

Universitäts- und Landesbibliothek Tirol

Die Metallurgie

Gewinnung und Verarbeitung der Metalle und ihrer Legierungen, in praktischer und theoretischer, besonders chemischer Beziehung

Ausführliches Handbuch der Eisenhüttenkunde - Gewinnung des Roheisens und Darstellung des schmiedbaren Eisens in praktischer und theoretischer Beziehung

Percy, John

Braunschweig, 1874

Vierter Abschnitt. Die Reinigung, Verbesserung und Formgebung

VIERTER ABSCHNITT.

DIE REINIGUNG, VERBESSERUNG
UND
FORMGEBUNG.

A. Reinigung und Verbesserung.

Wird auch durch die im vorhergehenden Abschnitte beschriebenen Zänge- und Dichtungsarbeiten das Eisen im wesentlichen von Schlacke und von eingeschlossenen Gasblasen befreit, so ist doch dieser Process noch keineswegs geeignet, ein Eisen von der Beschaffenheit herzustellen, wie es der Fabrikant zur Weiterverarbeitung brauchen kann. Die letzten Reste von Schlacke lassen sich nicht entfernen und was besonders ins Gewicht fällt, die Vertheilung des Kohlenstoffgehaltes ist bei allen, namentlich aber den aus dem teigigen Zustande gewonnenen Eisenstücken eine oft sehr ungleichmässige.

Ist nun der Kohlenstoffgehalt hoch genug um das schmiedbare Eisen ohne praktische Schwierigkeiten schmelzen zu können, so wird es der sehr vollkommenen Arbeit des Umschmelzens ausgesetzt. Ist der Kohlenstoffgehalt dagegen hierfür zu niedrig, also der Schmelzpunkt zu hoch, so bleibt nichts übrig, als sich der Schweissarbeit zu bedienen, welche natürlich im weiteren Umfange auch für die Reinigung kohlenstoffreicherer Eisenarten, so lange sie überhaupt schweisssbar sind, anwendbar erscheint.

Hieraus ergibt sich, dass man im wesentlichen nur Stahl umschmelzen kann. Ein solcher umgeschmolzener und dadurch von Schlacke ganz befreiter, im Kohlenstoffgehalte ganz gleichmässig gemachter Stahl heisst Gussstahl. Der Gussstahl ist daher ein durch Umschmelzen verbesserter, im Kohlenstoffgehalte aber unveränderter Stahl.

Bei der Schweissarbeit, bei welcher kleinere zu einem Packet zusammengelegte Eisenstücke zu einem grösseren vereinigt werden, lässt sich niemals der Kohlenstoffgehalt ganz aufrecht erhalten, sondern geht in grösserem oder geringerem Maasse unter Einwirkung der noch vorhandenen Schlacke und des sich an der Oberfläche auch bei Anwendung einer möglichst reducirenden Atmosphäre stets bildenden Oxydoxyduls verloren. Das Schweissen nennt man auf Stahl angewendet Gärben, weil die Anhäufung von kleinen zu schweisssenden Stahlstücken eine

Garbe heisst, daher auch den dadurch erzeugten verbesserten Stahl Gärbstahl, wogegen das ebenso behandelte Schmiedeeisen geschweisstes Eisen genannt wird und zwar, da man die Schweissung der Eisenkrystalle beim Zängen als erste Schweissung bezeichnet, zweimal, dreimal u. s. w., geschweisstes Eisen, je nachdem es einmal, zweimal u. s. w., kurz einmal weniger als die Zahl andeutet, dem eigentlichen Schweissprocesse unterworfen gewesen ist.

Der Gussstahl und der Gärbstahl werden gemeinschaftlich als Feinstahl bezeichnet, im Gegensatze zu allen den Stahlarten, welche auf irgend eine der früher erläuterten Weisen als Rennstahl, Frischstahl, Puddelstahl, Bessemerstahl, Flusstahl, Kohlenstahl, Cementstahl u. s. w. gewonnen werden, und die gemeinschaftliche Bezeichnung Rohstahl ¹⁾ führen.

Während im ganzen also Schweissarbeit und Umschmelzarbeit darin übereinkommen, dass sie aus einem unvollkommenen ein vollkommenes Product erzeugen, indem sie den Kohlenstoffgehalt, welcher in den einzelnen Theilen verschieden vertheilt war, ausgleichen, so bietet die Schweissarbeit noch die besondere Möglichkeit dar, Eisenstücke von verschiedenem Kohlenstoffgehalte in einer ganz bestimmten Weise zu einem einzigen zu vereinigen, welches in seinen Theilen zwar einen verschiedenen, aber nach bestimmten Grundsätzen angeordneten Kohlenstoffgehalt besitzt. So will man z. B. eine Eisenbahnschiene im Kopfe kohlenstoffreicher, daher härter als im Fusse haben. Zu diesem Zwecke vereinigt man in dem Packete, aus welchem diese Schiene gebildet werden soll, Stahl mit Schmiedeeisen.

In den folgenden beiden Capiteln sind nun die beiden Reinigungs- und Verbesserungsarbeiten

1. als Umschmelzarbeit oder Gussstahlerzeugung,
2. als Schweissarbeit

behandelt.

I. Gussstahlerzeugung.

Die Umschmelzung bereits erzeugten Stahles erfordert so besondere Bedingungen, dass es nicht auffallend erscheint, wenn in der ganzen älteren Metallurgie kein derartiges Verfahren bekannt gewesen ist, wie mit Bestimmtheit angenommen werden kann, wenn nicht die verhältnissmässig unvollkommene nur ein halbgeschmolzenes Product hervorbringende Wootzstahlerzeugung ²⁾ hierhin gerechnet werden soll. Es gehört zu der Möglichkeit, Stahl umzuschmelzen, erstens eine sehr hohe Tem-

¹⁾ Früher wendete man das Wort Rohstahl wohl allein für den durch den Herdfrischprocess gewonnenen Stahl an, später auch für Puddelstahl, jetzt darf man eine solche Beschränkung nicht mehr zulassen. ²⁾ Vergl. S. 563.

peratur und zweitens ein vollständiger Luftabschluss. Beide Bedingungen praktisch auszuführen, hat zuerst Benjamin Huntsman gelehrt ¹⁾.

Derselbe war 1804 in Lincolnshire geboren und starb 1776 zu Attercliffe in der Gemeinde Sheffield, wo er auf dem alten Kirchhofe beerdigt liegt ²⁾. Er war ursprünglich Uhrmacher zu Doncaster, wo er ausserdem eines hohen Rufes als Arzt und besonders als Augenarzt genoss. Später zog er in das Dorf Handsworth bei Sheffield und scheint dort seine Versuche über das Stahlschmelzen ausgeführt zu haben. Gegen 1770 ging er nach Attercliffe, wo seine Nachfolger das Geschäft noch heutiges Tages fortführen. Huntsman war kein Kaufmann und legte keinen grossen Werth auf Geld; jedoch hielt er seinen Process so lange als möglich geheim.

Nach der allgemeinen Ueberlieferung wurde das Geheimniss schliesslich von Jemandem gestohlen, welcher als Bettler verkleidet die Gastfreundschaft des Erfinders genossen hatte.

1773 veröffentlichte Horne ³⁾ eine nach Percy's Ansicht falsche Mittheilung, nach der die Erfindung von einem Ungenannten in London, einem Freunde des Lord Macclesfield, herrühren soll. Der erstere wurde durch den Wunsch auf die Erfindung geführt, die vorher aus Frankreich bezogenen, geschweissten Stahlwalzen für die Darstellung des feinen Silber- und Golddrahtes durch ein anderes Material zu ersetzen.

Indessen scheint diese Erzählung doch nicht ganz ungegründet zu sein, denn nach Proling ⁴⁾ lebte in der Gegend von Sheffield ein Metallarbeiter, Namens Walter (nach Rinman ⁵⁾ Waller), in dürftigen Umständen, dessen Bestreben es war, die bis dahin aus Cementeisen bereiteten Walzen für feine Metallwaaren, welche aus diesem Material hergestellt stets undichte und fleckige Stellen enthielten, aus Legirungen anderer Metalle zu erzeugen. Hierbei machte er nach vieljährigem Bemühen die Entdeckung, dass er einen ohne allen Zusatz umgeschmolzenen Stahl durch Schmieden vollkommen dicht erhalten könne. Er bereitete sich auf diese Weise vortreffliche Walzen und Schneidewerkzeuge, welche an Gleichartigkeit und Dichtigkeit des Materiales Alles

¹⁾ Percy (Iron, p. 828) theilt mit, dass sich die ausführlichste Beschreibung von einem anonymen Autor in dem Werke „Useful Metals and their Alloys. London 1857, p. 346 bis 349, übrigens auch erst nach einer älteren Quelle finde. — ²⁾ Le Play („Sur la fabrication de l'acier en Yorkshire“, Annales des mines 1843, 4, s. 3, p. 638,) giebt Daten über Huntsman's (den er auffallender Weise Huntsmann schreibt) Geburt und Tod nach eigener Copie von dem Grabstein auf dem Kirchhofe zu Attercliffe. Die Grabschrift lautet nach William Baker: „*Sacred to the memory of Benjamin Huntsman of Attercliffe, steel-refiner, who died June 20th., 1776, aged 72 years.*“ — ³⁾ Essays concerning Iron and Steel, p. 165. — ⁴⁾ Anteckningar under en Resa i England, åren 1797, 1798 och 1799, Stockholm 1817, aus Karsten's Archiv Bd. VIII, S. 342. — ⁵⁾ Oesterr. Jahrb. III, S. 308.

übertrafen, was man früher von solchen Arbeiten gekannt hatte. Ein reicher Fabrikant, Huntsman, erfuhr hiervon und nachdem er durch chemische Untersuchungen feststellen hatte lassen, dass der Stahl keine fremden Zusätze enthalte, brachte er es bald selbst zu gleichen Resultaten. Huntsman, der vermögende Fabrikant, gab dem Stahl seinen Namen, der wahre Entdecker starb unbekannt und unbelohnt.

Hiernach hat Huntsman nicht viel besser verfahren als jener scheinbare Bettler, der wieder ihm sein Geheimniss ablauschte.

Die ursprünglichen Oefen zur Gussstahlfabrikation waren nur für je einen Tiegel bestimmt. Obschon bereits zu Ende des vorigen Jahrhunderts¹⁾ solche für zwei oder vier Tiegel vorgeschlagen und wohl auch versuchsweise angewendet worden waren, kamen doch erst Ende der zwanziger Jahre dieses Jahrhunderts mehrtieglige Oefen in allgemeinen Gebrauch. Das Brennmaterial war und blieb von Anfang an der Regel nach Koks, seltener bestand es (in Oesterreich seit 1840) in Holzkohle, zuweilen in magerer Steinkohle, stets aber in directer Berührung mit den Tiegeln und diese umgebend.

Freilich beschreibt schon 1812 Hassenfratz²⁾ einen Ofen, welcher mit Flammfeuerung geheizt werden sollte, indem nach Art der Glasöfen die Flamme der auf einem tiefer liegenden horizontalen Rost verbrennenden Steinkohlen vier Tiegel und das darüber gespannte Kuppelgewölbe erhitzte, und später wurde mehrfach Steinkohlenfeuerung in Oefen versucht, welche im allgemeinen den gewöhnlichen Schmelzflamöfen der Giessereien glichen, aber den Unterschied gegen diese zeigten, dass das Material sich in Tiegeln eingeschlossen befand, die auf dem Herde des Ofens standen. Die Schwierigkeit indessen, eine beständige gleichmässige Hitze zu erzeugen, die Umständlichkeit, die Tiegel durch seitliche Thüren einzusetzen und herauszunehmen, führte erst nach Erfindung der Siemens'schen Regeneratoren und Einführung beweglicher Gewölbe, durch welche die Besetzung und Entleerung des Ofens ausgeführt werden konnte, zu günstigen Resultaten in Flammöfen. Selbstverständlich bot sich nunmehr als das einzige richtige Brennmaterial das aus rohen Brennstoffen erzeugte Generatorgas dar. Gasöfen scheinen um Mitte der fünfziger Jahre (wahrscheinlich 1852) eingeführt worden zu sein und von England herüberkommend zuerst auf dem Werke von Borsig zu Moabit bei Berlin dauernde Anwendung gefunden zu haben.

Der gegenwärtige Stand der Gussstahlfabrikation zeigt eine beständige Zunahme der Gasöfen bei grösseren Anlagen, dagegen die Beibehaltung der Kokstiegelöfen für kleinere Werke.

Einen ungemein grossen Fortschritt hat man im Laufe der Zeit im Gusse grosser Stücke gemacht. Früher konnte man meist nur so grosse Stahlblöcke giessen, als es die Füllung eines Tiegels zuließ. Später

¹⁾ Nach Hassenfratz seit 1783 (cfr. Gruner et Lean, état présent de la Métallurgie du fer en Angleterre II, p. 747). — ²⁾ Sidérotechnic.

ging man auf mehrere über und Fr. Krupp zu Essen¹⁾, welchem in dieser Richtung die grössten Erfolge zu danken sind, kam seit 1851 von einem Stahlblock, welcher 2250 Kg wog und der auf der ersten Londoner Weltausstellung gerechtes Aufsehen erregte, bereits 1862 auf der zweiten zu einem solchen von 21 000 Kg. 1867 auf der Pariser Ausstellung hatte ein Block bereits 50 000 Kg und 1873 auf der Wiener Ausstellung ein solcher 52 500 Kg Gewicht. Bedenkt man, dass jetzt die grössten hier dargestellten Kanonenrohre in abgedrehtem Zustande ohne Verschluss- und andere Ansatzstücke bis zu 55 000 Kg wiegen und zu mindestens der Hälfte aus einem Stücke bestehen, so zeigt sich, dass derartige Blöcke gegenwärtig nicht mehr als Kunststücke anzusehen, sondern Fabrikationserforderniss geworden sind.

Meistens wird der in gusseisernen Formen erstarrte Stahl aus den im vorigen Abschnitte erörterten Gründen gehämmert und anderweitig bearbeitet, ehe er die Form des Gebrauchsgegenstandes, für den er bestimmt ist, erlangt; aber es ist auch gelungen in Masseformen sofort die fertige Gestalt herzustellen. Dem Bochumer Verein für Bergbau und Gussstahlfabrikation gebührt das Verdienst der Einführung dieses sogenannten Façongusses²⁾.

Man wandte die Erfindung zuvörderst für Glocken, später für alle Arten Eisenbahnbedarf (namentlich Scheibenräder), sowie Maschinenteile an³⁾.

Die Schwierigkeit grosse Massen von Stahl in dem Hitzegrade zu erhalten, welcher für den Guss in Masseformen erforderlich ist, führte zu der Methode der Stahlüberhitzung in Regeneratorflämmöfen, welche ebenfalls zu Bochum zuerst für den Geschützguss erfunden, dann später auch namentlich auf den Flussstahlprocess übertragen wurde, der gegenwärtig

¹⁾ Das Werk ist 1810 von Friedrich Krupp gegründet, umfasst jetzt 4 Steinkohlengruben bei Essen und Bochum, 120 Eisenerzgruben bei Siegen und Sayn, 294 dergleichen an der Lahn, in Spanien etc. Die Hochofenwerke befinden sich mit zusammen 11 Hochöfen zu Sayn, Mühlhofen, Neuwied, Bendorf und Duisburg. Die Gussstahlhütte zu Essen beschäftigt circa 12 000 Arbeiter, umfasst gegen 1000 Oefen verschiedener Art, unter denen gegen 200 Tiegelöfen, und producirt jährlich circa 2 1/2 Mill. Centner Stahl in Form von Eisenbahnradreifen (1872: 45 000 Stück), Axen (1872: 1600 Stück), Locomotivtheilen und anderem Eisenbahnbedarf, namentlich neuerer Zeit auch Schienen, ferner Walzen, Kanonen und Geschosse. Der Stahl wird nach allen möglichen Methoden dargestellt, durch den Puddelprocess hauptsächlich zum Umschmelzen für Tiegelsstahl, durch den Bessemerprocess für Eisenbahnbedarf, durch den Flammofenflussstahlprocess für den directen Façonguss. (Deutscher Katalog der Wiener Weltausstellung.) — ²⁾ Hier wurde von den Gebrüdern Mathias und Johann Brandenburg zuerst die dazu erforderliche Masse hergestellt. (Vergl. Amtl. Katalog der Wiener Weltausstellung 1873. Gruppe I, vom Verfasser bearbeitet.) — ³⁾ Die zu Paris 1867 ausgestellte Glocke wog 15 000 Kg, die zu Wien 1873 ausgestellte Schiffsschraube, ein Meisterstück des Façongusses, 9000 Kg und ein Dampfhammercylinder daselbst 7000 Kg.

wohl noch mehr als der Tiegelgussstahlprozess für Façonguss verwerthet wird.

Die Tiegel.

Die Tiegel (*Pots*) müssen aus vorzüglichem Materiale bestehen, um gleichzeitig der sehr hohen Temperatur, dem Wechsel der Temperaturen beim Erhitzen und beim Herausnehmen der Tiegel und dem chemischen Einflüsse der geschmolzenen Massen zu widerstehen.

Die Tiegel werden entweder durch Handarbeit oder vermittelt einer mechanischen Presse hergestellt. In beiden Fällen wird in der in eine Hohlform (*Nonne*) gefüllten Masse durch eine Vollform oder einen Kern (*Mönch*), welcher eingedrückt wird, die innere Gestalt des Tiegels ausgebildet.

Hierbei ist es zwar gleichgültig, welche Zusammensetzung die Masse erhält, d. h. man kann jede der Methoden für jede Masse anwenden, indessen erfordert die erste Methode eine plastischere Masse als die zweite.

Ein Tiegel hält höchstens drei Schmelzungen aus, indessen auch in diesem Falle muss man jedesmal den Einsatz verringern. So geht man in den Sheffielder Fabriken von 20·41 Kg auf 18·14 Kg und dann auf 16·32 Kg herunter.

Häufig zieht man es vor, auch wenn die Tiegelmasse ausreichend feuerfest erscheint um mehrere Schmelzungen auszuhalten, die Tiegel doch nur je einmal zu benutzen, weil der Regel nach der Verlust, der aus der Zerstörung des Ofens beim Durchgehen des Stahles entstehen kann, viel grösser ist als der Vortheil eines wiederholten Gebrauches.

Die Grösse der Tiegel wechselt; man hat solche für 11 bis 13 Kg, solche für 13 bis 16 Kg Stahleinsatz und solche für 20 bis 25 Kg; seltener (z. B. zu Döhlen in Sachsen, Obuchow in Russland) werden Tiegel zu 30 Kg, ja 36 Kg angewendet.

Die Angaben über die Tiegelweite wechseln selbst für dieselbe Hütte und denselben Einsatz häufig. Es ist hierbei zu beachten, dass die Tiegel eine bauchförmige Gestalt besitzen, welche ihnen erst nachträglich durch Zusammenziehen an der Mündung ertheilt wird. Die Dimensionen, welche angegeben werden, beziehen sich nun entweder auf die fertige Form oder auf die Form vor dem Zusammenziehen.

Ein Tiegel für 11 bis 13 Kg hat in Sheffield eine Gesamthöhe von 31·4 cm; oben vor dem Zusammenziehen einen Durchmesser von 20·9 cm, nach dem Zusammenziehen von 17 cm; unten einen solchen von 15·7 cm. Die Wandungen sind oben 2 bis 2·6 cm stark, unten 2·6 bis 3·9 cm, der Boden besitzt 3·3 bis 3·9, selten bis 5·2 cm Stärke.

