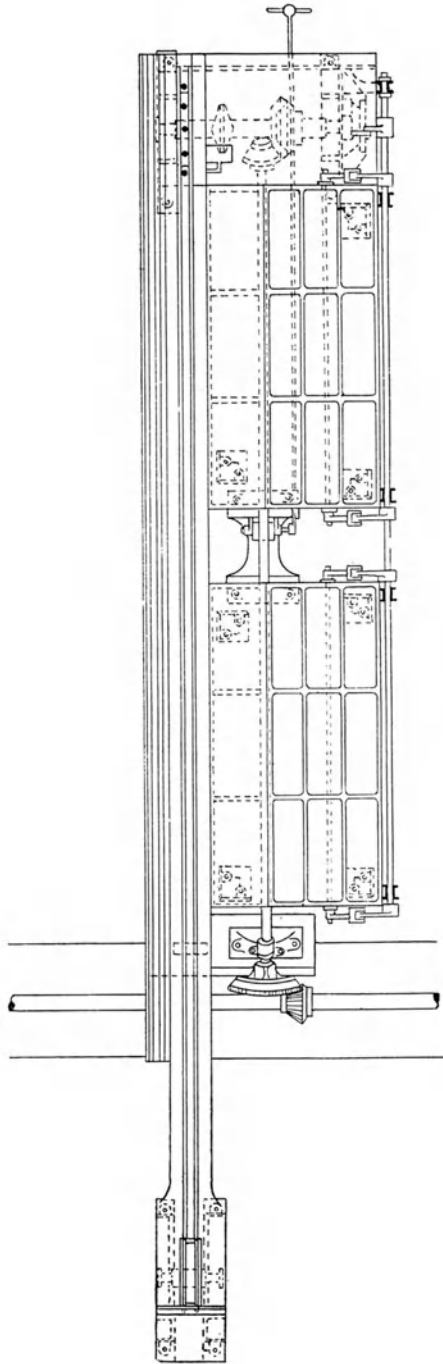


Fig. 254.

gezogen, wobei die beim Rollen der Streifen einander nahe gebrachten Längskanten durch Schweißen vereinigt werden. Je nach Bedarf kann das Schweißen noch ein oder mehrmals wiederholt werden, wobei jedesmal eine etwas engere Ziehdüte eingesetzt wird, um eine desto zuverlässigere Schweißung zu erzielen.

Als Vollendungsvorrichtung dient eine sog. Nachziehbank und eine Mangel (Fig. 253 u. 254). Erstere enthält ein scharfes Kaliber, d. h. eine Ziehdüte ohne trichterförmige Erweiterung (Fig. 255), welche die Oxydschicht von den Röhren abschabt, und letztere dient zum Geraderichten der Röhren. Sie besteht aus zwei um den äußeren Durchmesser der Röhren von einander entfernten Platten, welche maschinell gegen einander verschoben werden und dabei die zwischen ihnen liegenden Röhren hin und her rollen, so daß alle Krümmungen entfernt werden.

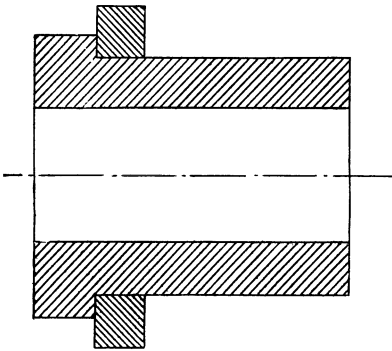


Fig. 255.

Bei der Erzeugung solcher Röhren, welche hohen Druck auszuhalten haben (z. B. Siederöhren für Dampfkessel), benützt man zum Schweißen nicht die Ziehbank, sondern ein Walzwerk (Fig. 256—258), dessen sehr kurze

Walzen nur ein Kaliber von genau kreisrunder Form enthalten und wie bei jedem anderen Walzwerke anstellbar sind. Der Antrieb dieser Walzen erfolgt durch eine Transmission; meist kann mit zwei verschiedenen Geschwindigkeiten gearbeitet werden, indem man die durch die Triebräder lose hindurchgehende Welle durch Einrücken einer Kuppelung bald mit dem einen, bald mit dem anderen Triebrade verbindet. Beim Schweißen zwischen Walzen wird in gleicher Weise wie auf der Ziehbank ein Dorn verwendet.

Die Geschwindigkeiten, mit welchen die Rohrstreifen die verschiedenen Bearbeitungsprozesse durchlaufen, betragen

auf der Vorziehbank	etwa 25 m i. d. Minute,
„ „ Fertigziehbank	„ 50 „ „ „
in Rohrwalzen älterer Bauart	$1\frac{3}{4}$ und 2 m i. d. Sekunde,
„ „ neuerer „	4 „ „ „

Den Durchmesser der Rohrwalzen nimmt man zwischen 750 und 850 mm an.