Die Tiegel für 13 bis 15 Kg Einsatz erhalten bei einer Höhe von 42 cm nach dem Zusammenziehen etwa 19 cm an der Mündung, einen grössten Durchmesser von 21 cm.

Die grössten Tiegel werden bei gleicher Höhe im grössten äusseren Durchmesser 25 bis 26 cm weit. Die Dicke des Bodens und der Wandungen wird nicht wesentlich stärker gemacht, als bei der kleinsten Sorte.

Malmedie¹⁾ giebt die durchschnittlichen Dimensionen der Gussstahlriegel folgendermaassen an: 39·2 bis 41·8 cm Höhe, 17·0 bis 18·3 cm unteren und 20·9 cm oberen Durchmesser vor dem Umbiegen des oberen Randes, 2·6 bis 3·9 cm Stärke im Boden und 1·3 bis 2·6 cm in den Wänden.

Eine sehr gebräuchliche Tiegelform in Westfalen hat folgende Dimensionen: 39·23 cm Höhe, 17·00 cm äusseren Durchmesser unten, 20·92 cm äusseren Durchmesser oben vor dem Zusammenziehen; 17·00 cm nach dem Zusammenziehen; Wandstärke am Boden 3·93 cm, am Rande 2·62 cm. Andere haben bei 40 cm Höhe 21·5 cm grössten inneren Durchmesser.

In Sollinger Hütte, einem preussischen fiskalischen Werke bei Uslar, hat der 40 cm hohe Tiegel vor dem Zusammenziehen oben, innen 19·5 cm, aussen 22·5 cm, an dem beinahe halbkugelförmig ausgehöhlten Boden (8 cm über dem tiefsten Punkte) innen 12·5 cm Durchmesser.

Auf einigen englischen Werken hat man fast cylindrische Tiegel von 15·2 cm innerem Durchmesser und 45 cm Höhe, bei einer Wandstärke von 1·3 bis 2·9 cm.

Die Tiegelmasse und ihre Behandlung vor dem Formen.

Die Tiegelmasse besteht zwar fast immer aus einer Mischung von frischem feuerfestem Thon, von ebensolchem im gebrannten Zustande (Schamotte) und von Kohle (Grafit, Koks, seltener Holzkohle), aber man unterscheidet je nach dem Vorwiegen oder dem Zurücktreten der Kohle Kohlentiegel und Thontiegel.

Der Regel nach hat ein mittlerer Tiegel 12·5 Kg Gewicht und dieses ist zusammengesetzt:

bei Kohlen- (Grafit-) Tiegeln aus etwa	5·5 Kg Grafit,
	5·5 " Schamotte,
	1·5 " Thon;
bei Thontiegeln aus etwa	11 Kg rohem Thon,
	1 " Schamotte,
	0·5 " Kohle (meist Koks).

¹⁾ Zeitschrift deutscher Ingenieure Band III, S. 225.

Die in Sheffield gebrauchten kleineren Tiegel¹⁾ wiegen circa 11·34 Kg und bestehen aus:

6·804 Kg	Thon von Stourbridge oder Edensor,
3·175 "	" " Stannington,
0·907 "	gemahlene, alten Tiegeln (Schamotte),
0·453 "	gemahlene Koks (Zünder).

Eine andere Composition ist:

5·2 Kg	getrockneter und gepulverter Thon von Stourbridge,
5·2 "	" " " " " " Stannington,
0·4 "	gepulverte alte Schmelztiegel,
0·5 "	pulverisirte Koks.

Allgemeine Behandlung der Masse. Der zur Hütte gelieferte rohe Thon wird vollständig getrocknet, dann in Cisternen mit genau bestimmten Mengen Wasser gemischt²⁾. Hierauf wird der Schamotte- und Kohlensatz in Pulverform zugefügt. Ist die Masse hinreichend von Wasser durchzogen, so wird sie in den Knetraum (*treading floor*) gebracht, wo sie mit den Füßen 8 bis 10 Stunden lang durchgearbeitet wird. Dann breitet man sie in ein 3 bis 5 cm starkes Lager aus, welches mit einem Spaten in viereckige Stücke gestochen wird, die abermals auf einander gehäuft werden und eine Reihe von höheren Blöcken bilden. Diese Blöcke kommen nun zum Formraum, wo sie in Klumpen zerschnitten werden, deren jeder das Gewicht eines Tiegels erhält.

Beschaffenheit des Thons. Der beste Tiegelthon scheint der von Stourbridge in Staffordshire zu sein. Indessen kommen auch in anderen Ländern, z. B. zu Torges in Frankreich, zu Andennes in Belgien, ähnlich vorzügliche Thone vor.

Die Zusammensetzungen einiger guter Thonsorten ergeben folgende Analysen³⁾:

	1.	2.	3.	4.	5.
Kieselsäure	58·76	48·04	48·08	63·30	59·01
Thonerde	25·10	34·47	36·89	23·30	24·26
Kalk	Spur	0·66	0·55	0·73	1·32
Magnesia	2·51	0·45	Spur	—	0·72
Eisenoxyd	2·50	3·05	2·26	1·80	4·04
Kali	Spur	1·94	1·88	—	} 1·20
Natron	—	—	—	—	
Gebund. Wasser	11·05	11·15	10·87	7·10	10·24
Hygrosk. "	1·45	—	—	2·18	—

1. Thon von Savanas (Ardèche), röthlich, glimmerig, v. Salvétat analysirt,
2. " " Stannington bei Sheffield " Hambly "
3. " " Edensor bei Derby " Hambly "
4. " " Stourbridge (Worcestershire), beste Sorte " Cowper "
5. " " Schöningen im Solling " Streng "

¹⁾ Nach Baker zu Sheffield; Percy, Iron p. 834. — ²⁾ Diese Operation nennt der Engländer „*falling of the clay*“. — ³⁾ Bd. I der Metallurgie, S. 215.

Beispiele der Thonbereitung. Sheffield: Der Stourbridge-Thon gehört der Steinkohlenformation an. Er ist dunkelgrün, schwer, uneben im Bruche, so dicht, dass er kaum noch Weingeist einsaugt¹⁾. Er zerfällt im Wasser, zertheilt sich aber erst nach längerer Zeit vollständig.

Die Eigenschaften werden folgendermaassen von Le Play beschrieben²⁾: „Der Thon wird, an einem trockenen Orte aufbewahrt, zu einer consistenten Masse, die sich schwer mit der Hand zerdrücken lässt, selbst schwachen Hammerschlägen widersteht, sich mit dem Nagel ritzen lässt, und mit dem Messer zerschnitten eine gewisse Politur oder Glätte annimmt. Er hat eine dunkle Farbe und sein Bruch zeigt zweierlei Aussehen: gewisse Theile sind matt und erdig, dabei ziemlich eben und weich anzufühlen, die anderen sind hingegen glatt, glänzend und erinnern an das Aussehen der glänzenden Flächen, welche Thoneisensteine zeigen. Er lässt sich im Mörser sehr leicht pulverisiren und besteht, wenn man ihn nachher durch ein Seidensieb schüttelt, grossentheils aus beinahe unfehlbaren Partikelchen. Seine Masse ist vollkommen homogen, denn wenn man sie wäscht und die zurückgebliebenen Fragmente dann in einem Porphyrmörser zerreibt, so erhält man ein unfehlbares Pulver, das mit dem durch das Waschen abgesonderten Pulver ganz identisch ist. Der trockene Thon absorbirt sehr schnell Wasser, wenn man ihn damit in Berührung bringt, und er zerfällt dann leicht bei Anwendung von Druck, bildet aber keinen Teig wie die fetten Thonarten, die in der Glasfabrikation zu Tiegeln verwendet werden.“

Der Thon von Stourbridge enthält nach Le Play keine andere fixe Bestandtheile als Kieselerde und Thonerde. Derselbe fand darin auch nicht die geringste Spur von alkalischen Erden oder Metalloxyden und in solchen Varietäten ist das Verhältniss der Thonerde zur Kieselsäure ziemlich hoch, etwa = 34 : 48, während die meisten anderen feuerfesten Thonarten ein geringeres Verhältniss von Thonerde zeigen.

Dies ist, wie die obigen Analysen beweisen, nicht ganz richtig; denn Eisenoxyd und Alkalien sind, wenn auch in immerhin nur geringen Mengen, vertreten; auch das Verhältniss der Thonerde zur Kieselsäure ist kein abnormes.

„Die erdige Masse, welche im wesentlichen den Thon bildet, ist innig mit einem brennbaren Stoffe gemengt, der beim Glühen in verschlossenen Gefässen einen kohligen Rückstand lässt; dieser färbt jedes Partikelchen der erdigen Masse dunkelgrau und verflüchtigt sich nur durch sehr lange fortgesetztes Rösten. Diese so innige Mischung mit Kohlenstoff³⁾ scheint zur Erhöhung der Feuerbeständigkeit des Thones beträchtlich beizutragen.“

1) Vergl. Bd. I der Metallurgie, S. 226, wo die Fabrikation kleiner englischer Tiegel beschrieben ist. — 2) Dingl. polyt. Journ. Bd. 92 (1844), S. 26. — 3) Dessen Gehalt bis zu 1.5 Proc. steigen soll.

„Der Thon von Stannington zeigt beinahe die nämlichen äusseren Charaktere, wie der von Stourbridge; nur ist seine Farbe weniger dunkel. Er ist auch nicht so homogen, indem man durch Waschen leicht glänzende Glimmerblättchen absondern kann; er ist auch noch weniger, wie der Thon von Stourbridge, geneigt mit Wasser einen Teig zu bilden. In verschlossenem Gefässe geglüht giebt er einen dunkelgrauen Rückstand, aber weiteres Rösten macht diese Farbe nicht verschwinden und verursacht keinen Gewichtsverlust. Das Gemenge beider Thonarten besteht für jeden Tiegel aus:

5·22	Kg	getrocknetem	und	pulverisirtem	Thon	von	Stourbridge,
5·22	„	„	„	„	„	„	Stannington,
5·43	„	pulverisirten	Tiegelscherben	und	„	„	„
0·05	„	Kokspulver.					

Man befeuchtet diese Materialien mit soviel Wasser, als zur Erzeugung eines zusammenhängenden Teiges, der die ihm gegebene Form behält, erforderlich erscheint. Ist der Tiegel auf die im Folgenden angegebene Weise geformt und in mässiger Rothglühhitze gebrannt worden, so sieht man im Bruche deutlich, wie die nebeneinander liegenden erdigen Theilchen und die kleinen Koksüberreste durch einen grauen, thonigen Cement vereinigt sind. Diese Bestandtheile hängen nur schwach zusammen und zerfallen durch den Schlag eines Hammers leicht in Pulver.“ Le Play fand das Gewicht eines geglühten Tiegels im Mittel zu 9·08 Kg. Hat der Tiegel bereits zum Stahlschmelzen gedient, so zeigt sich seine Textur vollkommen verändert. Die Masse ist in ein glasiges Email von ausserordentlicher Härte umgewandelt, welches von der Feile nicht angegriffen wird; sie hat eine sehr dunkle, schwarze Farbe, die sich nur durch geringeren Glanz von jener der eingekneteten Koksfragmente unterscheidet. Das glasige Gefüge tritt immer mehr hervor und die vorhandenen Poren werden immer weniger und kleiner je länger der Tiegel der Stahlschmelzhitze ausgesetzt bleibt. Bei einem Tiegel, der versuchsweise während fünf Schmelzungen dieser Hitze ausgesetzt belassen worden, war die erdige Materie in ein schwarzes, sehr verglastes und vollkommen homogenes Email umgewandelt, welches, aus dem Ofen kommend, sich streckbar zeigte, wie halb erkaltetes Glas.

Ueber die Behandlung dieses Thones zu Sheffield vor dem Formen, welche sich im Laufe der Zeit wenig oder gar nicht verändert hat, giebt schon Broling 1817 folgende gute Beschreibung¹⁾:

„Gute Tiegel, die in der starken Hitze weder reissen noch schmelzen, sind für die Gussstahlbereitung von der höchsten Wichtigkeit. Man glaubt in England ziemlich allgemein, dass nur der Stourbridge Thon hinreichende Feuerbeständigkeit besitze, um die ausserordentliche Hitze beim Stahlschmelzen auszuhalten, weshalb die Ausfuhr dieses Thones bei schwerer

¹⁾ Karsten's Archiv VIII (1824), S. 366.

Strafe verboten ist. Dieser Thon hat eine dunkelgraue Farbe, lässt sich rau und trocken anfühlen, und hat eine Einmischung von sehr vielen feinen, ganz reinen Quarzkörnchen und von feinen weissen, schimmernenden Theilchen, ohne die geringste Beimischung von Kalk. Aus diesem Thone werden auf der Grube die berühmten feuerfesten Ziegel (*white bricks*) angefertigt, welche zu Glashütten, Gussstahlöfen u. s. f. durch das ganze Reich versendet werden.“

„Der Thon wird entweder an der Sonne oder in einem Trockenofen gedörft und auf einem Brettergerüste oder auf einer gewöhnlichen Vorrichtung, wie man sich ihrer bei der Zubereitung der Masse in den Thongeschirrfabriken bedient, ausgebreitet. Dann feuchtet man ihn mit Wasser an, so dass er völlig erweicht wird, stösst ihn mehrere Male des Tages mit einem hölzernen Stampfer, bis er so gleichartig geworden ist, dass ein Stück davon, beim Durchschneiden mit einem Messingdrahte, keine ungleich gefärbten Ränder mehr zeigt. Der so zubereitete Thon wird auf einen Haufen gebracht, in welchem er so lange stehen muss, bis er zu einem Grade erhärtet ist, dass er sich kaum noch verarbeiten lässt. Nun nimmt man einen starken eisernen Ring von 13 bis 16 cm Durchmesser, den man mit etwas Oel bestreicht, um das Ankleben des Thones zu verhindern, und bildet mit Hilfe desselben kleine Ziegeln oder Kuchen, welche man auf einer hölzernen Unterlage dergestalt in einem Kreise zusammenlegt, dass die zweite Reihe über die Ränder der ersten zu liegen kommt u. s. w., um auf einer kleinen Fläche eine möglichst grosse Menge von Ziegeln ausbreiten zu können und doch noch Zwischenräume zum schnelleren Trocknen zu erhalten. Die ganze Vorrichtung wird dann unter einer leichten Bedeckung an freier Luft in den Schatten gestellt und einmal des Tages umgedreht, um die Feuchtigkeit desto schneller zu entfernen.“

„Sind die Thonkuchen völlig lufttrocken, so bringt man sie, mit Koks geschichtet, in den Tiegelbrennofen, jedoch so, dass die erste Schicht über dem Roste auf eine Holzkohlenschicht zu liegen kommt, damit sich die Koks besser entzündet. Die Holzkohlen werden durch ein kleines Feuer unter dem Roste angezündet und die Oeffnungen des Ofens mit Ziegeln versetzt, wodurch ein so starker Zug entsteht, dass die Kuchen fast eben so stark wie im Gussstahlöfen gebrannt werden. Ist der Ofen niedergebrannt, so finden sich alle Kuchen mit den übrig gebliebenen nicht verbrannten Koks gemengt auf dem Roste, und werden davon beim Herausnehmen gereinigt. Die so gebrannten Kuchen werden unter einem Pochwerke zerstampft, durch ein feines Messingsieb geworfen und geben in diesem Zustande den Zusatz zur Tiegelmasse (die Schamotte).“

„Dies Verfahren findet indess nur bei der ersten Tiegelerzeugung statt, denn in der Folge kann man die schon gebrauchten und von allem Fluss und allen Schlacken gereinigten Tiegel als Schamotte anwenden. Je grösser das Verhältniss der gebrannten Masse sein kann, desto sicherer darf man darauf rechnen, dass die Tiegel nicht springen und sich bei der

Anwendung nicht zu stark zusammenziehen. — Der getrocknete, nicht gebrannte Thon wird auf eben diese Weise zerstoßen und gesiebt.“

„Die Tiegelmasse wird aus 20 Thln. gebranntem und 9 Thln. ungebranntem Thon zubereitet. Auf einer hölzernen, gut gereinigten Diele breitet man beide Materialien mittelst eines Gemässes schichtweise übereinander aus und schaufelt das Gemenge gut um, damit sich die trockene Masse ganz gleichartig mengt, ehe sie mit Wasser angefeuchtet wird. Zu 58 Volumtheilen Masse pflegt man etwa 21 Thle. Wasser zu nehmen, welches unter beständigem Durchschaufeln nach und nach zugesetzt werden muss. Nachdem der Wasserzusatz erfolgt ist, wird die Masse mit grossen hölzernen Stössern gut durchgearbeitet, dann auf einen Haufen zusammengeschauelt und mit einem nassen Tuche bedeckt. Das Zerstampfen muss täglich, zwei bis drei Wochen hindurch wiederholt werden. Sollte die Masse während dieser Zeit zu stark austrocknen, so wird Wasser in kleinen Quantitäten zugesetzt und dann das Zerstampfen vorgenommen. Ist die Masse auf solche Art gut durchgearbeitet, so ist sie geschmeidiger als zu Anfange, und es kann nun zur Anfertigung der Tiegel geschritten werden.

Zu Sollinger Hütte ¹⁾ bei Uslar dient als Material für die Schmelztiegel der nahe beim Dorfe Schöningen vorkommende, sogenannte Pfeifenthon, der zu diesem Zwecke ausgeklaut und durch sorgfältiges Sortiren und Abputzen von allen Eisenadern und anhängendem Sande befreit wird.

Der grösste Theil dieses Thones muss, bevor er zur Tiegelfabrikation verwendet wird, gebrannt werden und zu diesem Zwecke formt man denselben in viereckige Platten von etwa 20·92 bis 26·15 cm Seitenmaass und 1·63 cm bis 1·96 cm Dicke, die nach gehöriger Austrocknung in einem einfachen Rostofen bei Holzfeuerung stark gebrannt werden, ohne dass sie jedoch eine Glasur bekommen dürfen, die für die Tiegelmasse sehr nachtheilig sein würde.

Die so hergestellten Schamotteplatten werden bis zur Korngrösse halber Linsen und darunter gepocht. Das Pulver wird mit dem zu Mehl verwandelten und durch ein Sieb von 2·2 mm Maschenweite gebrachten getrockneten rohen Thon und mit gepulverter durch ein Sieb von 1 mm Maschenweite gesiebter Birkenholzkohle im Verhältnisse von:

14	Volumtheilen	gebrannten	Thones,
9	„	rohen	„
6	„	Holzkohle	

sorgfältig gemischt, so dass eine überall gleiche Färbung entsteht.

Bedeutende Quantitäten dieses pulverisirten und gemengten Materials werden in grossen Kästen gleichmässig mit Wasser befeuchtet und, nachdem die Feuchtigkeit gehörig durchgezogen, mittelst hölzerner Keulen durchgestampft, umgestochen und wiederum gestampft, bis die An-

¹⁾ Nach handschriftlichen Mittheilungen des Directors Herrn Hachemeister.

feuchtung der ganzen Masse möglichst gleichartig geworden und eine Consistenz erreicht ist, welche soeben das Ballen der Masse zulässt, ohne sich im geringsten dem breiartigen Zustande zu nähern.

In grosse Klumpen abgetheilt wird die Tiegelmasse etwa zwei Wochen hindurch in bedeckten Kästen aufbewahrt und mindestens jeden zweiten Tag auf einer standfesten Bank mittelst eines Schlageisens in der Weise durchgearbeitet, dass von dem Klumpen regelmässige ganz dünne Scheiben abgetrennt werden bis dessen Masse erschöpft ist. Diese dünnen Scheiben werden nochmals in entgegengesetzter Richtung durchgeschlagen und lassen dann eine sehr vollkommene und innige Mengung der verschiedenen Bestandtheile der Tiegelmasse sowohl, als eine ganz gleichmässige Vertheilung der Feuchtigkeit zu. Man kann nach jedesmaligem Durcharbeiten die Zunahme der Zähigkeit und des besseren Zusammenhanges der Tiegelmasse wahrnehmen, die nach einer solchen Procedur wiederum in längliche Klumpen gedrückt, sich einige Zeit lang selbst überlassen liegen bleibt.

Ist der Zweck genügend erreicht und schliesslich noch durch ein Kneten mit der Hand, das sogenannte Wellen der Tiegelmasse, befördert, so bleibt dann nur übrig, die in dem Klumpen der Tiegelmasse noch befindlichen Luftblasen durch kräftiges Werfen kleiner Theile derselben auf einen harten Körper zu entfernen, wonach aufs neue Klumpen gebildet werden, deren jeder ungefähr die zu einem Tiegel erforderliche Grösse hat. Die innige Verbindung der einzelnen geworfenen Massen wird durch vorheriges Rauhmachen der sich berührenden Flächen mittelst eines kleinen Rechens erreicht.

Von der so zubereiteten Tiegelmasse wird die zu einem Tiegel erforderliche Quantität abgewogen, in einen etwas conischen Klumpen geballt und der Tiegelform übergeben.

Zum Zerkleinern des gebrannten und rohen Thones dient ein Pochwerk mit drei Stempeln, dessen Pochtrog eine gusseiserne Ausfütterung hat, um ein selbstthätiges Aufwenden der zu pochenden Thonmasse während der Zerkleinerung herbeizuführen.

Die Gussstahlfabrik zu Döhlen bei Dresden benutzt Thon von Bautzen und Torgau, sowie böhmischen und mährischen Grafit. Auf 3 Volumthe. Grafit kommen 3 Thle. Thon, 3 Thle. alte Tiegelmasse, 1 Thl. frische Schamotte (aus Bruchstücken feuerfester Ziegeln.

Allgemeine Bemerkungen.

Der wichtigste Bestandtheil bleibt für die Gussstahlriegelfabrikation der feuerfeste Thon. Bei der Wahl wird man sich nicht immer an die zunächst liegenden Quellen halten dürfen, sondern in erster Linie die Güte in Betracht ziehen. Diese letztere lässt sich weder durch Analysen noch durch Versuche im Kleinen hinreichend feststellen. Es bedarf dazu einiger Versuche im Grossen, welche die hinreichende Feuerbestän-

digkeit nach allen Seiten hin feststellen. Im übrigen muss man auf möglichst grosse Vorräthe halten, da ein langes Soggen oder Faulen, d. h. langes feuchtes Liegenlassen unter Luftzutritt, den Thon stets wesentlich verbessert.

Als Schamotte wendet man am besten — wie dies in Sollinger Hütte geschieht — besonders gebrannten Thon an. Die Benutzung alter Tiegelreste an Stelle frischer Schamotte ist zwar zulässig, erfordert aber ein sehr sorgfältiges Abscheiden der anhaftenden Schlackentheile und namentlich der oft in die Masse eingedrungenen Stahlkügelchen. Besitzt das Werk Flusstahlerzeugung im Flammofen, so ist es vortheilhafter die Tiegelreste, soweit sie eisenhaltig sind, dort zuzuschlagen. Im übrigen lassen sich die eisenfreien Theile oder die alten Tiegel ganz und gar meist recht gut zur Fabrikation feuerfester Steine für andere Oefen verwerthen. Der Zusatz von Schamotte zu dem frischen Thon ist nicht zu entbehren, theils weil dadurch die Stabilität der gesammten Masse erhöht und eine schnellere Handhabung ermöglicht wird, theils weil beim Kneten sowohl als beim Brennen der Zusammenhang gefördert und die Bildung von Rissen, Schichten und Blasen verhindert wird. Die Schamottekügelchen bilden gewissermaassen Universalgelenke zwischen den Thontheilchen.

Der Grafit, welcher, wie erwähnt, bei denjenigen Tiegeln, bei denen kohlenstoffhaltige Substanzen in verhältnissmässig grösserer Menge zugefügt werden, Anwendung findet, hat die Eigenschaft, beinahe unverbrennlich zu sein. Ueber seinen Einfluss auf die Stahlmasse wird weiter unten gesprochen werden. Die Eigenschaft, der Tiegelmasse eine glänzende und glatte Oberfläche zu verleihen, an welche die schmelzenden Massen nicht adhären, hält den Angriff dieser Massen auf den Thon wesentlich ab. Aus diesem Grunde lassen sich Grafitiegel der Regel nach leichter wiederholt benutzen als Thontiegel. Der Grafit muss der mulmigen, in glimmerartigen Blättchen vorkommenden, nicht der körnigen Varietät angehören; er muss frei von Schwefel sein und wenn er andere organische Substanzen enthält, von diesen durch Brennen befreit werden.

Als Holzkohle, wenn diese den Zusatz für Thontiegel bilden soll, wendet man lediglich diejenige von Laubhölzern (Birke oder Buche) an. Die Kohle von Nadelhölzern ist poröser und leichter verbrennlich.

Der bei weitem am häufigsten benutzte kohlige Zusatz besteht in Koks. Es müssen dazu sorgfältig ausgesuchte, möglichst aschenfreie, daher gewaschene Steinkohlen benutzt werden, welche namentlich schwefel- und phosphorfrei sind. Häufig gewinnt man beim Absieben der Koks eine sehr schwer verbrennliche, faserige Substanz, die sogenannte Faserkohle. Diese ist im gemahlene Zustande ein ganz vorzügliches Material.

Der Zusatz irgend einer dieser kohligen Substanzen zu dem Gemenge von Thon und Schamotte ist nicht zu umgehen. Der Grund für die

Nothwendigkeit dieses Zusatzes ist einerseits in physikalischen, andererseits in chemischen Einwirkungen zu suchen.

Die Kohlentheilchen erhöhen nämlich die Unschmelzbarkeit der Tiegelmasse und lockern dieselbe gleichzeitig so auf, dass beim Trocknen und Brennen der Tiegel die sich entwickelnden Wasserdämpfe entweichen können, ohne Risse und Sprünge zu bilden oder in Blasenräumen eingeschlossen zu bleiben. Die kohligen Substanzen vervollständigen hiernach die Wirkung der Schamotte.

Ferner wirken die Kohlentheilchen reducirend auf etwa von aussen eindringende sauerstoffhaltige Gasarten und halten daher eine Oxydation von den im Tiegel befindlichen Massen ab.

Da bei grossen Anlagen aus den oben angeführten Gründen die häufigere Benutzung der Tiegel nur selten ausführbar ist, so empfiehlt es sich in diesen Fällen die möglichst billige Tiegelmasse zu wählen, d. h. den Zusatz von Koks. Wo solche nicht in der Gegend zu haben sind, wo man daher beim Ankaufe eine Controle nicht ausüben kann, wird Holzkohle anwendbarer erscheinen; im Falle endlich ein besonderer Werth auf Wiederbenutzung der Tiegel gelegt wird, muss der theure Grafit gewählt werden.

Eine gute und sorgfältige Durcharbeitung der Massen ist ein wesentliches Erforderniss zur Herstellung guter Tiegel, hierbei ist die Handarbeit nicht ganz zu entbehren, jedoch kann man das Mengen und Kneten zum Theil recht wohl durch Walzen, Kollermühlen und Thonschneidemaschinen verrichten lassen. Das Abtheilen der mit Maschinen durchgearbeiteten Massen, um etwaige Knötchen und Conglomerationen zu entfernen, muss dagegen stets durch Handarbeit geschehen. Ebenso ist das Werfen der Massen zur Entfernung eingeschlossener Luft- und Gasbläschen eine nicht durch mechanische Vorrichtungen ersetzbare Handarbeit.

Tiegelformerei.

a. Durch Handarbeit.

Die Tiegelhohlform (*Nonne, pot mould*) besteht entweder aus Metall oder aus Holz.

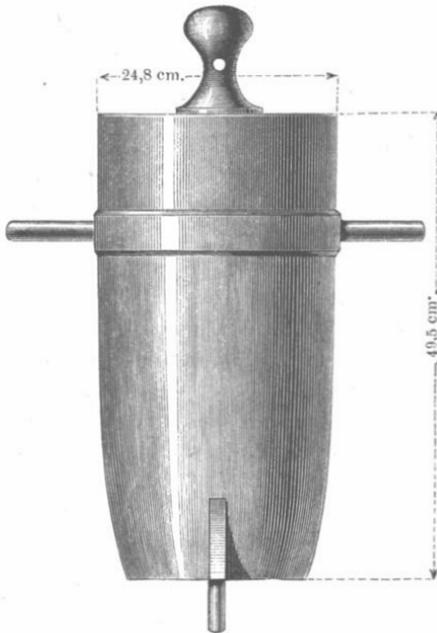
Im ersteren Falle wird dazu ein mit zwei Handhaben versehenes gusseisernes oder bronzenes Gefäss, welches weder Boden noch Deckel hat, angewendet. Eine solche Nonne ist in Fig. 162 (a. f. S.) abgebildet. Die Dimensionen richten sich im Innern nach den äusseren Abmessungen, welche der Tiegel erhalten soll. Die Wandstärke wird dem Drucke entsprechend meist zu 4·6 bis 5·2 cm stark genommen.

Die Stelle des Bodens vertritt eine runde, gusseiserne Scheibe, welche um sich genau an die Wandungen der gusseisernen Form anzuschliessen,

die Gestalt eines abgestumpften Kegels hat, und in der Mitte mit einer kleinen, nach inwendig zu sich erweiternden Oeffnung versehen ist.

Hölzerne Nonnen werden aus vier, fassdaubenartig zusammengesetzten Theilen zusammengesetzt, welche in die ringförmige Rinne der, seltener gleichfalls aus Holz, gewöhnlich aus Gusseisen bestehenden Unterlage passen. Das gusseiserne Bodenstück ist seinerseits wieder in einen schweren Holzblock eingelassen. Diese Theile sind untereinander und mit dem Bodenstücke durch Scharnierbänder verbunden und werden in

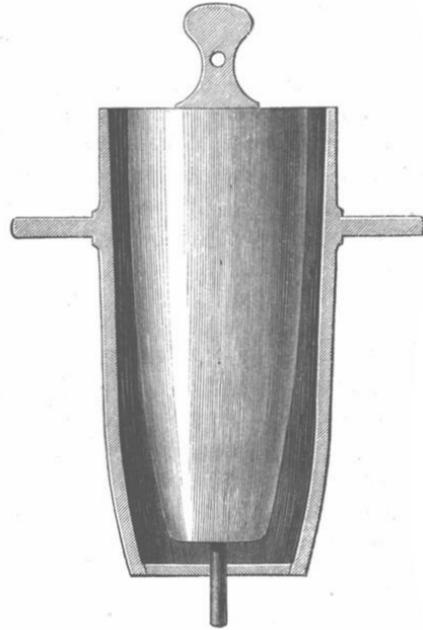
Fig. 162.



Ansicht.

Tiegel - Form.

Fig. 163.



Durchschnitt.

ihrer zum Formen geeigneten Lage durch Oese und Splint zusammengehalten. Als Material dient der Regel nach Eichenholz.

Die Tiegelvollform oder der Kern (Mönch, *plug*) besteht aus hartem Holz (Bock- oder Teakholz) von der dem Tiegellinnern entsprechenden Aussengestalt. Der Mönch ist oben mit einem eisernen platten Knopf versehen, welcher die Schläge des Hammers aufzunehmen hat und welcher, wie Fig. 162 zeigt, durchbohrt ist. Die Durchbohrung dient zur Aufnahme eines Hebels, mit welchem sich der Mönch drehen lässt. Am oberen Rande wird der Mönch häufig mit einem festen Rande oder einem eingefalzten Deckel versehen, der an die Wände der Nonne genau anschliesst, damit sich die Thonmasse beim Hineintreiben des Mönches nicht herausdrängt. Unten ist der Mönch oft mit einer Kappe

von Messing beschlagen, stets aber mit einem eisernen Dorn (Fig. 163) versehen, welcher genau die Stärke der Durchbohrung in dem Bodestücke der Nonne besitzt, und die Bestimmung hat als Leere oder Leitung zu dienen, damit der Mönch central eingeführt werde und der Tiegel rundum dieselbe Dicke erhalte. Diese Anordnung zeigt Fig. 163.

Soll zum Tiegelschlagen geschritten werden, so wählt man eine feste Unterlage, meist in Form eines eingerammten Holzklotzes, legt darauf eine dicke eiserne Platte und auf diese die Bodenscheibe. Die Nonne wird sodann, nachdem sie gut mit Thran oder Schmalz eingeschmiert ist, über jene, den Boden der äusseren Form bildende Scheibe aufgestellt. Eine konische Bodenscheibe wird von oben in die Nonne gelegt (Fig. 163). Ist die Nonne von Holz, so wird sie nicht eingeschmiert, sondern mit Leinwand ausgeschlagen. Ein schräg geschnittenes Stück Leinwand, dessen unterer Rand mit Einschnitten versehen ist, um den Boden ringförmig zu begrenzen, dient als Belag für die Seitenwand, ein kreisförmiges Stück als Belag für den Boden.

In weiteren Verläufe weichen die Manipulationen auf einzelnen Gussstahlwerken etwas ab.

Erste Art. Es wird von der zubereiteten Tiegelmasse so viel genommen, als zu einem Tiegel nöthig ist, was sich am besten durch das Gewicht der Masse bestimmen lässt, sobald ein Probetiegel angefertigt worden ist. Man wirft den Thonklumpen gegen eine festliegende, nicht ausweichende Platte und bildet zugleich mit den Händen einen Ball von der Grösse, welche zur Ausfüllung der unteren Hälfte der Form erforderlich ist. Drei gekrümmte dünne Eisenbleche, welche zusammengenommen die äussere Gestalt des fertigen Tiegels bilden, folglich die innere Fläche der Gusseisenform so weit bekleiden müssen, als der Umfang des Tiegels es verlangt, werden nun gut mit Oel eingerieben und dann in die Gusseisenform eingelassen, worauf man den eben erwähnten Thonball hineinbringt. Ist dies geschehen, so nimmt man ein hölzernes Modell oder eine Form, von der Beschaffenheit des Mönches (Fig. 163), nur mit dem Unterschiede, dass die eiserne Spitze fehlt, zur Hand, und bildet durch einige schwache Schläge mit einem hölzernen Hammer, vermittelst dieses Modelles, in der Thonmasse zuerst eine Oeffnung oder Aushöhlung, wobei so genau als möglich die Mitte gehalten werden muss. Das Modell muss hierbei oft in die Höhe gezogen werden, damit es nicht fest anhängt. Das Einsetzen der Kernform wird hierdurch vorbereitet, damit die Spitze derselben leichter in die in der Bodenscheibe der Gusseisenform befindliche Oeffnung hineintritt, und auch das Oel, womit die Oberfläche der Kernform bestrichen ist, nicht zu frühzeitig abgerieben wird. Gesähä dies letztere, so würde die Kernform zu fest an der Thonmasse haften und nicht herausgezogen werden können, ohne den ganzen Tiegel zu verderben.

Sobald hierauf die Kernform eingesetzt ist, giebt man ihr einige starke

Schläge mit einem hölzernen Hammer, und dreht sie bei jedem dritten oder vierten Schläge um ihre Axe, damit sie sich nicht festsetzt. Zuletzt erhält sie sehr kräftige Schläge, damit die Thonmasse, welche keinen Ausweg findet, stark zusammengepresst wird und nirgends leere Räume oder undichte Stellen behält. Sodann wird die Kernform unter Drehen in gleicher Richtung, wie beim Einsetzen behutsam ausgezogen, die ganze eiserne Tiegelform mit dem darin befindlichen Tiegel in die Höhe gehoben, wobei die Bodenscheibe, wenn sie conisch ist, mitgenommen wird, und auf einen hölzernen Cylinder gestellt, dessen Durchmesser genau so gross ist, als der Boden des Tiegels und dessen Höhe der der Gusseisenform wenigstens gleichkommt. Dieser Cylinder dient dem Tiegel als Unterlage, welcher frei darauf stehen bleibt, wenn die Gusseisenform langsam und vorsichtig niedergestossen wird. Nun nimmt man auch die dünnen Eisenbleche behutsam weg und stellt den Tiegel auf ein ebenes, glattes und vollkommen horizontal liegendes Brett. Diese vollkommen horizontale Stellung ist nothwendig, weil die Tiegel sich sonst ungleich setzen, sich ziehen und reissen würden. Gewöhnlich bleiben sie jetzt in freier Luft unter einer Bedachung stehen, um vor der Einwirkung der Sonne und des Regens geschützt zu sein. Die Tiegelbereitung geschieht daher auch soviel als möglich in der besten Jahreszeit, denn der Frost macht einen frisch angefertigten Tiegel ganz unbrauchbar. Sehr heisse Sommertage sind zur Tiegelfertigung auch nicht sehr geeignet, weil sie dann leicht zu ungleich austrocknen. Wenn die Tiegel die Nacht hindurch gestanden haben, so wendet man sie am folgenden Morgen vorsichtig um, so dass der Tiegelboden nach oben kommt, um die darin befindliche, durch die eiserne Spitze der Kernform veranlasste Oeffnung mit einem Stückchen Thonmasse auszufüllen. Die Oeffnung wird mit einem Messer aufgeräumt, um das an der inneren Fläche hängen gebliebene Oel wegzuschaffen. Dann taucht man einen gut passenden hölzernen Nagel in Wasser, reibt damit die aufgeräumte Oeffnung aus, und steckt einen Thonpfropfen hinein, der etwas länger sein muss als der Tiegelboden dick ist. Hat man die äussere Fläche des Bodens glatt gestrichen, so kehrt man den Tiegel wieder um, und bringt das oben erwähnte hölzerne Modell ohne den eisernen Stift in die Tiegelöffnung, um den Thonpfropfen auch inwendig recht schliessend zu machen. Hierauf wird mit der Hand der obere Rand des Tiegels etwas zusammengezogen. Nun wendet man den Tiegel abermals um, lässt ihn den Boden nach oben gekehrt einen Tag lang stehen, wonach er so trocken geworden ist, als es in der freien Luft geschehen kann. Hierauf wird er in einen erwärmten Raum getragen.

Zweite Art. Die gut eingölte Nonne wird auf einen mit dem verlorenen kreisförmigen Boden bedeckten Holzklotz gestellt, die ganze Thonmasse in Form eines cylindrischen oder schwach conischen Klumpens auf einmal kräftig hineingeworfen und mit der Hand angedrückt.