#### b. Die Erzeugung nahtloser Röhren.

In Nachstehendem sollen zwei Herstellungsweisen besprochen werden, welche zur Bildung eines Rohres nicht gewalzte Blechstreifen verwenden, sondern Flusseisenblöcke, und zwar in einer Gestalt, welche jedes Stahlwerk zu liefern vermag. Bei der einen wird aus einem runden, gegossenen Block oder einem rund vorgewalzten Knüppel durch



eine ganz eigenartige Verschiebung der Stoffteilchen ein Rohr von bestimmten Abmessungen hergestellt (Mannesmannsches Schrägwalzverfahren), bei der anderen ein mit einem Hohlraum in der Längsrichtung versehener Block durch mehrere aufeinander folgende Bearbeitungsvorgänge in die gewünschte Rohrform übergeführt.

### 1. Das Mannesmannsche Schrägwalzverfahren.

Denkt man sich ein cylindrisches Arbeitstück *A* (Fig. 259) so zwischen zwei parallele und in gleicher Richtung sich drehende Walzen

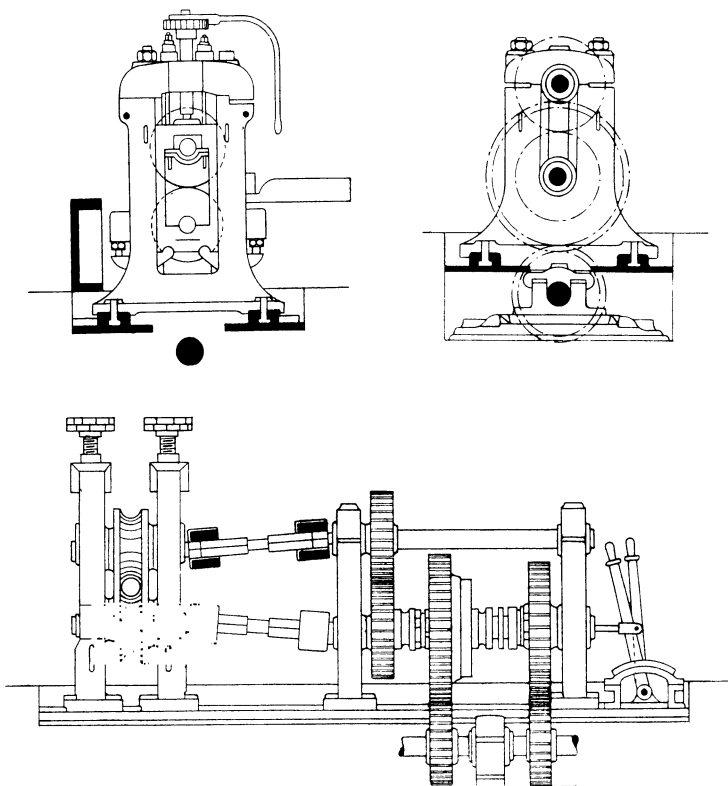


Fig. 256—258.

*B* und *C* gebracht, daß die Achsen dieser drei Cylinder parallel sind und an den Berührungstellen ein gewisser Druck stattfindet, so erleidet das Arbeitstück eine Drehung um seine Achse, und zwar in einer Richtung, welche der Drehrichtung der Walzen entgegengesetzt ist.

Giebt man aber den Walzen eine solche Lage, daß ihre Achsen zwar noch wagerecht liegen, aber gegen die senkrechte Ebene einen Winkel  $\alpha$  bilden (Fig. 260 u. 261), und zwar so, daß die Achsen der beiden Walzen nach verschiedenen Seiten der senkrechten Ebene geneigt

sind, so wird die durch den Druck zwischen Walze und Arbeitstück hervorgerufene Reibung als eine Kraft auftreten, welche senkrecht zur Walzenachse gerichtet ist und welche sich gegenüber dem Arbeitstück in zwei Komponenten  $W = R \cdot \cos \alpha$  und  $T = R \cdot \sin \alpha$  zerlegt. Von diesen Komponenten wird  $W$  das Walzen des Arbeitstückes um seine Achse,  $T$  dagegen eine Fortbewegung desselben in der Längsrichtung, das sog. Treiben, verursachen. Würde man das Treiben verhindern,

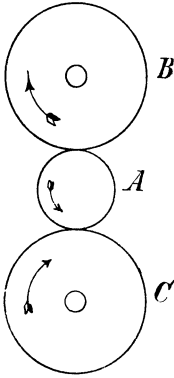


Fig. 259.