Hierauf wird der ebenfalls wohl geölte Mönch 5 bis 8 cm tief mittelst eines schweren Hammers eingetrieben und zwar unter möglichster Bewahrung der Centralität. Dann wird der Mönch nochmals zurückgezogen, nachdem er durch kurze Drehung gelockert ist, nochmals geölt und nun bis zum Boden getrieben, so dass der Dorn durch die Bodenplatte tritt. Der überschüssige Thon steigt durch den oberen ringförmigen, nicht wie bei der ersten Methode verschlossenen Zwischenraum zwischen Mönch und Nonne auf und wird dort mittelst eines Messers oder eines Drahtes abgeschnitten. Darauf wird der Mönch mit beständiger Drehung herausgezogen. Nun wird der obere Theil des Tiegels durch Umdrehung der Nonne und Einhaltung eines schräg gestellten Messers oder Streicheisens von der Nonnenwandung gelöst und wie ein Topf bei der gewöhnlichen Töpferei am oberen Rande etwas nach innen gezogen. Hiernach stellt man das Ganze auf einen Block vom Querschnitte des verlorenen Bodens und streift die Nonne durch Abwärtsdrücken ab, so dass der verlorene Boden sammt dem fertigen Tiegel auf dem Pfosten stehen bleibt und zum Trockenraum transportirt werden kann ¹⁾.

Dritte Art. Bei Anwendung einer hölzernen Nonne, wird die letztere auf das Bodenstück gestellt, mit demselben und in sich durch die umgelegten Scharnierbänder zu einem Ganzen verbunden und darauf mit Leinwand ausgelegt. Der ganze Thonklumpen wird wie bei der zweiten Art hineingeworfen.

Hierauf wird durch Einrammen eines dem Mönche ähnlichen Holzstücks ohne Stift die richtige Lage für den Mönch selbst bestimmt, dann die Thonmasse in der Mitte durchstoßen, um dem Stifte des Mönchs die richtige Einleitung in das Loch des Tiegelformbodens zu geben; sobald diese Vorbereitung getroffen ist, wird der Mönch eingesetzt und unter beständigem Drehen erst mit leisen und dann mit immer kräftigeren Schlägen einer Handramme eingetrieben bis der oben vorspringende Rand desselben in die Tiegelform ganz eingedrungen ist und man durch das Auspressen kleiner dünner Thonblättchen, die sich zwischen Mönchrand und Form heraufschieben, die Ueberzeugung von der gänzlichen Ausfüllung der Form und gehöriger Dichtigkeit der Tiegelmasse erlangt hat.

Ist die Formgebung vollendet, so wird die Holzform von den Ringen befreit und in ihre vier Theile zerlegt, nachdem auch der dieselbe mit dem Bodenstück verbindende Ring entfernt ist.

Der Tiegel wird nun mit der Hand vom Untersatz abgehoben, bleibt aber noch einen Tag in seiner Leinwandhülle stehen. Dann erst schreitet man zur Vollendung, indem man die Leinwand abnimmt und die äussere wie die innere Fläche des Tiegels mit einem löffelartigen Instrumente glättet, das Loch im Boden des Tiegels mit Tiegelmasse zustopft und endlich den oberen Rand des Tiegels nach innen gewölbartig etwas einzieht.

¹⁾ Ein Arbeiter macht 20 Tiegel pro Tag. Ein solcher Tiegel kostete 1864 in Sheffield 8 d. = 80 Pfennig.

b. Tiegelformerei mit der Maschine.

Der Vortheil, welcher einer Gussstahlfabrik aus sorgfältig angefertigten Tiegeln erwächst und die Möglichkeit bei der Handarbeit mit grosser Genauigkeit auf alle Bedingungen für einen guten Tiegel zu achten, haben bis heutigen Tages der Tiegelfabrikation mit Hand einen dauernden Bestand gesichert, sobald der Verbrauch in bestimmten nicht allzuweiten Grenzen bleibt. Wo man indessen, wie in den grossen Gussstahlfabriken von Krupp, Borsig, des Bochumer Vereins u. s. w. gezwungen ist, oft täglich über hundert Tiegel darzustellen, reicht die Handarbeit nicht mehr aus, theils weil es zu schwierig wird, die nöthigen geschickten Arbeitskräfte herbeizuschaffen, theils weil die Controle zu zeitraubend und unvollkommen ausfällt. In diesen Fällen ist man gezwungen gewesen zur Maschinenformerei zu greifen, hat auch damit vollkommen genügende Resultate erzielt, aber überall nur Tiegel zu fabriciren vermocht, welche nicht mehr als eine Schmelzung vertragen.

Die erste Maschine zum Tiegelformen scheint eine nach Art der Münzprägen mit Schwungrad versehene, durch die Hand bewegte Presse gewesen zu sein. Eine solche ist von Malmedie mitgetheilt¹⁾ und hier in Fig. 165 abgebildet worden. Sie diente ursprünglich nur zur Formung der aus der härteren und consistenteren Grafitteigelmasse hergestellten Tiegel.

Da der Leitstift am Boden des Mönches (*a*) fehlt, kommt es auf eine sichere Führung des letzteren an, damit er genau in die Mitte der Nonne (*b*) treffe.

Die vier Nonnen (*b*) stehen auf einer Drehscheibe, wie aus dem Grundriss ersichtlich. Man kann sehr schnell formen, weil während jeder Pressung gleichzeitig eine Form gereinigt, eine gefüllt und eine entleert werden kann. Auch hier sind die Nonnen mit losem Boden versehen, welcher behufs Aushebung der Tiegel mittelst Kurbel und Zahnstange (*c, d*) gehoben wird.

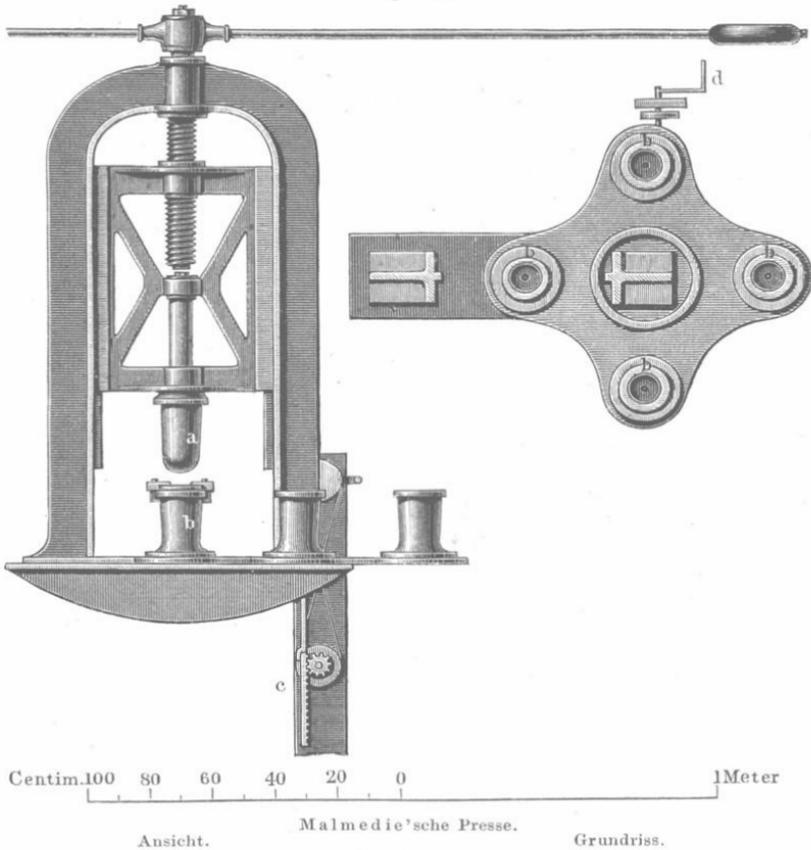
Weit vollkommener ist die gegenwärtig gebräuchlichste, von Vital Daelen in Berlin construirte Presse, welche in Fig. 166 bis 168 (auf S. 626 u. 627) abgebildet ist.

Die Nonnen (*b*) stehen zu drei auf einer Drehscheibe (*a*). Der Mönch, welcher hohl und am Boden aus dem Grunde mit einem Ventile versehen ist, um ihn bequem herausziehen zu können, da ohne diese Vorrichtung nach erfolgter Pressung das entstehende Vacuum ein Hinderniss in den Weg legen würde, ist an der Kolbenstange (*c*) eines Dampfkolbens befestigt. Der Dampfzylinder (*f*) wird von zwei Säulen (*d*) getragen. Die Steuerung (*g*) geschieht durch Hand und zwar in folgender Weise. Der Schieber lässt zuvörderst den Hebedampf unterhalb des Kolbens eintre-

¹⁾ Confr. Zeitschrift deutscher Ingenieure Bd. III, S. 227.

ten, sodann nach Erreichung der höchsten Stellung gleichzeitig oberhalb desselben. Der Kolben, welcher wegen des Fehlens der Kolbenstange im oberen Theile des Cylinders eine grössere Druckfläche besitzt, geht vermöge des Ueberdrucks, sowie der Schwere des Mönches und der Kolbenstange nieder und presst den Thon ziemlich vollständig in seine Form. Den letzten Druck empfängt er aber erst durch eine weitere Stellung des Schiebers, bei welcher frischer Ober- oder Druckdampf zutritt.

Fig. 165.

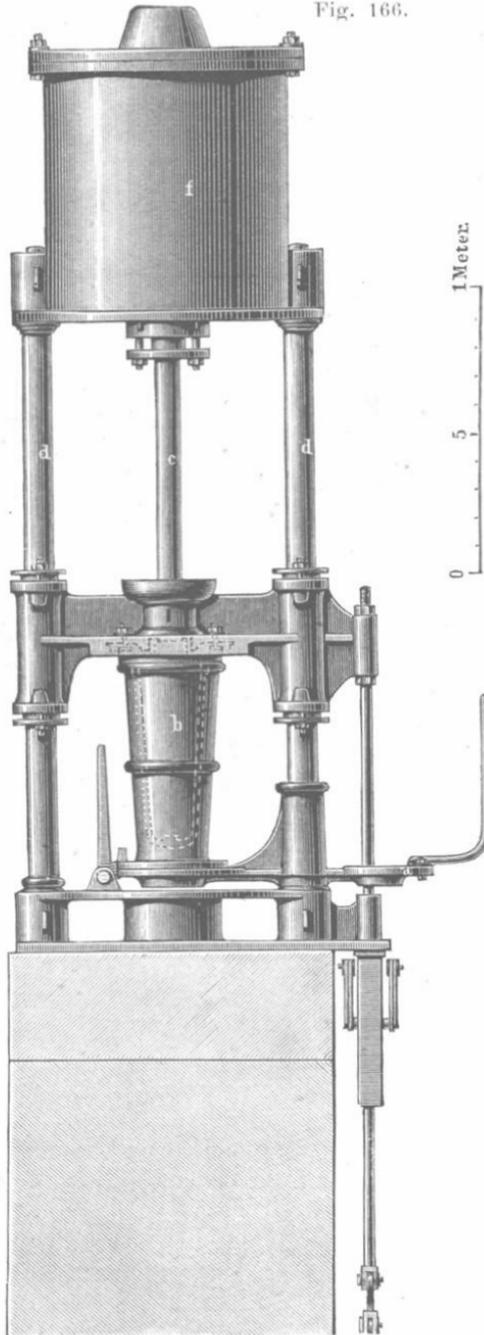


Der fertig gepresste Tiegel wird nach Weiterschaltung der Drehscheibe durch Aufschieben eines conischen Messingringes oben zusammengezogen und zwar bevor der folgende Tiegel gepresst ist. Geht der Kolben nieder, so hebt sich gleichzeitig der Pfropfen *h*, welcher in den Losboden der Nonne eingreift und mit diesem den Tiegel aushebt.

Während in der Stellung *k* der Tiegel gepresst, in *l* der Tiegel ausgehoben wird, wird bei *m* die Form gereinigt und gefüllt (Fig. 167).

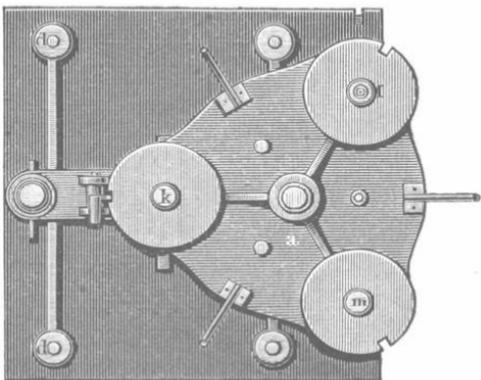
Die Maschine macht 800 Tiegel in 12 Stunden.

Fig. 166.



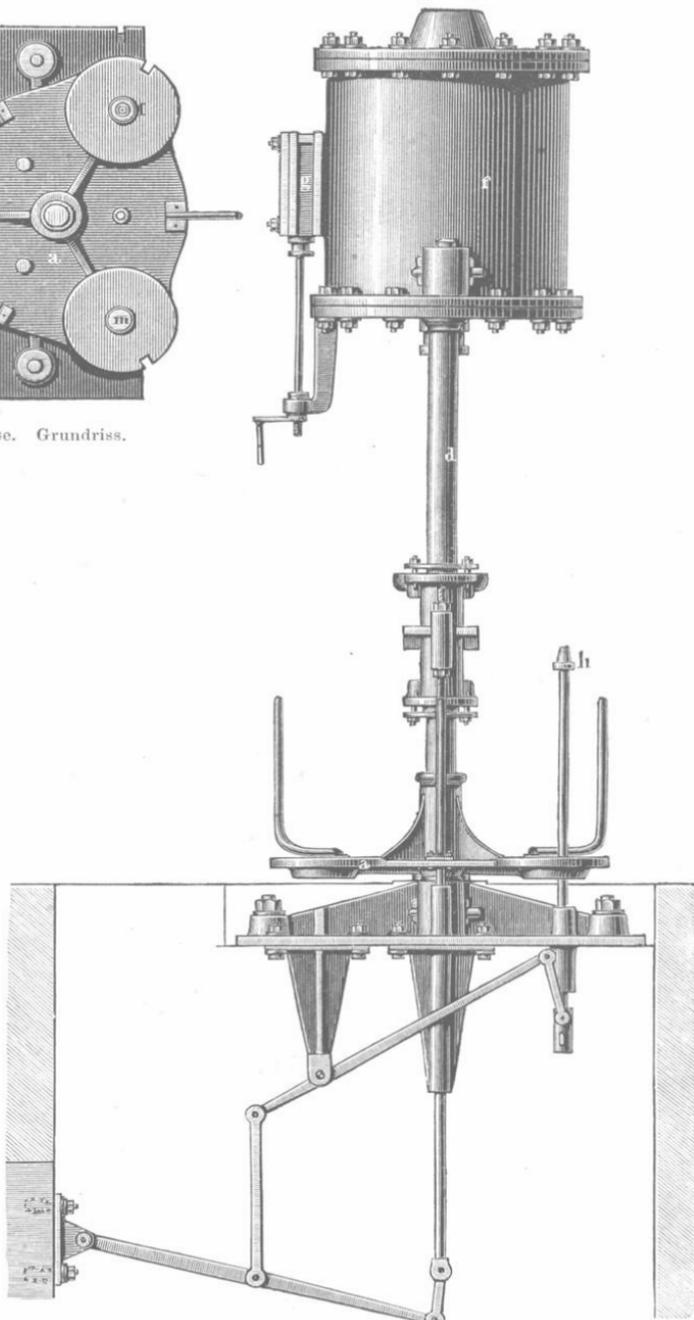
Daalen'sche Presse. Vorderansicht.

Fig. 167.



Daelen'sche Presse. Grundriss.

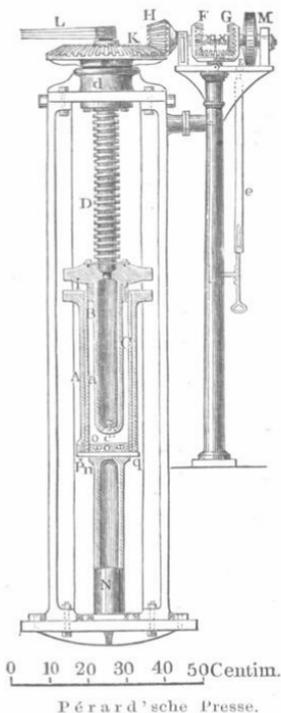
Fig. 168.



Daelen'sche Presse. Seitenansicht.

Statt des directen Dampfdruckes bedient man sich auch der Uebertragung durch Räder auf eine Schraube.

Fig. 169.



Eine solche Tiegelpresse (von Pérad und Berchmann¹⁾) ist in Fig. 169 dargestellt. *A* ist die Nonne, mit dem Losboden *O*, der auf der Säule *N* aufliegt. Der Ring *pq* dient der Nonne als Stütze; wird er gelöst, so kann die Nonne über die Säule gleiten und den Tiegel frei machen. Der Mönch *C* ist an der Schraube *D* befestigt. Die Schraube kann durch Handhaben *L* oder durch Maschinenkraft und Uebertragung *MGEFHK* bewegt werden. Der Tiegel nimmt die Form des Raumes *a* an, während überflüssiger Thon (wie übrigens bei jeder Maschinenformerei) durch eine kleine Oeffnung *i* im Verschlussringe *B* herausquellen kann. Das Ventil *e* verhindert die Bildung der Luftleere.

Um ein langsames Senken und ein schnelles Hinaufziehen des Mönches zu vereinigen, pflegt man auch die Spindel mit zwei Schraubengängen, einem schwach und einem stark steigenden, zu versehen. Zwei übereinanderliegende, einzeln lösbare Muttern bedingen den Eingriff in den einen oder den anderen. Während daher in diesem Falle die von dem Motor der Spindel mitgetheilte Peripheriegeschwindigkeit stets die gleiche bleibt, ändert sich die verticale Bewegung wesentlich.

Die Deckel.

Die Deckel sind der Regel nach etwas grösser im Durchmesser, als die Tiegel an der Mündung, um sie leicht abschlagen zu können. Sie sind unten flach, oben etwas convex, wie Fig. 170 zeigt. Sie bestehen aus derselben Masse wie die Tiegel und erhalten etwa 2·6 cm, selten bis 3·3 cm Stärke. Die Pressung geschieht in einfachen eisernen Formen mit Hand oder Maschine.

Entweder sind die Deckel nur, wie in Fig. 170 voll. Dann müssen sie zur Probe des Stahls auf seinen Flüssigkeitsgrad abgehoben und auch vor dem Giessen entfernt werden. Oder die Deckel haben eine, meist centrale, kleine Oeffnung, welche mittelst eines etwas conischen und oben mit einem breiten Rande versehenen Stopfens während der Schmelzzeit verschlossen ist. Diese Oeffnung dient dann zum Probiren des Flüssigkeitsgrades. Auch in diesem Falle muss übrigens der Deckel vor dem Gusse abge-

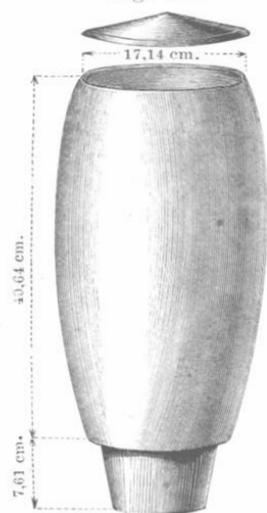
¹⁾ Vergl. Bd. I der Metallurgie, S. 235.

schlagen werden. Oder die Deckel haben zwei Oeffnungen, eine wie die vorhergehend beschriebene und eine halbkreisförmige am Rande, welche in gleicher Weise während des Schmelzens durch einen Thonpfropfen verschlossen ist. Diese letztere Oeffnung dient nach Entfernung des Pfropfens zum Ausgießen und in diesem Falle braucht also der Deckel beim Gusse nicht entfernt zu werden. Sie kann zwar auch zum Probiren des Flüssigkeitsgrades dienen, und in diesem Falle erhält der Deckel kein centrales Loch mehr, aber der Regel nach benutzt man dazu die zweite, in der Mitte des Deckels angebrachte Oeffnung. Die Oeffnungen haben einen Durchmesser von circa 3·5 cm.