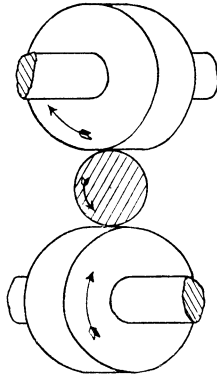


Fig. 260.

indem man der Fortbewegung des Arbeitstückes einen Widerstand entgegensetzte, so müßte die Komponente  $T$  eine Verschiebung der Stoffteilchen an den von den Walzen berührten Stellen des Arbeitstückes hervorzurufen suchen, und sie wird diese Verschiebung tatsächlich hervorbringen, wenn das Arbeitstück eine der Kraft  $T$  entsprechende Weichheit und Bildsamkeit besitzt.

Das Mittel, welches angewendet wird, ein Treiben des Walzstückes zu verhindern, kann zweifacher Art sein. Entweder ist es eine an der Einsteckseite der Walzen angebrachte kegelförmige Verjüngung, welche das noch un bearbeitete und darum dickere Ende des

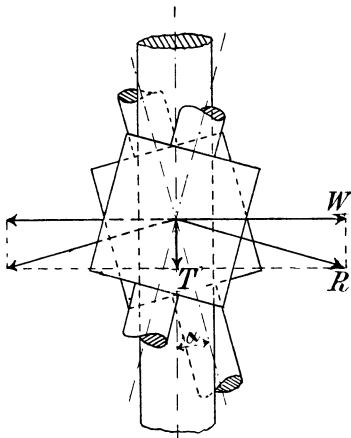


Fig. 261.

Arbeitstückes zurückhält (Fig. 262), oder es ist ein Dorn, welcher, dem Werkstück entgegengehalten, das Treiben desselben verhindert und gleichzeitig die Innenseite des Rohres bearbeitet (Fig. 263). In beiden Fällen besteht die Wirkung der in der Längsrichtung des Arbeitstückes liegenden Komponenten  $T$  in einer derartigen Verschiebung der Stoffteilchen, daß am vorderen Ende eine becherförmige Vertiefung entsteht, welche sich in gleicher Weise bei den nachrückenden Teilen des Arbeitstückes bildet und so aus dem vollen Metallstück ein Rohr gestaltet.

Zu einem Ergebnisse ganz ähnlicher Art gelangt man, wenn man die Wirkung der zwischen Walzen und Arbeitstück auftretenden Druckkräfte in Bezug auf einen Querschnitt betrachtet, und zwar unter der Voraussetzung, daß das bildsame Arbeitstück zwischen den Walzen eine Zusammendrückung erfährt

und die Berührung zwischen diesen und jenem nicht in einem Punkte, sondern in einer Fläche stattfindet, welche von der Ebene des zu erzeugenden Querschnittes in entsprechenden Linienstücken  $ab$  und  $ed$  Fig. 264 geschnitten werden. Die Summe der auf den Berührungslinien  $ab$  und  $ed$  wirkenden Druckkräfte möge durch die Kräfte  $D$  und  $D_1$ , die von diesen hervorgerufenen Reibungen durch  $R$  und  $R_1$  ausgedrückt sein; dann hat man in den Resultierenden  $P$  und  $P_1$  ein Kräftepaar, welches an dem bildsamem Arbeitstücke nicht nur eine Drehung um seine Achse, sondern auch eine Verschiebung der inneren Stoffteilchen nach dem Umfange des Arbeitstückes hervorbringt. Diese Verschiebung und die zuvorbeschriebene, in der Längsrichtung des Arbeitstückes stattfindende, bewirken nun gemeinsam die Bildung des Rohres und zugleich eine schraubenförmige Anordnung der Stofffasern in seiner Wandung.

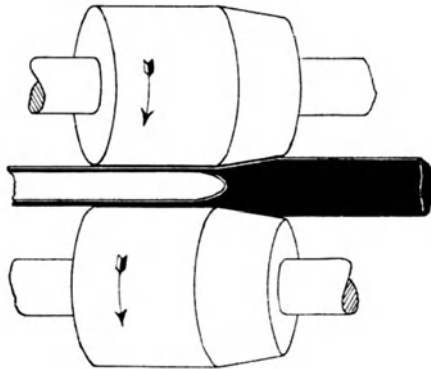


Fig. 262.

Ein Walzwerk der beschriebenen Form vermag nun nicht nur eine einzige Rohrsorte hervorzubringen; man ist vielmehr durch verschiedenartige Einstellung der Walzen in der Lage, sowohl Röhre von ver-

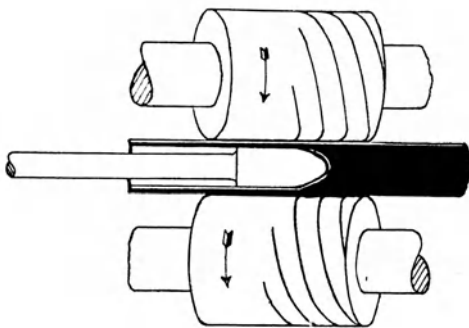


Fig. 263.

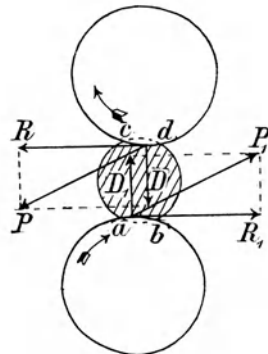


Fig. 264.

schiedenen Durchmessern als auch von verschiedener Wandstärke zu erzeugen. Ebenso ist es möglich, fertige Röhre durch eine Wiederholung des Walzprozesses aufzuweiten. Handelt es sich dabei blofs um eine Verminderung der Wandstärke, so genügt das beschriebene Walzwerk mit cylindrischen Walzen; soll aber zugleich mit der Aufweitung eine Vergrößerung des äußeren Durchmessers erzielt werden, so bedient man sich des sog. Scheibenwalzwerkes, dessen Form und Wirkungsweise

Fig. 265 veranschaulicht. Die beiden als flache Kegelstümpfe ausgebildeten Scheibenwalzen haben entgegengesetzte Drehrichtung und lassen zwischen sich und dem auf seiner Stange drehbaren Dorn einen Zwischenraum, welcher an der Grundfläche des Dornes gleich der verdünnten, an der Spitze desselben gleich der ursprünglichen Wandstärke des Rohres ist.

Der Vorgang der Rohrbildung verläuft bei dem Mannesmannschen Verfahren in der sehr kurzen Zeit von etwa 30 Sekunden. Es muß also von den Betriebsmaschinen dieser Walzwerke während der genannten Zeit ungefähr dieselbe Energie geliefert werden, wie sie bei dem früher

beschriebenen Herstellungsverfahren für die aufeinander folgenden Umformungsarbeiten nötig war. Um nun von der Maschine die notwendige Arbeitsfähigkeit zu erlangen, ohne deshalb ihre Abmessungen ungebührlich steigern zu müssen, benutzt man hier

in mehr als gewöhnlicher Weise die Arbeitsfähigkeit des Schwungrades, indem man dieses befähigt, außerordentliche Mengen Energie aufzuspeichern. Das angewandte Mittel besteht darin, daß man den Kranz des Schwungrades aus Stahldraht bildet, welcher, wie auf einer Garnwinde, auf den tangential zur Nabe angeordneten Speichen aufgewickelt wird. Der dadurch erzielte Schwungradkranz erlangt eine so große Festigkeit, daß man ihm ohne Gefahr eine Umfangsgeschwindigkeit von 100 m erteilen kann, während man bei gewöhnlichen Schwungrädern nicht über 50 m gehen darf. Da nun die von dem Schwungrad abgebbare Arbeitsmenge von dem Quadrate seiner Geschwindigkeit abhängt ( $A = \frac{m v^2}{2}$ ), so ist

klar, daß ein solches Schwungrad bei der Verminderung seiner Geschwindigkeit aufsergewöhnliche Mengen Energie zu liefern vermag. Ist dann ein Rohr durchgewalzt, so hat die Maschine bis zur Ankunft des nächsten Arbeitstückes hinreichend Zeit, dem Schwungrade die verlorene Geschwindigkeit wiederzugeben und so die von ihm abgegebene Energie wieder zu ersetzen.

## 2. Das Verfahren mit hohl gegossenem Blocke.

Die Herstellung des hohlen Flusseisenblockes erfolgt durch Einsetzen eines aus zwei Teilen bestehenden hohlen, gußeisernen Kernes

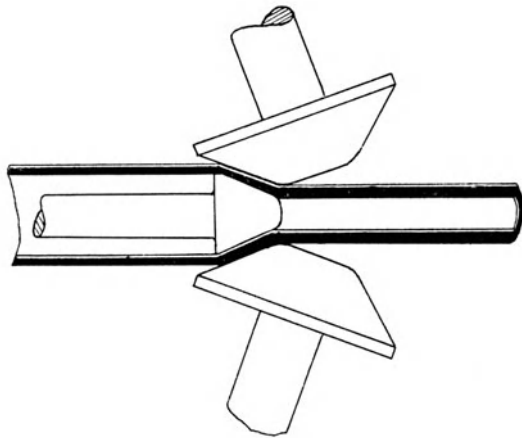


Fig. 265.

in die Blockform. Dem Schwinden des erstarrenden Metalles wird dadurch Rechnung getragen, daß man die beiden Kernhälften durch Keileinlagen trennt, welche beim Zusammenziehen in den Innenraum des Kernes zurücktreten. Der Querschnitt des Blockes entspricht etwa Fig. 266. Nach dem Erkalten der Blöcke werden die Wände des Hohlraumes mit geschlämmtem Asbest bestrichen, um bei dem nunmehr erfolgenden Erwärmen auf Weißglut und dem Auswalzen auf einem Universalwalzwerke das Zusammenschweißen der Innenwände zu verhüten. Die Breite des gewalzten Streifens richtet sich nach dem Durchmesser des zu erzeugenden Rohres. Seine Dicke ist gleich der doppelten Wandstärke, zuzüglich eines gewissen Abbrandes.