Die Käse.

Die Tiegel stehen nicht direct auf dem Roste auf, erstens weil dann

Fig. 170.



Gussstahlriegel mit Deckel u. Käse.

würde, gerade wie die Roststäbe, welche niemals glühend werden, und zweitens, weil beim Lösen des Tiegels von dem Roste vor dem Ausheben leicht eine Zerstörung des Bodens eintreten könnte. Man legt daher zuvörderst auf den Rost eine oder zwei Platten aus feuerfester Masse, welche Käse (*stands*) genannt werden. Dieselben haben zusammen etwa 8 cm Höhe und einen etwas geringeren Durchmesser als der Tiegelboden und sind nach unten ein wenig verjüngt.

Die Käse werden entweder aus Tiegelmasse, häufiger aber nur aus einer Mischung von Thon und Schamotte mit Hand oder Maschine geformt und stark gebrannt. Die Aufmerksamkeit muss nur darauf gerichtet werden, dass sie von zwei horizontalen Flächen begrenzt sind, damit die Tiegel sicher und gerade darauf stehen. Sie werden deshalb nach dem Brennen, wobei sie sich leicht werfen, zuweilen noch auf rotirenden Mühlsteinen abgeschliffen.

Trocknen und Glühen der Tiegel.

Die Tiegel müssen sehr sorgfältig getrocknet werden. Künstliche Trocknung darf erst nach hinreichender Lufttrocknung folgen. Man rechnet auf die gesammte Trocknung bis zum Gebrauche der Regel nach mindestens $\frac{1}{4}$ Jahr, woraus sich der für grosse Schmelzhütten erforderliche bedeutende Trockenraum ergibt.

Zuvörderst lässt man die Tiegel etwa 8 Tage in dem schwach erwärmten Formraum stehen, welcher circa 15 bis 18° C. haben soll.

Hierauf kommen sie auf mehretagige Gestelle, welche sich an die heisse Wand der Schmelzhütte lehnen, oder in besondere geheizte Kammern, in denen eine Temperatur von 40 bis 60° C. herrscht. Auch in den letzteren befinden sich Gestelle, welche mit mehreren Etagen versehen sind. Der Raum wird entweder durch Kanäle, welche in der Sohle liegen, besser aber noch durch heisse Luft geheizt. Letzteres ist deshalb vorzuziehen, weil damit eine Ventilation, also ein Abziehen der feucht gewordenen Luft leichter zu vereinigen ist. Die frischen Tiegel kommen zuerst in die unterste Etage und gelangen von 8 zu 8 Tagen in ein mehr der Decke zu liegendes, daher wärmeres Niveau, um endlich an der Decke nach Oeffnung eines Schiebers ausgehoben zu werden. Diese Hebevorrichtungen sind zuweilen nach Art der Paternosterwerke eingerichtet und mechanisch bewegt. Nun kommen die Tiegel zwar oft direct in den Glühofen (*annealing grate*), wo sie bis zur Rothglut erhitzt werden, zuweilen aber auch erst auf das Gewölbe des Tiegelbrennofens oder die mit einem kammerartigen Raume überdeckten Fuchsgewölbe der Schmelzöfen. Meist werden 9 bis 20 Tiegel zugleich dieser Operation unterworfen. — Die Glühöfen sind sehr verschiedener Einrichtung. Ein wesentlicher Unterschied wird dadurch bedingt, dass die Tiegel entweder ohne Füllung, dann mit dem Boden nach oben gekehrt oder liegend, oder aber mit Füllung, dann aufrecht stehend, geglüht werden. Im ersten Falle wendet man der Regel nach einfache mit Rost versehene backofenförmige Räume an. Auf den Rost kommt Steinkohle, welche entzündet wird, darauf die Tiegel, die Mündung (Gicht, *mouth*) nach unten. Die Zwischenräume werden mit Koks ausgefüllt. Die Deckel werden auf die Böden der umgekehrten Tiegel gelegt und darauf die Einsatzöffnung des Ofens entweder mit feuerfesten Ziegeln versetzt oder durch eine eiserne mit Schamotte ausgefüllte Thür verschlossen. Alle Fugen werden sorgfältig verschmiert, damit Luft nur durch den Rost eindringen könne. Zuweilen werden die Koks durch eine kleine in der Thür ausgesparte und verloren durch eine Thonplatte zugesetzte Oeffnung eingefüllt und durch dieselbe wird auch die Zündung bewirkt.

Als Steinkohlen benutzt man stets solche mit möglichst wenig und ganz trockner, niemals mit fliessender Asche. Als Koks dienen die durch den Rost der Schmelzöfen gefallenen und die vor dem Gebrauch in letzteren als zu klein ausgesiebten Stücke. Zuweilen setzt man zur schnelleren Entzündung Holzkohlen (circa $\frac{1}{3}$) hinzu. Ganz oben auf kommen dann glühende Holzkohlen oder Koks und man lässt sich das Feuer von oben nach unten zum Rost ziehen (Durchschlagen).

Die Glühung dauert nach dem Durchschlagen 12 Stunden, der Regel nach vom Abend bis zum nächsten Morgen.

In dieser Zeit muss man öfters nachsehen, ob sich das Feuer im Ofen gleichmässig vertheilt hat. Die Oeffnung zum Aschenfall wird mit einer starken Eisenplatte versetzt, so dass nur auf der einen Seite ein schmaler Schlitz bleibt, um nicht mehr Luft einströmen zu lassen, als zum gelinden

Glühen der Kohlen erforderlich ist. Je langsamer das Brennen erfolgt, desto besser fallen die Tiegel aus. Die Tiegel lässt man nun entweder vollkommen im Ofen erkalten, oder man lässt sie, was das Gewöhnlichere ist, bis zum Gebrauch in dem Ofen stehen und schafft sie dann direct noch glühend in den Schmelzofen. — Seltener glüht man die leeren Tiegel aufrecht stehend und zwar zuvörderst offen, am Schlusse mit aufgelegtem Deckel. — Sind die Tiegel langsam und sehr stark abgetrocknet worden, so kann man sie auch zum Stahlschmelzen anwenden, ohne sie vorher zu brennen, indess erfordern sie dann eine grössere Vorsicht beim Abwärmen vor dem Schmelzen.

Beispiel. Der Temperofen zu Sollingerhütte fasst nur vier Tiegel. Er hat 63 cm im Quadrat und gleiche Höhe. Die Tiegel werden mit kleinen Kohlen gefüllt, durch alte Deckel mit untergelegten einzelnen alten Deckelstücken (so dass Luft zum inneren Raum des Tiegels kommen kann) bedeckt und umgekehrt, das obere Ende unten, auf den Rost des Temperofens gestellt.

Nachdem die Tiegel möglichst gleichmässig von einander angeordnet sind und eine geringe Quantität brennende Kohlen auf dem Rost vertheilt ist, wird der Temperofen mit Holzkohlen von Wallnuss- bis Hühnereigrösse gefüllt. Zu kleine Kohlen würden den Rost versetzen, zu grobe Kohlen würden das Feuer zu schnell durchdringen lassen und zum Zerspringen der Tiegel beitragen. Gleich beim Einsetzen der Tiegel in den Temperofen wird der Aschenfall mittelst Thür verschlossen und in den gebliebenen Fugen mit Lehm verstrichen.

So überlässt man die Tiegel der höchst langsamen Verbreitung des Feuers von unten nach oben, also umgekehrt, wie gewöhnlich, wozu circa 3 Stunden erforderlich sind, und dann erst giebt man durch geringe Oeffnung der Thür etwas Zug, der allmähig verstärkt, endlich bis zum erforderlichen Grade der Rothglut gebracht wird.

Gewöhnlich vergehen darüber noch 4 Stunden, in welcher Zeit mehrmals Kohlen nachgegeben werden müssen, so dass das gesammte Antempfern der Tiegel in der Regel 7 Stunden dauert.

Aus dem Temperofen kommen die Tiegel unmittelbar in die Stahlöfen, nachdem sie von etwa anhängenden Kohlen, besonders inwendig, vorsichtig befreit sind.

Zum Vorglühen von bereits mit dem Schmelzmateriale gefüllten Tiegeln dienen entweder Flammöfen mit Rostfeuerung oder Gasöfen. Die Tiegel erhalten nach der Füllung einen dichten Verschluss durch Auflegung des Deckels, der Pfropfen und Verschmierung aller Fugen und werden aufrecht auf die mit Schamottepulver bestreute Sohle des Ofens, jedesmal 36 bis 40 Stück gleichzeitig, eingesetzt. Die Herdräume sind Kammern von 1·8 bis 2 m im Quadrat, mit gut schliessenden Schiebethüren versehen. Wird directes Flammfeuer benutzt, so lässt man die Flamme, welche nach Möglichkeit reducirend gehalten wird, die Tiegel sogleich

umspülen. Bei Gasöfen wird das Gas durch ein Regulirventil in Kanäle geleitet, welche rechts und links unter der Ofensohle herlaufen und sich am Ende des Ofens vereinigen. Hier steigt der Gasstrom auf und mengt sich mit der Luft, welche freien Zutritt durch Seitenkanäle unter dem Ofen findet. Die aus dem so vorgewärmten Gemenge entstehende Flamme schlägt durch den ganzen Raum, geht durch mehrere kleine Oeffnungen in schmale Kanäle unter der Herdsohle zwischen den Zuführungskanälen entlang und vereinigt sich endlich in einem grösseren Kanal, welcher zum Schornstein führt.

Die Temperatur, bis zu welcher die Tiegel in diesen Glühofen gebracht werden, entspricht stets nur der dunklen, höchstens der lichten Rothglut. Es findet also kein eigentliches Brennen in dem Sinne, wie es bei anderen feuerfesten Gegenständen erforderlich erscheint, statt.

Der Temperofen wird vor dem Einsatze der Tiegel angewärmt, wenn er nicht durch den vorherigen Betrieb noch warm genug ist.

Behandlung des Materials vor dem Einfüllen in den Tiegel.

Der Rohstahl, welcher zur Gussstahlfabrikation verwendet werden soll, wird der Regel nach in Stückchen von ungefährer Würfelform benutzt. Puddel- und Bessemerstahl wird zu diesem Zwecke zuvörderst in Quadratstäbe von 1 bis 3 cm Stärke ausgeschmiedet oder ausgewalzt und dann zerbrochen oder zerschnitten. Cementstahl wird ohne weiteres in zerbrochenem Zustande, also als Plättchen verwendet; Glühstahl wird gepocht. Die einzelnen Stücke werden nach dem Bruche genau sortirt. Theils um das Brechen, theils um die Beurtheilung des Bruchs zu erleichtern, werden die Stangen oft vor dem Zerbrechen gehärtet. Dies geschieht einfach durch Einwerfen derselben im glühenden Zustande, z. B. nach vollendeter Walzarbeit, in kaltes fliessendes Wasser.

Kohlenstoffproben sind zur Controle der Sortirung durchaus erforderlich, wenn auch ein geübtes Auge selten wesentliche Fehler in der Beurtheilung begeht.

Besetzen der Tiegel mit Material ausserhalb des Schmelzofens.

Das Einsetzen des Materials in die Tiegel findet, wie bereits erwähnt, entweder vor dem Glühen derselben, also nach dem Trocknen in kaltem oder schwach warmem Zustande statt, oder aber erst nach dem Einsetzen der leeren Tiegel in den Schmelzofen. Das letztere Verfahren muss als ein Theil der Schmelzoperation behandelt werden und bedarf zuvörderst der Erläuterung der Ofen.

Das Besetzen der Tiegel ausserhalb des Schmelzofens hat den grossen Vorzug, dass es mit aller Sorgfalt geschehen kann. Dagegen steht der Nachtheil entgegen, dass beim Glühen der Tiegel leicht unter Luftzutritt eine Oxydation eintritt, welche durch keine schnellfliessende Schlackendecke gehemmt wird, wie beim Schmelzen. Auch kann man etwaige Risse oder schadhafte Stellen des Tiegels nicht so gut erkennen, als wie im Schmelzofen selbst.

Obwohl viele Ausnahmen vorkommen, so gilt doch im allgemeinen die Regel, dass Tiegel in Schachtöfen nach, Tiegel in Flammöfen vor dem Einsetzen beschickt werden.

Die kalt beschickten Tiegel werden meist grösser genommen, zu 20 bis 30 Kg Einsatz, als die warm beschickten, welche nur einen Fassungsraum bis 16 Kg erhalten (vergl. S. 610).

Beim Beschicken im kalten Zustande muss auf die Ausdehnung des Materials in der Wärme und das Schwinden der Tiegelmasse Rücksicht genommen werden, um den Tiegel nicht zu zersprengen. Man darf ihn daher nicht vollkommen dicht, wenn auch so dicht wie irgend möglich, packen.

Die Eisenwürfel oder Plättchen werden sorgfältig mit der Hand eingesetzt, etwaige kohlende Zuschläge vorher auf den Boden gebracht, schlackenbildende Pulver dagegen darübergestreut. Zuweilen setzt man längere Stücke senkrecht an den Wandungen auf und füllt die Mitte mit den Würfeln, mit Stahlschnitzeln oder dergleichen mehr.

Ist die Beschickung vollendet, so legt man den Deckel auf, setzt die Pfropfen ein und verschmiert alle Fugen sehr gut, worauf der Tiegel aufrecht stehend in den meist durch Flammfeuerung oder Gasfeuerung geheizten Glühofen kommt.

Die Arbeit wird in Räumen ausgeführt, welche sich am besten unmittelbar an den Trockenraum anschliessen, damit die Tiegel nicht aus der erhaltenen Temperatur herauskommen, ehe sie in den Glühofen gelangen.

Ein solcher Beschickungsraum ist der Regel nach ein langer und schmaler Raum, an dessen Fensterwand sich ein Tisch hinzieht. Die an dem letzteren beschäftigten Arbeiter wägen den Stahl und die etwa erforderlichen Zuschläge sorgsam ab. Je zwei bedienen sich der Regel nach einer Wage. In dem hinter dem Tische befindlichen freien Raum liegen Schienen, auf denen ein Wagen läuft, dessen Plattform mit Vertiefungen versehen ist, so dass die fertig beschickten Tiegel ganz sicher darauf zum Glühofen gefahren werden können.

Die Schmelzöfen und das Schmelzverfahren.

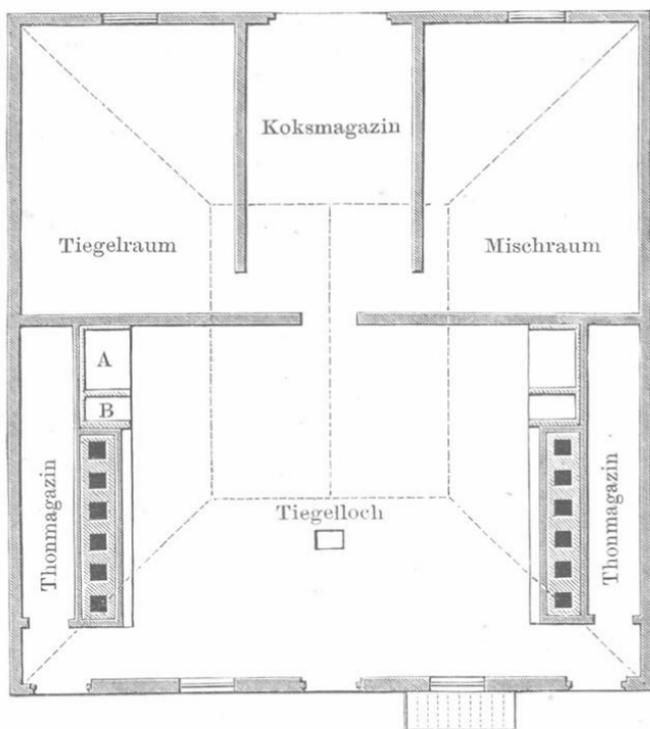
Die Schmelzöfen zerfallen in die beiden Arten der Schachtöfen und der Flammöfen. Bei den ersteren steht der Tiegel auf einem Roste und

wird von dem Brennmaterial direct umgeben, bei den letzteren stehen die Tiegel auf einer festen Sohle und werden von der Flamme eines festen oder gasförmigen Brennmaterials erhitzt.

1. Schachtöfen.

Die Schachtöfen, welche zum Gusstahlschmelzen angewendet werden, haben einen parallelepipedischen Schachtraum, dessen untere Begrenzung ein Planrost bildet, während er nach oben durch einen Schiebedeckel verschlossen ist. Die Feuergase finden ihren Abzug durch einen in der Rückwand des Ofens angeordneten Fuchs, der in die dahinter liegende Esse einmündet. Die Oefen werden reihenweis angeordnet. Ihre Gicht (obere Mündung) liegt in gleicher Ebene mit der Hüttensohle. Der Rost dagegen ist von einem grossen überwölbten unterirdischen Raume aus durch kleinere zu jedem einzelnen Ofen führende Seitengewölbe leicht zugänglich.

Fig. 171.

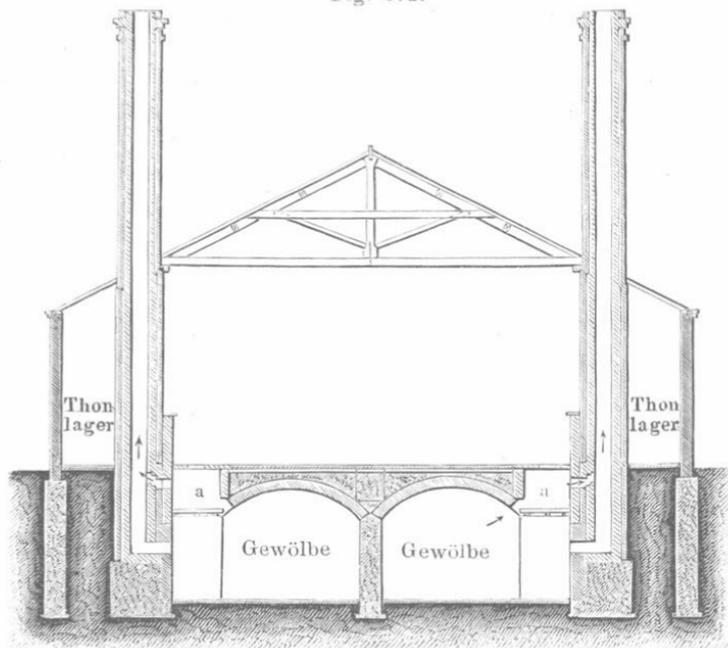


Gusstahlhütte. Grundriss.

Im Folgenden ist zuvörderst eine kleine Anlage von 12 Oefen nach Percy ¹⁾ beschrieben, zu der die Zeichnungen von Sanderson in Sheffield gemacht wurden. [Figuren 171, 172, 173 und 174 (a. S. 636 und 637)].

Jeder Ofen hat zwar seinen eigenen Fuchs und seine eigene Esse, aber die Essen jeder Ofenreihe sind, wie sich aus Figuren 171 und 174 ersehen lässt, in ein einziges Raughemäuer eingefasst. Das Mauerwerk der Esse hat eine Breite von circa 1·02 m und, da der Abstand zweier Essenmittel der Regel nach 83 cm beträgt, $(n + 1) \times 83$ cm Länge, wenn n die Zahl

Fig. 172.



Gussstahlhütte. Verticalschnitt.

der Oefen ist. Der Ofen (a) ist oben durch circa 2·6 cm starke gusseiserne Platten umkränzt, welche mit einer Breite von circa 10 cm aufliegen.

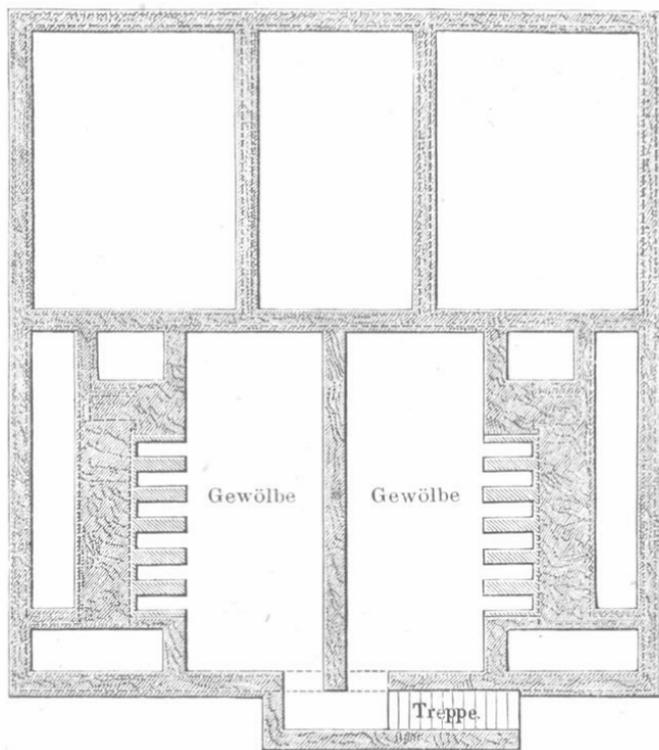
Die eigentliche Mündung (Gicht) des Ofens ist mit einem Schieber überdeckt, welcher aus einem mit einem feuerfesten Steine ausgefüllten oder mit feuerfester Masse ausgestampften schmiedeeisernen Rahmen besteht. An der Mitte der einen Seite des Rahmens befindet sich ein Handgriff, mittelst dessen der Deckel abgezogen wird. Die Hüttensohle ist bis an den Ofen heran ebenfalls mit gusseisernen Platten belegt. Ein solcher Ofendeckel ist in Fig. 175 (a. S. 637) abgebildet.

¹⁾ Iron, p. 830.

Man erkennt aus dieser Anordnung, dass ein Niveauunterschied von mindestens 2 bis 3 m für die Anlage einer Gussstahlhütte erforderlich und daher ein etwas abfallendes Terrain, welches zwei natürliche Sohlen giebt, am günstigsten ist.

Der Aschenfall eines jeden Ofens ist durch eine Querrösche mit der gemeinschaftlichen Hauptrösche (Gewölbe) verbunden. Die Anordnung eiserner Thüren in jeder Querrösche, welche zur Abstimmung des Zuges früher gebräuchlich waren ¹⁾, ist jetzt ganz ausser Gebrauch gekommen,

Fig. 173.



Gussstahlhütte. Horizontalschnitt unter den Rosten.

dagegen wendet man mit Vortheil Unterwind an und schliesst die Hauptröschchen dann gegen aussen durch eiserne Doppelthüren ab, wie dies bei den Puddelöfen Seite 173 beschrieben worden ist.

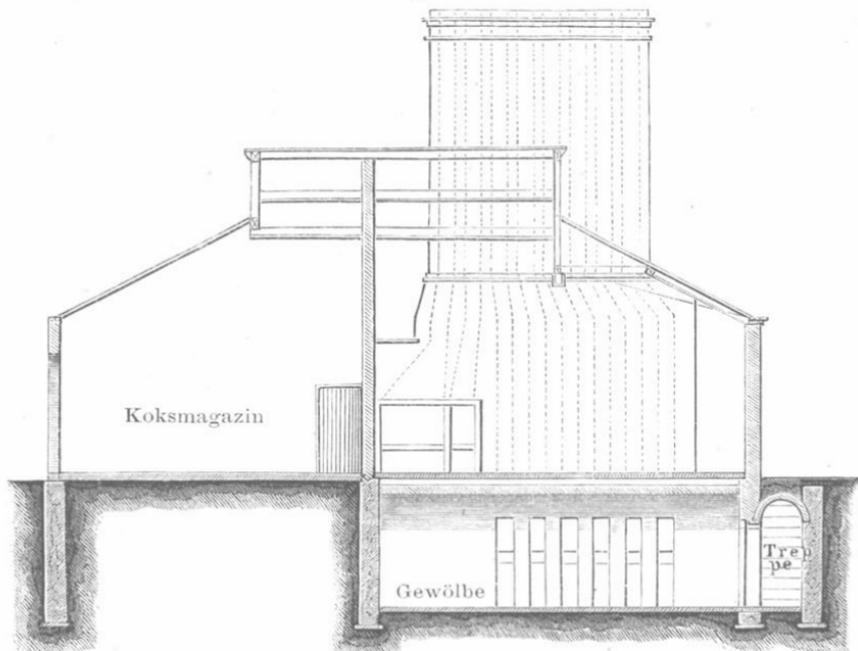
Die englischen eintiegeligen Oefen haben 106·68 cm Höhe und 30·48 cm im Quadrat Weite; zuweilen findet man sie nach oben etwas zusammengezogen, was dadurch erreicht wird, dass man jede Steinreihe oberhalb des Fuchses um etwas nach innen überkragen lässt.

¹⁾ Karsten's Archiv, I. Reihe, 8. Band (1824), S. 544.

Der Fuchs liegt der Regel nach $43\cdot17$ cm über der Rostfläche und ist $15\cdot23$ cm im Quadrat weit.

Neuere Oefen haben $0\cdot80$ m vom Rost zum Fuchs und $1\cdot00$ m vom Rost zur Gicht, einen Horizontalquerschnitt von 40 mal 40 cm für einen

Fig. 174.

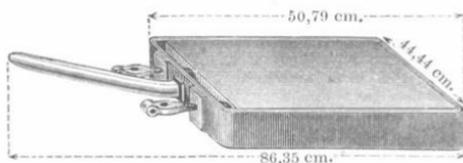


Gussstahlhütte. Verticalsechnitt durch ein Gewölbe.

Tiegel, von 42 mal 55 cm für zwei Tiegel und 55 mal 60 cm für vier Tiegel.

Ein- und zweitielgige Oefen erhalten fünf Roststäbe, deren Stärke 25 bis 35 mm beträgt.

Fig. 175.



Ofendeckel.

eine Breite, welche mit jedem Tiegel um den grössten Durchmesser desselben plus 1 cm wächst. Dasselbe gilt von der Länge (Entfernung der Fuchswand von der Vorwand), wenn die Tiegel in mehreren Reihen aufgestellt werden. Der Regel nach ordnet man zwei und drei Tiegel in einer Reihe, vier, sechs und acht Tiegel in zwei, neun oder zwölf Tiegel endlich in drei Reihen an.

Nach Malmedie erhalten viertielgige Oefen nur $94\cdot16$ cm Höhe, dagegen $70\cdot62$ cm im Quadrat und einen $20\cdot92$ cm breiten, $15\cdot69$ cm hohen Fuchs.

Im allgemeinen erhalten mehrtielgige Oefen

Bei solchen mehrtiegligen Oefen nimmt der Fuchs oft beinahe oder vollständig die ganze Breite des Ofens ein und wird, wenn er für einen zweckmässigen Zug zu gross ausfällt, durch aufrecht gestellte lose Ziegeln verengt.

Die Esse verlängert sich nach unten in einen Aschen- und Staub-sack, welcher durch eine Eisenblechthür vom Aschenfall aus zugänglich ist. Ausserdem ist der Theil unterhalb des Rostes oft noch durch einen schmalen, mittelst eines Ziegels verschliessbaren Kanal mit der Rösche in Verbindung gesetzt, um nach dem Gusse die Rösche durch starken Zug kühlen zu können, ohne denselben durch den Ofen streichen lassen zu müssen.

Der Rost wird von zwei Balken von 5 cm Stärke im Quadrat getragen und besteht aus 2·5 bis 3·5 cm starken Stäben, welche lose aufliegen und von der Rösche aus herausgezogen werden können.

Die Oefen sind mit sehr feuerfestem Material ausgemauert. Entweder bedient man sich dazu der besten feuerfesten Ziegeln oder der Dinasziegeln, auch der kieselsäurereichen Ganistersteine¹⁾; ursprünglich wurden die Oefen aus Masse um ein hölzernes Modell ausgestampft. Diese Methode wird jetzt nur noch ausnahmsweis benutzt. Die Masse besteht dann der Regel nach aus dem Staub der mit Ganister gepflasterten Heerstrassen oder aus geglühtem und mit Wasser angefeuchtetem Pulver der Conglomerate des flötzleeren Sandsteins.

Zur Ersparung an feuerfestem Material setzt man die Esse nur im unteren Theile, 2 bis 3 m hoch, mit der besten Qualität davon aus und nimmt oben billigere Ziegeln. Unter den feuerfesten Thonziegeln wird gewöhnlich denen aus Stourbridge-Thon²⁾ der Vorzug gegeben. Als Mörtel wird ein Gemenge zerstoßener Ziegeln mit der Hälfte rohen Thons benutzt. Die Steine werden vor der Verwendung gegeneinander abgerieben, in Wasser getaucht und mit dem sehr steifen Mörtel eingerieben, um möglichst schwache Fugen zu erhalten.

Ein Ofen erfordert durchschnittlich alle Monate eine gründliche Reparatur.

Beispiel. Als Beispiel mögen die vier Oefen der fiscalischen Gussstahlhütte zu Sollingen dienen:

Die Gussstahlöfen gehören in die Kategorie der Zugöfen und gleichen sich unter einander; bei 94 cm Höhe, 63 cm Länge, 39 cm Weite giebt jeder zwei Tiegeln hinreichenden Raum, so dass im Ganzen in acht Tiegeln zugleich geschmolzen werden kann. Unter jedem Ofen ist ein Aschenfall von 2 m Tiefe, vor den Aschenfällen ist ein gemeinschaftlicher Zugkanal aufgemauert, der nach Osten und Westen mündet und nach Gefallen geöffnet oder geschlossen werden kann, und in welchen ein bedeutender Strom Wasser zur schnellen Abkühlung der durchfallenden Zünder geleitet wird.

1) Vergl. S. 346. — 2) Vergl. S. 612, sowie Bd. I, der Metall. S. 217.

Die Roste der Gussstahlöfen, aus einzelnen Stäben bestehend, sind beweglich und können nach Erforderniss enger oder weiter gestellt, auch beim Reinigen des Ofens ganz ausgezogen werden.

Zum Verschluss der Gussstahlöfen dienen Deckel von feuerfesten Steinen, die in Stabeisenrahmen eingemauert und auf der mit Eisenplatten abgedeckten Hüttensohle festgeschraubt sind. Sie lassen sich um einen Stift drehen, wenn die Ofenmündung freigemacht werden soll. Die Verbindung jedes Ofens mit seiner Esse ist durch einen horizontalen Fuchskanal, der dicht unter dem Deckel mündet, und einen Querschnitt von 21 cm Breite bei 16 cm Höhe hat, hergestellt. Die Höhe der Essen beträgt 12·5 m, der Querschnitt 26 cm ins Gevierte. Sowohl die Ofenschächte, als die Fuchskanäle und die unteren Hälften der Essen werden mit feuerfesten Steinen ausgemauert, welche aus Pfeifenthon mit Zusatz von $\frac{2}{3}$ gebrannten Thons derselben Sorte geformt und stark gebrannt sind.

Bei der ausserordentlich grossen Hitze, der die Ofenschächte und Fuchskanäle ausgesetzt sind, müssen diese Theile nach höchstens drei Wochen anhaltenden Gebrauchs erneuert werden, selbst der unterste Theil der Essen bedarf von Zeit zu Zeit einer Reparatur.

Abweichungen.

Man hat mit Erfolg versucht, die Abhitze der Oefen zur Dampfkessel- feuerung anzuwenden. Zu diesem Zwecke werden je zwei mit den Füchen gegen einander gerichtete Ofenreihen mit einem dazwischenliegenden Dampfkessel verbunden. Häufig ist dies ein liegender Siederohrkessel; jedoch leitet man auch die abgehenden Gase durch das Feuerrohr eines verticalen Kessels, am empfehlenswerthesten ist aber die Einrichtung eines einfachen stehenden Cylinderkessels. Ein solcher Kessel wird in der Seite 189 u. f. angegebenen Art construirt.

Alle dort bei Gelegenheit der Benutzung der Abhitze aus Puddel- öfen zur Dampferzeugung (S. 193) angegebenen Vorsichtsmaassregeln müssen beim Gussstahlschmelzen in erhöhtem Maasse angewendet werden, namentlich ist es erforderlich, die Möglichkeit zu schaffen, die Gase von dem Kessel schnell absperrn zu können, weshalb entweder ein Umleitungs- kanal oder Fuchsdeckel ¹⁾ oder beide Vorrichtungen anzuwenden sind.

Ueber die zweckmässige Benutzung des Unterwindes ist bereits ge- sprochen ²⁾. Man hat mit dem Unterwinde bei Verwendung von Holz- kohlen nicht die geringste Schwierigkeit, bei Koks will man Nachtheile erhalten haben, welche darin bestehen sollen, dass sich in der halbflüssigen Koksasche Schlackenröhren bilden, welche den Wind ungleichmässig ver- theilen und dadurch nachtheilig wirken. Dies kann indessen nur gesche- hen, wenn man den einzelnen Aschenfall abschliesst und dadurch unzu- gänglich für den Arbeiter macht, nicht aber wenn der Unterwind die

¹⁾ S. 197. — ²⁾ S. 637.

ganzen Kanäle erfüllt und der Arbeiter ungehindert den Rost reinigen kann.

Als eine weitere Abweichung von der vorher beschriebenen Anordnung ist, namentlich dann, wenn Dampferzeugung durch die Abhitze mit dem Betriebe verbunden wird, die Einleitung zahlreicher Föhse in einen gemeinschaftlichen zu einer hohen Esse führenden Kanal anzuföhren. Der Regel nach ist man aber wieder von dieser die Regulirung des Zuges der einzelnen Oefen wesentlich erschwerenden Einrichtung abgekommen.

Zu Döhlen bei Dresden, wo man 20 viertiegelige Oefen hat, werden die Gase in zwei Heizkanäle geleitet, die sich schliesslich vereinigen und in eine 47 m hohe Esse münden. Der dort stattfindende hohe Koksverbrauch (550 Kg auf 100 Kg Stahl) mag zwar theils in der schlechten Beschaffenheit des Brennmaterials, wohl aber auch in dieser Einrichtung seinen Grund haben.

Man hat ferner vorübergehend Versuche gemacht, in Schachtöfen mit der Flamme von Steinkohlen, Braunkohlen etc. zu schmelzen, wurde aber naturgemäss von derartigen Einrichtungen auf die vollkommeneren der Gasöfen geführt, welche später beschrieben werden.

Man hatte zu diesem Zwecke auch zwei Roste angeordnet, nämlich einen unten liegenden gewöhnlichen Rost zur Verbrennung und darüber ein durchbrochenes Gewölbe oder einen Steinrost, auch wohl einen Rost aus gekühlten Röhren, auf welchem die Tiegel standen¹⁾.

Einen Uebergang zu den eigentlichen Flammöfen bildete eine ebenfalls nicht empfehlenswerthe Einrichtung, bei welcher die auf einem Mittelroste verbrannte Steinkohle zur Erhitzung der auf zwei seitlichen Herden aufgestellten Tiegeln dienen sollte.

Einsetzen und Füllen der Tiegel.

Der Ofen wird, nachdem der Käse sauber eingelegt ist, am Boden mit brennenden, dem Glühofen entnommenen Steinkohlen oder mit glühenden Koks beschüttet. Hierauf wird die Oberfläche des Käses gereinigt und der glühende Tiegel darauf gesetzt. Zur Sicherung des Bodenpfropfens²⁾, der schwächsten Stelle, wird eine Handvoll Sand hineingeworfen. Der Regel nach wird der Deckel lose aufgelegt. Sodann werden leicht entzündbare Koks aufgefüllt, der Tiegel kommt schnell in hohe (Weissglut) Temperatur³⁾ und ist in 20 Minuten zur Aufnahme der Beschickung bereit.

Nun wird ein blecherner Trichter aufgesetzt, dessen Form und Grösse aus Fig. 176 ersichtlich ist, und durch diesen der Stahl eingeschüttet. Hierauf kommt der Deckel auf den Tiegel und der Ofen wird ganz mit dichten Koks gefüllt.

¹⁾ Jackson. — ²⁾ Siehe S. 623. — ³⁾ Der Engländer sagt: The pot is brought up.

Zuweilen setzt man den Trichter zugleich mit der Füllung von Stahlstücken auf und damit diese nicht herausfallen, ehe es Zeit dazu ist, verschliesst man die untere Oeffnung entweder mittelst eines Papierpfropfens oder steckt eine schräg liegende Eisenstange hinein. Ersterer verbrennt, letztere wird herausgezogen.

Fig. 176.



Fälltrichter.

Statt dieser Methode wendet man auch zuweilen die Eintragung mittelst Zangen ohne Trichter an. Man setzt längere Stahlstücke (welche etwas kürzer als die Tiegelhöhe, etwa 25 cm lang, sind) senkrecht an die Wandungen und füllt dann den inneren Raum mit kleinen Stücken (Würfeln von ungefähr 10 bis 20 chem).

Zuweilen setzt man noch obenauf Stahlabfälle, wie Blechabschnitzel, Drahtenden u. s. w.

Der Grund, den man für die Regel anführt, bei den Schachtöfen den Stahl erst nach dem Einstellen des Tiegels in den Ofen einzusetzen, ist der, dass sich mit grösserer Leichtigkeit etwaige Fehler der Tiegel (Sprünge und Risse) wahrnehmen lassen und der Tiegel

in solchen Fällen noch vor dem Gebrauche ausgewechselt werden kann und dass deshalb ohne Gefahr ein Tiegel mehrmals gebraucht werden kann.

Da sich das Schmelzen an das Antempfen der Tiegel unmittelbar anschliesst, so müssen die Schmelzöfen so weit angewärmt sein, dass die zur Rothglut gebrachten Tiegel in eine ähnliche Temperatur gelangen. War der Ofen beim Einsetzen der Tiegel zu warm, so folgt die Temperaturerhöhung zu schnell und die Tiegel reissen; bei zu kaltem Ofen, zu wenig bedecktem Rost, oder zu schwer entzündbaren Koks erleiden die Tiegel im Anfange eine Abkühlung und die durch den Rost dringende kalte Luft trägt ebenfalls zum Reissen der Tiegel bei. Da sich die Temperatur des Ofens nicht leicht messen lässt, erfordert die Beurtheilung des richtigen Hitzgrades einen durch Uebung geschärften Blick. Je geringer die Güte des Tiegelmateriale, um so grösser muss die Vorsicht sein. Die Oefen werden der Reihe nach so behandelt, ehe zum Beschicken geschritten wird, bei welchem dieselbe Reihenfolge innegehalten werden muss. Man hält indessen zwischen je zwei Oefen gern eine Zeitpause von 15 Minuten ein, um später beim Ausguss die gleiche Zwischenzeit zu gewinnen.