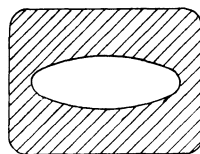


Fig. 266.

Nach dem Erkalten des Streifens wird dieser an einem Ende etwas aufgemeißelt, dann dieses Ende auf etwa 500 mm Länge erwärmt und ein spitzer, flacher Dorn eingetrieben. Der so vorbereitete Rohrstreifen (Fig. 267) kommt nun in den eigentlichen Rohrofen, wo er erhitzt und dann auf einer dicht an die Ziehthüre des Ofens anschließenden Schleppzangenziehbank im ersten Gange über einen ovalen, im zweiten über einen kreisrunden Dorn

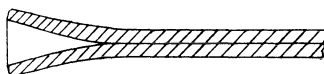


Fig. 267.

gezogen und im Dritten geschlichtet wird. Die Greifbacken der Ziehbank erfassen dabei das Rohr an den beiden seitlich stehen bleibenden Längsrippen, welche auch dem fertigen Rohre eigen sind und unter Umständen eine willkommene Versteifung desselben bilden. Durch Abschneiden auf die vorgeschriebene Länge und Auflöten eines Flansches mittels Schlaglot wird das Rohr nunmehr für den Gebrauch zugerichtet.

# Sachregister.

---

## **A.**

Abgratmaschine 242.  
Abnahmekoeffizient 210.  
Abschrot 164.  
Abstreifmeißel 190.  
Abzüge 55.  
Ambofs 154.  
Anschweißen an Gufsstücke 123.  
Ansetzen der Schmiedestücke 167.  
Anstellen der Walzen 181, 250.  
Anstreichen 127.  
Anzug der Walzkaliber 209.  
Arbeitsigenschaften der Metalle 2.  
Arbeitständer 181.  
Asphaltieren 126, 274.  
Aufbereitung 1.  
— des Formsandes 32.  
Aufhauen der Schmiedestücke 168.  
Aufstampfen der Form 59.  
Aufwerfhammer 154.  
Aufziehen der Schmiedestücke 167.  
Ausgleichgruben 152.

## **B.**

Bandagen 232.  
Bandeisen 138, 220, 224.  
Baublech 140.  
Baueisen 138, 226.  
Behälterblech 140.  
Belageisen 139, 230.  
Biegen der Schmiedestücke 167.  
Bildsamkeit des Formsandes 31.  
Blech 137, 140, 247.

Blechscherer 257.  
Blechwalzwerk 249.  
Bleilegierungen 24.  
Blockschere 216.  
Blockwalzen 213.  
Bramme 248.  
Brechtopf 183.  
Breiteisen 138.  
Breiten der Walzstücke 204.  
Britanniametall 24.  
Bronze 22.  
Bruchfestigkeitsprüfungswage 16.

## **C.**

Chabotte 155.

## **D.**

Dammgrube 39, 42.  
Dämmhölzer 45.  
Dampfhammer 156, 164.  
Doppel-Duowalzwerk 220.  
Doppel-T-Eisen 139, 227.  
Draht 137, 141, 261.  
Drahtspitzmaschine 267.  
Drahtwalzwerke 262.  
Drahtziehen 267.  
Drahtzüge 272.  
Druckspindel 182.  
Duowalzwerk 177, 244.  
Durchlässigkeit 31.  
Durchschlag 164.  
Durchweichungsgruben 152.  
Durchziehplatte 63.

**E.**

Einbaustücke 180.  
 Eingufs 56.  
 Einklopfen der Modelle 59.  
 Eisenbahnmaterial 140, 231.  
 Eisengießerei 3.  
 Eisengufs 3.  
 Emaillieren 127.  
 Ergänzungsstücke, formgebende 164.

**F.**

Feinblech 256.  
 Feinblechwalzwerk 255.  
 Feldschmiede 143.  
 Fertigstellen der Bleche 257.  
 — der Gufswaren 123.  
 — des Stabeisens 235.  
 Fertigwalzen 213.  
 Flacheisen 138, 220, 223.  
 Flammofen 144.  
 Flügelradgebläse 113.  
 Flufseisen 21, 212.  
 Flufseisenblech 140.  
 Flufseisengufs 134.  
 Flufsstahl 21.  
 Form 26.  
 Formeisen 138, 226.  
 Formerarbeiten 52.  
 Formerei, freie 84.  
 Formerstifte 58.  
 Formerwerkzeuge 43.  
 Formkasten 39.  
 Formlehm 35.  
 Formmaschinen 64.  
 Formpressen 69.  
 Formsand 30.  
 Formstoffe, sonstige 36.  
 Fremdstoffe. Verhalten beim Um-  
 schmelzen 5, 87.  
 Führungen der Walzwerke 192.  
 Fundamente der — 178.