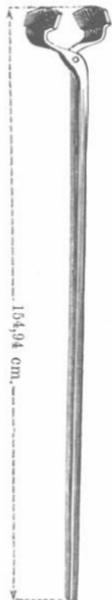
Sind die Tiegel bereits vor dem Glühen besetzt worden (vgl. S. 633), so fällt natürlich die eben beschriebene Arbeit aus. Es werden dann die Tiegel mittelst kräftiger Zangen auf die vorher eingelegten Käse gestellt, mit leicht brennenden Koks bis zur Hälfte umgeben und dann mit gewöhnlichen Schmelzkoks ganz umschüttet und überdeckt.

Zuweilen schliesst man den Ofen kurze Zeit, nachdem er halb gefüllt ist, um ein vollständiges Entflammen des Brennmaterials zu erreichen.

Schmelzen.

Nachdem die Tiegel besetzt sind und der Ofen mit Koks gefüllt ist, geht das Schmelzen gleichmässig voran¹⁾. Nach $\frac{3}{4}$ Stunden werden frische Koks aufgegeben und in manchen Fällen (z. B. beim Werkzeugstahlschmelzen in Sheffield) untersucht der Schmelzer nach Entfernung des Deckels den Grad der Schmelzung, um je nach dem Resultat mehr

Fig. 177. oder weniger Koks aufzugeben. Das Abheben des Deckels geschieht mit der in Fig 177 abgebildeten Zange.



Das Aufgeben der Koks erfolgt mittelst kleiner mit Henkel und Handgriff versehener Gefässe aus Eisenblech und zwar entweder alle $\frac{1}{2}$ Stunden oder alle ganze Stunden, im letzteren Falle jedesmal circa 20 bis 25 Kg.

Zuweilen schmilzt man einen ersten Einsatz von Stahl 1 bis $1\frac{1}{2}$ Stunden lang und giebt dann erst den Rest ein, nachdem man sich nach Abhebung des Deckels vom gehörigen Niedersetzen des Stahls überzeugt hat.

Findet sich, dass Koks in den Ecken des Ofens hängen bleiben, so müssen diese niedergestossen werden. Zeigt sich eine Neigung des Tiegels, so muss diese sogleich gehoben und der Tiegel gerade gestellt werden.

Der Rost wird beständig rein und klar gehalten. Ausserdem beobachtet man an ihm ein etwaiges Leckwerden eines Tiegels, welches sich leicht an den aussprühenden Funken erkennen lässt. Zeigt sich eine solche Erscheinung, so wird der Tiegel sofort ausgehoben, auch wenn die Schmelzung noch nicht vollendet war.

Nach 3 bis 6 Stunden beim ersten Schmelzen, in kürzerer Zeit bei bereits ganz heissem Ofen, pflegt der Stahl gar, d. h. fertig zum Guss zu sein. Man richtet sich hierbei zwar sehr häufig nach den mit gleichen Schmelzmaterialien gemachten Erfahrungen, oft aber giebt das Aussehen des Stahls, nachdem der Deckel abgehoben ist, das Kennzeichen; nicht selten überzeugt man sich von der

¹⁾ Die Zeit wird genau notirt, oft durch einen festzustellenden Zeiger an einer Uhr.

Gare des Stahls durch Eintauchen einer schwachen Eisenstange (des Spiesses), welcher keinen Widerstand finden und beim Herausziehen helle Funken sprühen muss.

Ist der Stahl noch zu dickflüssig, so setzt er sich an den Spiess in zackiger oder ungleichförmig körniger Art an, ist er hinreichend dünnflüssig, so bildet er eine glatte, gleichmässige Nase.

War der Deckel zur Untersuchung abgehoben, so setzt man ihn wieder auf und unterhält das Feuer noch 8 bis 10 Minuten.

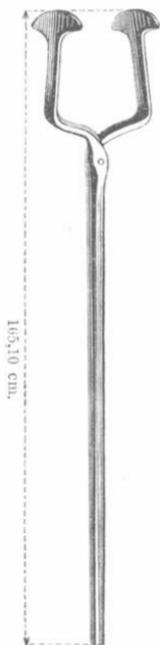
In allen Fällen müssen vor Beendigung des Schmelzens die Koks soweit niedergebrannt sein, dass man ohne Schwierigkeit den Tiegel mit der Zange packen kann. Aus diesem Grunde giebt man zuletzt (oft schon in $1\frac{1}{4}$ Stunden vor dem Schluss) keine frischen Koks mehr auf.

Der Fall, dass nachdem der Stahl auf die Gare untersucht ist, nochmals frische Koks aufgegeben werden müssen, darf bei einem geregelten Betriebe nicht vorkommen.

Das Ausheben der Tiegel.

Ist der Stahl gut geschmolzen und für den Guss geeignet (*ready for teaming*), so stellt sich ein Arbeiter (*puller out*), gewöhnlich der Meister,

Fig. 178.



der sich ganz in mehrfache Lagen von grober Leinwand oder Flanell gekleidet und mit Wasser besprengt hat, über die geöffnete Gicht des Ofens und hebt, während gleichzeitig ein Hülfсарbeiter (*cellar lad*) von unten mittelst einer Brechstange den Käse anhebt und von der ihn mit dem Roste verkittenden Schlacke löst, Tiegel sammt anhaftendem Käse mittelst der in Fig. 178 abgebildeten Zange mit einem kräftigen Schwunge heraus und trägt ihn entweder zu der Giesstelle oder in das Tiegelloch (*teaming hole*), einen gusseisernen Kasten¹⁾ von etwa 47 cm Länge, Breite und Tiefe, der in die Hüttensohle eingelassen und zum Theil mit Koksstaub gefüllt ist. Der Zweck des letzteren ist, die Berührung des Tiegels mit den Eisenwänden zu verhüten, ihn vor Abkühlung zu schützen und ihm einen sicheren Stand zu geben. Hier wird der Deckel abgehoben und auf den zuvor ausgegossenen Tiegel gelegt, der dann sofort in den Ofen zurückgeht, wenn er nochmals gebraucht werden kann.

Dies zuletzt beschriebene Verfahren vereinfacht sich wesentlich, wo man die Tiegel nur einmal braucht. Dort werden dieselben nach erfolgtem Gusse einfach bei Seite geworfen.

Umgekehrt vermehrt sich die Arbeit zuweilen noch

¹⁾ Vergl. Fig. 171.

durch die für die Erhaltung der Tiegel gewiss nur empfehlenswerthe Einschaltung eines Glühofens. In diesem Falle wird nach vollendetem Gusse der Tiegel, an dessen Boden der Untersatz festgeschmolzen, mit einem Beile vom Schlackenansatz befreit und dann schnell in den kleinen Glühofen (meist einen nach Art der Schmelzöfen construirten Raum) gesetzt, der einige Zeit zuvor angewärmt sein muss. Auch der zweite Tiegel wird ebenso behandelt. Während soviel Tiegel im Glühofen stehen, als in einen Schmelzofen gehören, reinigen die Schmelzer den Stahlofen von allen Schlackenansätzen, indem sie den Rost ausziehen und mit der Brechstange die Schlacke von den Wänden abstossen, was bei stark schlackenden Koks sehr sorgfältig geschehen muss.

Diese Arbeit wird möglichst schnell gefördert, damit der Schmelzofen nicht zu kühl wird. Dann wird der Rost eingelegt und die Tiegel werden aus dem Glühofen wieder eingesetzt und mit Koks umgeben, worauf die zweite Schmelzung folgt.

Hat man Koks, welche nicht ganz trockene Asche geben, so zieht man auch vor dem Ausheben die an den Seiten des Ofens befindlichen Roststäbe heraus und stösst die anhängenden Koks durch die entstandenen Oeffnungen in den Aschenfall. Dies geschieht übrigens in allen Fällen nach dem Ausheben behufs der Reinigung der Ofenwände vor der nächsten Schmelzung.

Durch den um den Untersatz sich bildenden Schlackenrand kleben die Tiegel zuweilen so fest mit den Wänden des Stahlofens zusammen, dass nicht allein drei Arbeiter beim Ausheben des Tiegels oben erforderlich sind, sondern auch der Bursche unterem Rost mittelst einer Hebestange, auf empfangenes Zeichen durch Klopfen, das Ausheben kräftig unterstützen muss, weil sonst der Fall sich ereignen könnte, dass der Tiegel unten festgehalten und zerrissen würde, wobei der geschmolzene Stahl verloren ginge.

Die Kleidung des Schmelzers ist nicht gleichgültig. Die Beine sind der Hitze am meisten ausgesetzt; sie müssen daher am besten durch Zeuglagen, die gewöhnlich aussen noch gegen das directe Verbrennen durch eine Eisenblechschiene geschützt sind, bedeckt werden. Die Hände und Unterarme sind in Säcke aus Segeltuch, welches aussen stark befeuchtet ist, gehüllt.

Zeit der Schmelzungen.

Es ist bereits oben angeführt, dass die Schmelzung 3 bis 6 Stunden dauert. Die Zeit ist hauptsächlich von der Beschaffenheit der Koks abhängig, dann aber auch von der Wanddicke der Tiegel. Je besser erstere, je schwächer letztere ist, um so geringer fällt der Zeitaufwand unter sonst gleichen Verhältnissen aus.

Ausserdem hat der Kohlenstoffgehalt des Stahls, mit dessen Abnahme bekanntlich der Schmelzpunkt wächst, einen erheblichen Einfluss.

Hinsichtlich des Zuges kann durch die Arbeiter viel geschehen. Durch Reinigen des Rostes kann der Zug lebhaft und die Erhitzung gleichmässig erhalten, durch theilweises Schliessen der Zugklappen oder Temper auf den Essen ein zu heftiger Zug vermindert werden. Letzteres ist z. B. bei Sturm erforderlich, weil sonst zuviel kalte Luft in den Rost strömt und den unteren Theil des Tiegels abkühlt, wenn auch am oberen eine höhere Temperatur erzielt wird.

Man braucht für die erste Schmelzung bei wiederholtem Gebrauche der Tiegel die längste Zeit, bei den folgenden Schmelzungen nimmt die Zeit, aber auch der Fassungsraum der Tiegel ab.

So erfordert in Sollinger Hütte die erste Schmelzung bei 12·5 bis 13·5 Kg Einsatz 4 bis 4 $\frac{1}{2}$ Stunden, die zweite Schmelzung bei 11 bis 12 Kg Einsatz 3 $\frac{1}{4}$ bis 3 $\frac{3}{4}$ Stunden, die dritte Schmelzung bei 10 bis 11 Kg Einsatz nur 2 $\frac{3}{4}$ bis 3 Stunden. Beim Nachsetzen von Stahl zum Behufe der Erzielung grösserer Gussstücke bis zu 15 Kg verlängert sich die erste Schmelzung um circa 1 Stunde, da der Nachsatz erst erfolgt, wenn der erste Satz ziemlich niedergeschmolzen ist, und dabei eine Abkühlung eintritt.

In Westfalen pflegt man da, wo die Tiegel im Ofen beschickt werden, dieselben Nachts anzuwärmen, Morgens 6 Uhr einzusetzen, den Ofen bis zum Rande mit halb warmen Koks zu füllen, darauf den Rohstahl einzusetzen, den Deckel aufzulegen und sofort den Ofen ganz mit kalten Koks zu füllen und den Ofendeckel aufzuschieben. Diese Arbeit dauert etwa bis 7 Uhr. Um 9 Uhr wird von neuem Koks nachgefüllt, und in 1 $\frac{1}{2}$ bis 2 Stunden nochmals. Um 12 Uhr ist bei Oefen mit 9 Tiegeln die erste Schmelzung vollendet und der Guss erfolgt. Die zweite Schmelzung dauert, obwohl das Giessen dazwischenliegt, nur bis 6 Uhr Abends.

A u f w a n d.

Brennmaterial.

Zum Schmelzen des Gussstahls ist eine sehr hohe Temperatur erforderlich. Dieselbe muss so schnell als irgend möglich nach dem Einsetzen des Rohstahls erreicht werden. Aus diesem Grunde lässt sich nur mit Vortheil ein Brennstoff verwenden, welcher in kleinem Rauminhalt möglichst viel Kohlenstoff umschliesst. Das einzige gut geeignete Brennmaterial sind daher dichte Koks. Die leichteren (z. B. Obernkirchener) Koks sind, wenn sie auch zu gleichem Preise erstanden werden, ihrer lockeren Natur wegen, weniger wirksam und deshalb jenen nachzustellen. Indess lässt sich eine geringe Menge solcher Koks gerade ihrer leichten Entzündlichkeit wegen zur ersten Füllung der Oefen recht gut gebrauchen, wie oben angeführt wurde.

Der Brennmaterialaufwand wächst um so mehr, je öfter der Ofen

abgekühlt wird. Er beträgt daher am wenigsten, wo mehrere Schmelzungen auf einander folgen. Andererseits wächst der Brennmaterialaufwand aber auch mit der Länge des Betriebes eines und desselben Ofens, weil sich der letztere allmähig erweitert und dann mehr Brennstoff erfordert. Weniger Einfluss hat bei an sich brauchbaren Koks die Art des zu erzeugenden Stahls.

Die alten eintiegeligen Oefen verbrauchten 500 bis 600 Kg Koks auf 100 Kg Stahl, die zweitiegeligen haben nur 330 bis 400, die viertiegeligen endlich nur 200 bis 250, ja zuweilen nur 180 Kg nöthig ¹⁾. Viel geringer wird das Verhältniss bei sechs-, acht- und neuntiegeligen Oefen nicht, weil behufs einer gleichmässigen Erhitzung ein langsamerer Betrieb nöthig ist; ja der Regel nach darf man selbst bei neuntiegeligen Oefen kaum unter 250 Kg rechnen, während man oft auch hier auf 400 Kg steigt.

Auf westfälischen Werken verbraucht man in neuntiegeligen Oefen in 12 Stunden 1000 Kg Koks im Durchschnitt, auf zwei Schmelzungen, d. h. etwa 400 Kg auf 100 Kg Stahl, wenn mit der Abhitze Dampfkesselheizung verbunden ist, was allerdings aus ökonomischen Gründen gegen letztere Einrichtung zu sprechen scheint.

Die Kosten des Brennmaterials sind bei weitem die hervorragenden bei der Gussstahlerzeugung. Gruner ²⁾ giebt sie auf 1000 Kg Stahl folgendermaassen an:

Eintiegelige Oefen.			
Koks	5000 bis 6000 Kg =	100	bis 120 Rmk.
Tiegel		28·8	" 40 "
Handarbeit		20	" 24 "
Unterhaltung der Oefen		9·6	" 12 "
Gezähe		4	" 4 "
		<hr/>	
		162·4 bis 200 Rmk.	

Zweitiegelige Oefen.			
Koks	3500 bis 4000 Kg =	70	bis 80 Rmk.
Tiegel		28·8	" 40 "
Handarbeit		16	" 20 "
Unterhaltung der Oefen		9·6	" 12 "
Gezähe		4	" 4 "
		<hr/>	
		128·4 bis 156 Rmk.	

Viertiegelige Oefen.			
Koks	1800 bis 2500 Kg =	36	bis 50 Rmk.
Tiegel		35·2	" 50 "
Handarbeit		20	" 21·6 "
Unterhaltung der Oefen		9·6	" 12 "
Gezähe		4	" 4 "
		<hr/>	
		104·8 bis 137·6 Rmk.	

Die Tiegelkosten wachsen hiernach übrigens bei viertiegeligen Oefen bedeutend und zwar nur wegen der ungleichmässigeren Erhitzung, welche

¹⁾ Vergl. *Etat présent de la Métallurgie* p. Gruner et Lan, II, p. 750. —
²⁾ *Loc. cit.*

eine schnellere Zerstörung herbeiführt und selten eine mehrmalige Ausnutzung zulässt.

Nach Seeborn in Sheffield ¹⁾ sind die Erzeugungskosten des Stahls daselbst im Durchschnitt pro 1000 Kg Stahl:

Koks ²⁾	76	Rmk.	—	Pf.
Tiegel	12	"	—	"
Handarbeit	50	"	—	"
Ofen und Gebäude	4	"	—	"
Bruch und Ausschuss	7	"	50	"
Gussformen und Gezähe	4	"	—	"
Feuerfeste Ziegeln	2	"	—	"
Nebematerialien	2	"	—	"
Geschäftsunkosten (5 Proc.)	8	"	50	"
		<hr/>		
	166	Rmk.	—	Pf.

Zu Hirschwang hat man bei Verwendung von Holzkohle und Unterwind (100 bis 280° C.) in Oefen zu 7 Tiegeln und bei einer Schmelzzeit von 4 Stunden auf 100 Kg Stahl nur 200 bis 226, ja bei längerem Betriebe sogar nur 150 bis 175 Kg Brennmaterial gebraucht, während andere österreichische Werke, so lange sie sich der Holzkohlen bedienen, kaum weniger als 800 bis 900 Kg nöthig hatten ³⁾. Wo irgend Koks zu beschaffen sind, zieht man diese indessen der Holzkohle vor.

A b b r a n d.

Je besser die Ausführung des Processes, um so geringer der Abbrand. Man kann ihn abgesehen von Schalen, Enden und Ausschuss, d. h. also durch Verschlackung und Zurückbleiben im Tiegel, auf 3 bis höchstens 5 Proc. veranschlagen.

Bei vier- und mehrtiegeligen Oefen ist der Abbrand gewöhnlich etwas grösser, in Folge der ungleichmässigen Erhitzung.

Sehr wesentlich steigt natürlich der Metallverlust, sobald ein Durchbrennen der Tiegel und ein Durchgehen des Stahls stattfindet.

Es ist schon vorläufig erwähnt worden, und wird später bei den Zuschlägen noch genauer erläutert werden, dass jeder Rohstahl brauchbar für die Darstellung von Gussstahl ist. Indessen wird die Qualität des letzteren immer in erster Linie von der Beschaffenheit des Rohmaterials abhängen. Bezüglich des Gewichtsabganges ist zu bemerken, dass ein um so grösserer Verlust stattfindet, je schlackenreicher das Material war. Daher giebt Bessemerstahl am wenigsten, Herdstahl einen mittleren und Puddelstahl den grössten Abgang.

¹⁾ Vergl. Kerpely, Ungar. Berg- und Hüttenm. Zeit. 1873 und Fortschritte 1871 bis 1873, S. 693. — ²⁾ Einschliesslich Steinkohle zum Wärmen und Glühen der Tiegel. — ³⁾ Kerl, Hüttenkunde III, S. 724.

Arbeiterpersonal.

Die zum Gussstahlschmelzen erforderlichen Arbeiter bestehen der Regel nach in einem Meister, welcher ausser der Leitung des Schmelzprocesses auch das Ausheben des Tiegels besorgt, zwei Schmelzern und einem Burschen, welcher sich am Rost aufzuhalten hat. Schon oben ist erwähnt, dass die ausserordentliche Hitze, welche von denselben zu ertragen ist, besondere Schutzmittel gebietet, die in panzerähnlichen, aus vielfach übereinander genähter grober Leinwand hergestellten und angefeuchteten Anzügen bestehen, namentlich zum Schutze der Beine und des Unterleibs. Ausserdem sind Hüte mit grossem Rande erforderlich zum Schutz des Gesichts gegen Verbrennung beim Sprühen des Stahls und beim Abhauen der Schlacke von den Tiegeln.

Als ein erfolgreiches Mittel gegen Athmungsbeschwerden, die durch Hitze sowohl, als durch die kohlenoxydreichen Gase entstehen, wird ein vor dem Munde getragener, mit kaltem Wasser oder besser noch mit verdünntem Essig angefeuchteter Schwamm bezeichnet, der entweder vorgebunden oder mit den Lippen gehalten wird.