**G.**

Gabelpfanne 120.  
 Gattieren des Roheisens 87.  
 Gebläse 113.  
 Gehänge 58.  
 Gelbgufs 23.  
 Gesenke 164.  
 Gewerbe 1.

Giessen 108.  
 Gießerei 3.  
 Gießereiroheisen 20.  
 Gießpfannen 120.  
 Gjers'sche Gruben 152.  
 Glocke, Herstellung 84.  
 Grobblech 252.  
 Grobblechwalzwerke 249.  
 Gufs, schmiedbarer 131.  
 Gufseisen 3.  
 —, Prüfung 14.  
 Gufsform 26.  
 Gufsschalen 128.

**H.**

Hämmer 153.  
 —, Wirkung der 168.  
 Handeisen 138, 220, 225.  
 Handhammer 154.  
 Handpfanne 120.  
 Hartblei 25.  
 Hartgufs 128.  
 Hartborsten 129.  
 Hebetische 195.  
 Hemde der Gufsformen 85.  
 Herd 56.  
 Herdflammofen 96.  
 Herdformerei 55, 80.  
 Herdgufs, offener 55.  
 —, verdeckter 59, 80.  
 Hilfseinrichtungen der Walzwerke 193.  
 Holz 27.  
 Holzkohlenstaub 38.

**I.**

Inoxydieren 128.

**K.**

Kaliber der Walzen 208.  
 Kaliberanzug 209.  
 Kalibrieren der Walzen 208.  
 Kaltsäge 239.  
 Kammwalzen 187.  
 Kammwalzengerüst 180.  
 Kappenständer 180.  
 Kapselgebläse 116.  
 Käse für Radreifen 232.  
 Käse der Schmelztiegel 91.  
 Kastenformerei 56, 81.  
 Keilstücke 55.  
 Kehrwalzwerk 177, 224.

Kern 26, 55, 84.  
 Kerndrehbank 53.  
 Kerndrucker 52.  
 Kernformmaschine 53.  
 Kerngabel 47.  
 Kernkasten 26, 30, 52.  
 Kernmacherei 52.  
 Kernmarke 30.  
 Kernnägel 42.  
 Kernspindel 42.  
 Kernstück 55.  
 Kernstütze 43.  
 Kessel zum Schmelzen 89.  
 Kesselblech 140, 247.  
 Klemmplatten 140.  
 Knüppel 213, 218.  
 Knüppelwalzen 213, 218.  
 Kokillen 128.  
 Kopf, verlorener 122.  
 Krampstock 121.  
 Kräne 47.  
 Kranpfannen 120.  
 Kühlvorrichtung der Walzwerke 193.  
 Kupferlegierungen 22.  
 Kuppelungen der Walzen 188.  
 Kupolöfen 97.  
 —, Vergleich der 108.

**L.**

Laschen 140, 232.  
 Legierungen 22.  
 Leierzahbank 270.  
 Lehm 35.  
 Lehmformerei 84.  
 Lehrboden 57.  
 Lochen 168.  
 Lochring 164.

**M.**

Mannesmannsches Walzverfahren 281.  
 Mantel freier Formen 84.  
 Maschinenformerei 63.  
 Masse 35.  
 Masselbrecher 116.  
 Messing 23.  
 Metallgießerei 3.  
 Metallstärke, falsche 85.  
 Mitisguß 4, 21.  
 Modell 26, 28.  
 Modellheber 44.  
 Modellplatte 29, 60, 63.

**N.**

Niveau 56.

**O.**

Oberdruck der Walzen 209.

**P.**

Panzerplatten 140.  
 Parallelhämmer 153.  
 Plattieren 248.  
 Polierblech 45.  
 Polierknöpfe 46.  
 Polierwalzen 225.  
 Pressen 171, 240, 242.  
 Putzen der Gußwaren 123.

**Q.**

Quadranteisen 139.  
 Quadrateisen 138, 220.

**R.**

Radreifen 140, 232.  
 Radreifeneisen 225.  
 Radreifenwalzwerk 233.  
 Rahmenhämmer 155.  
 Rahmenständer 180.  
 Reversierwalzwerk 177, 244.  
 Riemenscheiben, Herstellung der 80.  
 Riemenscheibenformmaschinen 67.  
 Richtpresse 240.  
 Roheisen 4, 20.  
 Röhren, schmiedeeiserne 137, 142, 276.  
 Rohrformerei 62.  
 Rohrwalzwerk 278.  
 Rohrziehbank 277.  
 Rollfässer 124.  
 Rollgänge 198.  
 Rollofen 145.  
 Roststabeisen 225.  
 Rotguß 23.  
 Rundeisen 138, 220, 222.  
 Rutschungskörper 203.

**S.**

Sandhaken 46.  
 Sandmischmaschinen 34.  
 Sandstrahlgebläse 124.  
 Schablone 26.  
 Schablonenformerei 79.  
 Scheibenziehbank 270.  
 Scheren 237, 257.  
 Scherpfannen 120.



Scheuertrommeln 124.  
 Schienen 140, 231.  
 Schiffblech 140.  
 Schleifen der Gufsstücke 126.  
 Schleppzüge 200.  
 Schichten der Schmiedestücke 167.  
 Schmelzkessel 90.  
 Schmelztiegel 90.  
 Schmelzvorrichtungen 89.  
 Schmiedefeuer 142.  
 Schmiedemaschine 164.  
 Schmiedepressen 171.  
 Schmiedestücke 137.  
 Schmiedeverfahren 165.  
 Schrabber 225.  
 Schrägwalzverfahren 281.  
 Schraubengebläse 116.  
 Schrotmeißel 164.  
 Schwanzhammer 154.  
 Schwarzblech 141.  
 Schwärze 38.  
 Schweifen der Schmiedestücke 168.  
 — der Blechpackete 248.  
 Schweifseisen 212.  
 Schweifseisenblech 140.  
 Schweifsofen 144.  
 Schwellen 140, 231.  
 Schwellenpresse 242.  
 Schwindmaß 28.  
 Setzhammer 164.  
 Siliciumgehalt der Gufsstücke 88.  
 Sohlplatte der Walzwerke 178.  
 Spiel der Walzen 211.  
 Spindelstock 79.  
 Sprung der Walzen 210.  
 Stabeisen 137, 220.  
 Stahlgießerei 4.  
 Stahlgufs 134.  
 Stauchen der Schmiedestücke 167.  
 Stauchkaliber 231.  
 Steigtrichter 57.  
 Stirnhammer 154.  
 Strecken der Schmiedestücke 167.  
 — der Walzstücke 204.  
 Streichblech 45.  
 Sturzblech 140.  
 Sumpf 120.

**T.**

Technologie 1.  
 T-Eisen 139.

Teilscheibe 80.  
 Tempergufs 131.  
 Temperöfen 133.  
 Ternblech 141.  
 Tiegelflammöfen 94.  
 Tiegelschachtofen 91.  
 Träger 227.  
 Transmissionshämmer 156, 163.  
 Treiben der Schmiedestücke 167.  
 Triowalzwerk 177, 244.  
 Trockenkammern 50.  
 Trockenöfen 50.  
 Truffel 45.

**U.**

Überheborrichtungen 193.  
 Überzüge, metallische, der Gufsstücke 126.  
 Überzugstoffe für Gufsformen 38.  
 U-Eisen 139, 230.  
 Umschmelzen, Wirkung auf Roheisen 4.  
 Universaleisen 260.  
 Universalwalzwerk 260.  
 Unterlagsbrett 57.  
 Unterlagsplatten 140.

**V.**

Ventilatoren 113.  
 Verdünnungsfaktor 269.  
 Verkupfern des Drahtes 274.  
 Verzinken des Drahtes 274.  
 Verzinnen des Bleches 258.  
 Voreilen der Walzstücke 206.  
 Vorwalzen 213, 219.

**W.**

Walzen 176, 185.  
 —, Hart-, Herstellung 130.  
 —, Kalibrieren der — 208.  
 —, Wirkung der — 200.  
 Walzenkuppelungen 188.  
 Walzenständer 178, 180.  
 Walzenzugmaschinen 188.  
 Walzkaliber 208.  
 Walzwerk-ausrüstung 190.  
 Walzwerke 176.  
 —, Vergleich der — 244.  
 Walzwerkzeugnisse 137  
 Walzwerkfundament 178.

Wanzen des Roheisens 13.  
Wärmgruben 152.  
Warmsäge 236.  
Wärmvorrichtungen 142.  
Weichguß 4, 21.  
Weichblech 141, 258.  
Weißmetall 24.  
Werkzinn 24.  
Windpfeifen 57.  
Winkelleisen 138, 226.  
Winkelhämmer 153.  
Wippe 193.  
Wulsteisen 140.

**Z.**

Zahnradformmaschinen 77.  
Z-Eisen 139, 227.  
Zerteilen der Schmiedstücke 168.  
Ziehbänke 270.  
Ziehdufen 278.  
Zieheisen 269.  
Ziehklotz 270.  
Zinklegierungen 25.  
Zinnlegierungen 24.  
Zorès-Eisen 139.  
Zusammensetzvorrichtung für Guß-  
formen 74.

Additional material from *Metallurgische Technologie*,  
ISBN 978-3-642-89578-4, is available at <http://extras.springer.com>



Verlag von Julius Springer in Berlin N.

---

## **Lehrbuch der allgemeinen Hüttenkunde.**

Von

**Dr. Carl Schnabel,**

Kgl. Preuss. Oberbergrath, Professor der Hüttenkunde u. chem. Technologie an der Kgl. Berg-Akademie zu Clausthal.

Mit 533 Abbildungen.

Preis M. 16,—; in Leinwand gebunden M. 17,20.

---

## **Handbuch der Metallhüttenkunde.**

Von

**Dr. Carl Schnabel,**

Kgl. Preuss. Oberbergrath, Professor der Hüttenkunde u. chem. Technologie an der Kgl. Berg-Akademie zu Clausthal.

**Erster Band.** Mit 571 Abbildungen im Text.

Preis M. 24,—; in Leinwand geb. M. 25,60.

**Zweiter Band.** Mit 362 Abbildungen im Text.

Preis M. 18,—; in Leinwand geb. M. 19,60.

---

## **Die Aufbereitung der Erze.**

Handbuch für ausübende und angehende Berg-Ingenieure

von

**C. Linkenbach,**

Ingenieur (Ems).

Mit 24 lithographirten Tafeln.

In Leinwand geb. Preis M. 24,—.

(Vergriffen — neue Auflage in Vorbereitung.)

---

## **Ingenieur-Kalender.**

Für Maschinen- und Hütten-Ingenieure

herausgegeben von

**Th. Beckert** und **A. Pohlhausen.**

In zwei Theilen.

Mit zahlreichen Holzschnitten und einer Eisenbahnkarte.

I. Theil in Leder mit Klappe. — II. Theil (Beilage) geheftet. Preis zusammen M. 3,—.

Brieffaschen-Ausgabe mit Ledertaschen etc. Preis M. 4,—.

---

## **Zeitschrift für praktische Geologie**

mit besonderer Berücksichtigung der Lagerstättenkunde.

In Verbindung mit einer Reihe

namhafter Fachmänner des In- und Auslandes

herausgegeben von

**Max Krahnmann.**

Erscheint in monatlichen Heften.

Preis für den Jahrgang M. 18,—; für das Ausland zuzüglich Porto.

---

Zu beziehen durch jede Buchhandlung.

Verlag von Julius Springer in Berlin N.

---

## Die chemische Untersuchung des Eisens.

Eine vollständige Zusammenstellung der bekanntesten Untersuchungsmethoden für Eisen, Stahl, Roheisen, Eisenerz, Kalkstein, Schlacke, Thon, Kohle, Koks, Verbrennungs- und Generatorgase.

Von

**Andrew Alexander Blair.**

Vervollständigte deutsche Bearbeitung von L. Rürup, Hütten-Ingenieur.

Mit zahlreichen in den Text gedruckten Abbildungen.  
In Leinwand gebunden Preis M. 6,—.

---

## Grundlagen der Koks-Chemie.

Von

**Oscar Simmersbach,**  
Hütteningenieur.

Preis M. 2,40.

---

## Quantitative Analyse durch Elektrolyse.

Von

**Dr. Alexander Classen,**

Geheimer Regierungsrath, Professor für Elektrochemie und anorganische Chemie an der Königl. Technischen Hochschule, Aachen.

Vierte, umgearbeitete Auflage.

Unter Mitwirkung von Dr. Walther Löb,

Privatdocent der Elektrochemie an der Königl. Technischen Hochschule, Aachen.

Mit 74 Textabbildungen und 6 Tafeln.  
Preis M. 8,—.

---

## Hilfsbuch für die Elektrotechnik.

Von

**C. Grawinkel und K. Strecker.**

Unter Mitwirkung von Borchers, Eulenberg, Fink, Goppelsroeder, Pirani, Seyffert und H. Strecker bearbeitet und herausgegeben

von

**Dr. K. Strecker,**

Kaiserl. Ober-Telegraphen-Ingenieur, Professor an der Kgl. Technischen Hochschule Berlin.

Sechste, vermehrte und verbesserte Auflage.

— Mit zahlreichen Figuren im Text. —

In Leinwand gebunden Preis M. 12,—.

---

## Zeitschrift für angewandte Chemie.

Organ des Vereins deutscher Chemiker.

Begründet von Dr. Ferdinand Fischer.

Herausgegeben von

**Dr. H. Caro** und **Dr. L. Wenghöffer.**

Preis für den Jahrgang von 52 Heften M. 20,—.

Die Zeitschrift erscheint wöchentlich in Heften von 24—32 Seiten und berichtet, unterstützt von hervorragenden Fachleuten, in übersichtlicher Anordnung über alle in das Gebiet der angewandten Chemie gehörenden Vorkommnisse und Fragen in Originalarbeiten und Berichten aus etwa 170 deutschen und ausländischen Zeitschriften, sowie über die hierher gehörenden Patente des In- und Auslandes.

---

Zu beziehen durch jede Buchhandlung.