Der Versuch, die Augen mittelst blauer oder grüner Brillen zu schützen, bewährt sich nicht, weil auf die Dauer die Fassung unerträglich heiss wird und die Augen hinter den Gläsern schliesslich mehr von der Hitze leiden, als ohne dieselben. Glimmerblättchen ohne Metallfassung würden sich besser eignen als Glas, wenn sie nicht schnell trübe würden.

2. Gasöfen.

Tunner scheint 1854 zuerst die Möglichkeit mit Gas Tiegelgussstahl zu schmelzen hervorgehoben zu haben. Er wurde durch die Armuth seines eigenen Vaterlandes an Steinkohlen, welche zu Koks verarbeitet werden können, und den Reichthum desselben an gasreichen Braunkohlen dazu gedrängt, denn die Gasöfen haben den Vortheil, die Verwendung rohen Brennmaterials zu gestatten.

In der That befand sich schon 1862 ¹⁾ ein Gasofen bei Leoben in Steyermark im Betrieb, in welchem 20 Tiegel gleichzeitig erhitzt werden konnten.

Es wurden nur 3 Gewichtstheile Braunkohle auf 1 Gewichtstheil Gussstahl verbraucht und in 6 Arbeitstagen 5000 Kg Stahl erschmolzen.

Auf der Pariser Ausstellung 1867 waren Producte von Assailly in Frankreich vertreten, wo ein Ofen mit neun Tiegeln im Betrieb war, welcher durch die Flamme einer mit Unterwind versehenen Steinkohlen-

¹⁾ Percy, Iron 836.

rostfeuerung betrieben wurde. Der Verbrauch betrug 250 bis 300 Kg Steinkohlen auf 100 Stahl und mit der Abhitze wurde Dampf erzeugt.

Erst im Zusammenhange mit Regeneratoren erreichen indessen die Gasöfen eine hinreichende Vollkommenheit. Denn erst dann gelingt es, einen stets gleichmässigen Gasstrom, eine gleichmässige Verbrennung und daher eine gleichmässige und dabei hohe Temperatur zu erlangen.

Mit Regeneratoren versehene Gasöfen eignen sich zwar wegen ihrer hohen Productionsleistung — welche bei zwei Oefen etwa 4500 bis 5000 Kg in 24 Stunden beträgt — nur für grossartigen Betrieb. Dort sind sie aber auch ganz an ihrem Platze und geeignet, eine wesentliche Brennmaterialersparniss herbeizuführen.

Während man selbst bei mehrtiegeligen Schachtöfen — wie oben angeführt — selten unter 250 bis 300 Kg Koks auf 100 Kg Stahl kommt, was einem Kohlenverbrauch von circa 330 bis 400 Kg Steinkohlen entspricht, so braucht man bei den Gasöfen nur 150 bis 155 Kg allerdings guter Gassteinkohle und gewinnt dabei noch das nöthige Gas zum Glühen der Tiegel, wofür bei Schachtöfen immer noch eine besondere Brennmaterialmenge erforderlich wird. Freilich fällt bei Regeneratoröfen die Benutzung der Abhitze zur Dampferzeugung fort, was indessen nach dem oben angeführten Beispiele ebenfalls nicht als Nachtheil in Bezug auf Brennmaterialersparniss anzusehen ist.

Man darf nicht glauben, dass man etwa ein schlechtes Brennmaterial für Gasschmelzöfen benutzen könne. Der Irrthum, der in dieser Beziehung lange geherrscht hat, ist die Veranlassung zu vielen vergeblichen und missglückten Versuchen gewesen. Die beste, aschenfreieste und gasreichste Kohle ist stets das geeignetste Material und man darf in dieser Richtung nicht geizen. Auch ist die Stückgrösse nicht gleichgültig. Man muss jede Kohle auf dem Hüttenplatze, möglichst in der Nähe der Generatoren, doppelt sieben, um sowohl von zu grossen Stücken als von Grus freie Kohlen in Haselnuss- bis Faustgrösse zu erhalten. Endlich müssen die Kohlen möglichst trocken sein, und daher unter Dach und Fach aufbewahrt werden.

Meinem früheren Schüler, Herrn Moritz Böker aus Remscheid, verdanke ich die ausführliche Beschreibung einer bestehenden Tiegelgasofenanlage, welche dem Folgenden zu Grunde gelegt ist.

Anlage einer Tiegel-Gussstahlschmelzerei mit Siemens'schen Regeneratoren.

Die im Folgenden beschriebene Anlage umfasst drei Paare von Regenerativschmelzöfen mit einer durchschnittlichen Production auf das Paar von je 4500 bis 5000 Kg Stahl in 24 Stunden bei einem Verbrauch von 7000 Kg Gaskohle,

Bei der Auswahl des Terrains für die Anlage des Werkes mit Gasfeuerung ist hauptsächlich darauf gesehen worden, für die Gaserzeuger den in Bezug auf die Verbrennungsöfen relativ tiefsten Punkt zu wählen, um bei dem geringen specifischen Gewichte der Gase von der Einwirkung der Witterung auf den Zug möglichst unabhängig, auch nicht in die Nothwendigkeit versetzt zu sein, die Gase stark abzukühlen, damit sie bis zu den Kammern angesogen werden. Es konnte deshalb die Hauptgasleitung oder das Kühlrohr kürzer gemacht und damit der als unnöthig angesehenen Condensation vorgebeugt werden.

In dieser Beziehung darf man indessen nicht alle Werke gleich behandeln, da bei sehr wasserreichen Brennstoffen sich die Sachlage anders stellt, als bei wasserarmen. Die Regeln sind hierfür bereits bei den Puddelofenfeuerungen (S. 157) besprochen.

Die Generatoren sind auf dem beschriebenen Werke 1·88 m tiefer gelegt als die Schmelzöfen, d. h. die Entfernung von Oberkante der Generatoren bis zu Oberkante der Schmelzöfenfuchse beträgt 1·88 m. Die ganze Anlage ist berechnet auf 6 Schmelzöfen und 12 Generatoren und ist in der Weise angeordnet, dass je 4 Generatoren zu einem „Block“ vereinigt ihre Gase einem gemeinsamen verticalen Abzugskanale zuführen, von wo dieselben zum Hauptgasrohr gelangen, welches an den Gaserzeugern entlang läuft. Dasselbe geht von dort in gerader Richtung durch die Schmelzhalle und führt die Gase je zwei Oefen durch ein verticales Rohr zu.

Die Generatoren.

(Figuren 179 bis 181 a. S. 652, 653 u. 654.)

Jeder Gaserzeuger bildet einen schachtförmigen Raum, welcher begrenzt wird durch eine senkrechte Hinterwand, durch Seitenwände, welche nach oben geneigt sind und durch eine Vorderwand mit einer Neigung von 55° (bei stark backenden Kohlen von 60°). Den unteren Abschluss bildet ein Planrost, der etwas nach hinten geneigt ist und an welchen sich an der Vorderwand ein kurzer Treppenrost anschliesst.

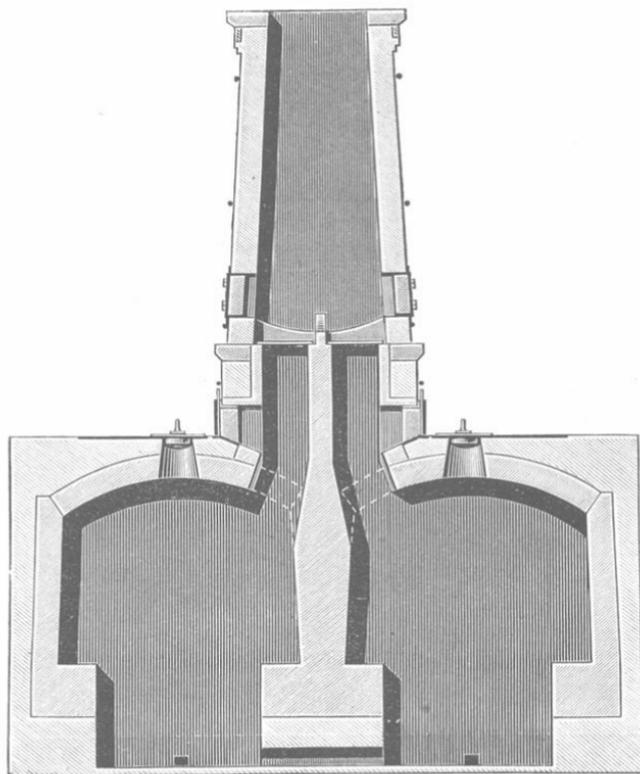
Von besonderem Vortheile hat sich der durch das Zurückspringen der Mauern gebildete Absatz in dem Schachtraume gezeigt. Die Gase haben nämlich das Bestreben, sich an den Wandungen entlang zu ziehen, da sie hier den geringsten Widerstand finden. In den Generatoren älterer Construction ohne den Absatz in der Mauer stieg die gebildete Kohlensäure und die überschüssige Luft vom Rost an den Wandungen empor und entging so der Umsetzung in Kohlenoxyd, während jetzt die Gase durch das Zurückspringen der Mauer genöthigt werden sich einen Weg durch die Kohlensäule selbst zu suchen. Der verticale Kanal, welcher die Gase abführt, liegt an der Hinterwand. Die Kohlen werden durch je 2 Aufgebetrichter in den Generator geschüttet, indessen können

dieselben auch ausserdem, wenn nöthig, durch einige Nebenöffnungen, deren jeder Erzeuger drei hat, eingefüllt werden.

An jeder Seite der Generatorengruppen führt ein geräumiger Arbeitskanal entlang, von welchem aus die Reinigungsarbeiten an den Rosten vorgenommen werden. Diese Arbeitskanäle sind gut ventilirt.

Die Mauern der Generatoren sind mit grosser Sorgfalt ausgeführt,

Fig. 179.



Durchschnitt durch die Generatoren nach *EF* (Fig. 181).

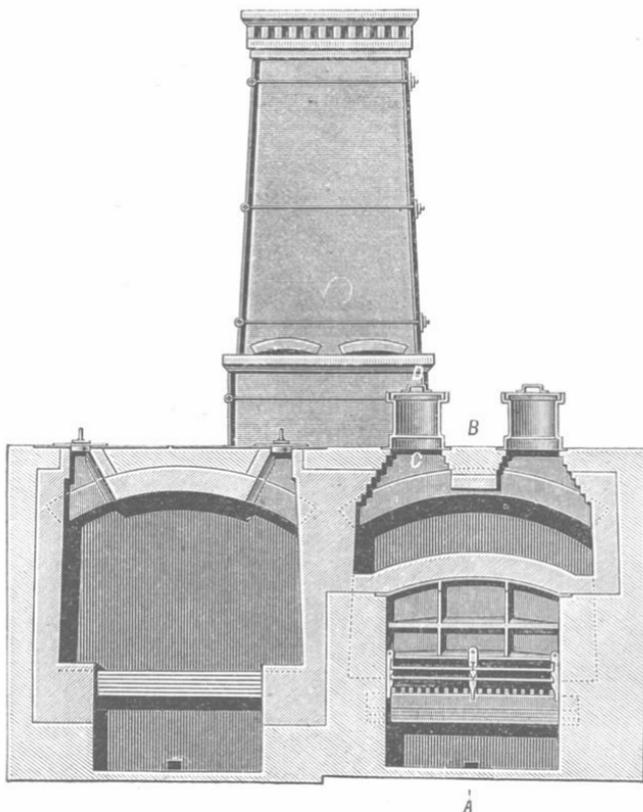
um Störungen durch ungeeigneten Luftzutritt, namentlich bei der Inbetriebsetzung zu vermeiden. Die Generatoren sind in die Erde versenkt, um Verankerungen zu sparen und auch den Wind von den Rosten abzuhalten.

Die Gasleitung.

Die Gasleitung setzt sich zusammen aus dem Hauptrohre, dem sogenannten „Kühlrohr“, welches an den Generatoren entlang und durch die Schmelzhalle hindurchgeht, den schon erwähnten Zuleitungsrohren aus

den Generatoren und den Ableitungsrohren zu den Oefen. Das Kühlrohr

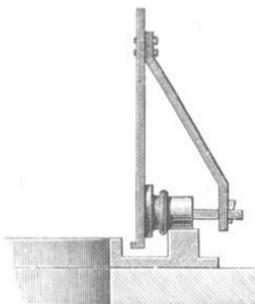
Fig. 180.



Verticalschnitt durch die Generatoren
nach *GH* (Fig. 181) nach *IK*.

hat zu Anfang eine Weite von 1·412 m, hinter jedem Ableitungsrohr 23·54 cm weniger. Die Zuleitungsrohre sind 1·25 m, die Ableitungsrohre 86·31 cm weit.

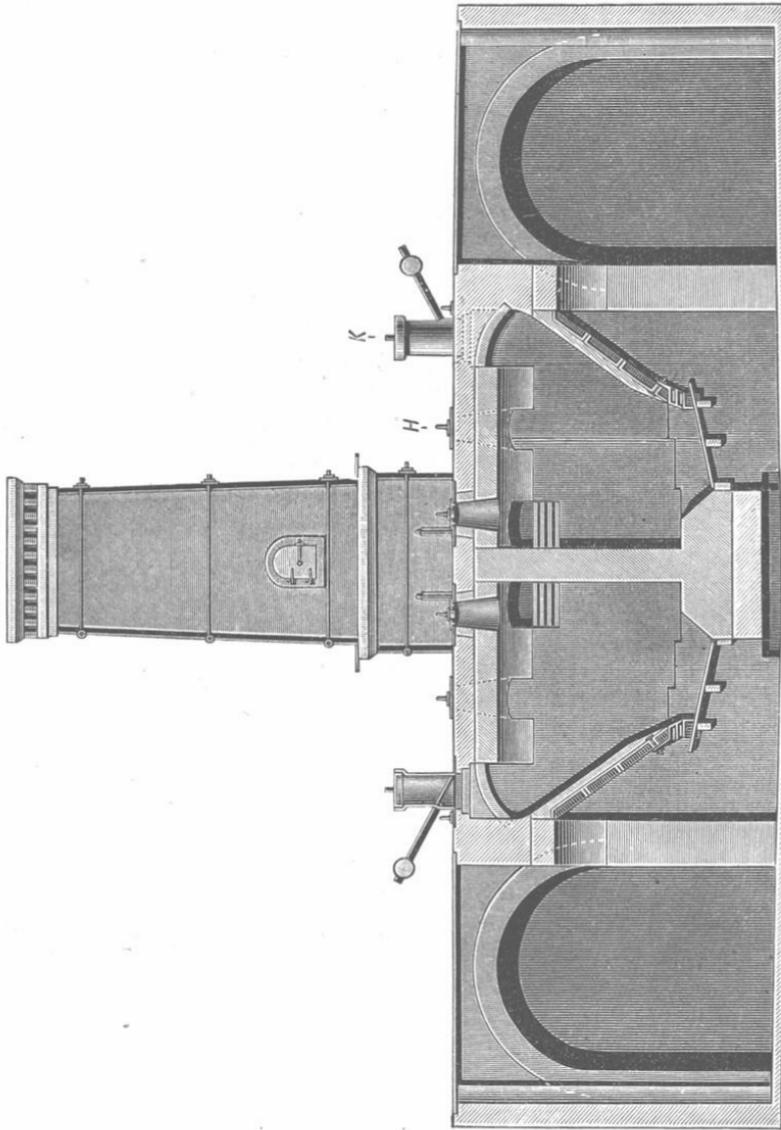
Fig. 182.



Rollenlager.

Aus den letzteren gelangen die Gase in einen gemauerten Gaskanal und von da durch guss-eiserne Rohre in den Gasventilkasten. Die ganze Leitung ist aus Blech und mit Expansionsvorrichtung versehen. Die Säulen nämlich, welche da, wo ein Zuleitungsrohr das Hauptrohr trifft, stehen, sind am Fusse beweglich, indem ein horizontaler Zapfen angegossen und im entsprechenden Lager drehbar ist. Die verticalen Rohre sind auf Rollen beweglich, wie nebenstehende Fig. 182 zeigt.

An dem Kühlrohr ist zwischen der letzten Zuleitung und der ersten Ableitung ein verticales Rohr, eine Theersacke (Theersack), an-



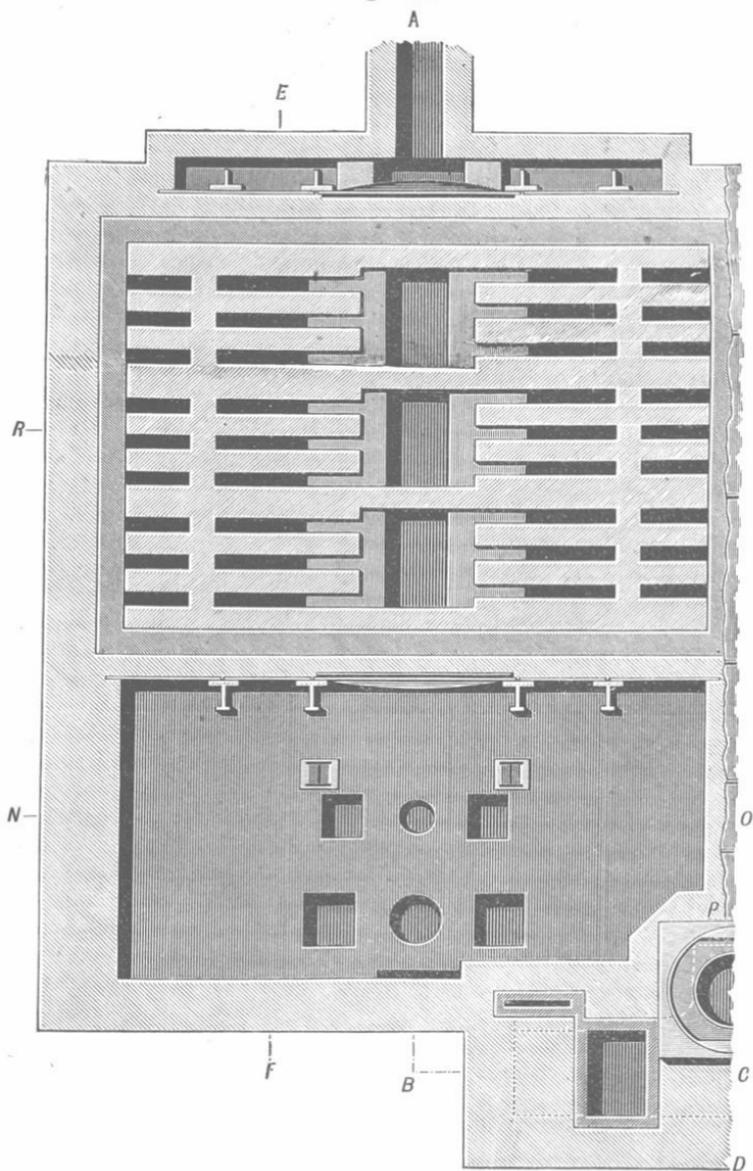
Verticalsechnitt durch die Generatoren nach *A B C D* (Fig. 180).

gebracht. Die Zuleitungsrohre haben 15·69 cm Fall, ebenso das Kühlrohr von beiden Seiten nach dieser Theersacke hin, damit sich in derselben die aus dem Gase condensirten Theer- und Wasserdämpfe absetzen können.

Die Schmelzöfen. (Fig. 183 bis 188).

Je zwei Schmelzöfen sind combinirt; sie erhalten ihr Gas, wie be-

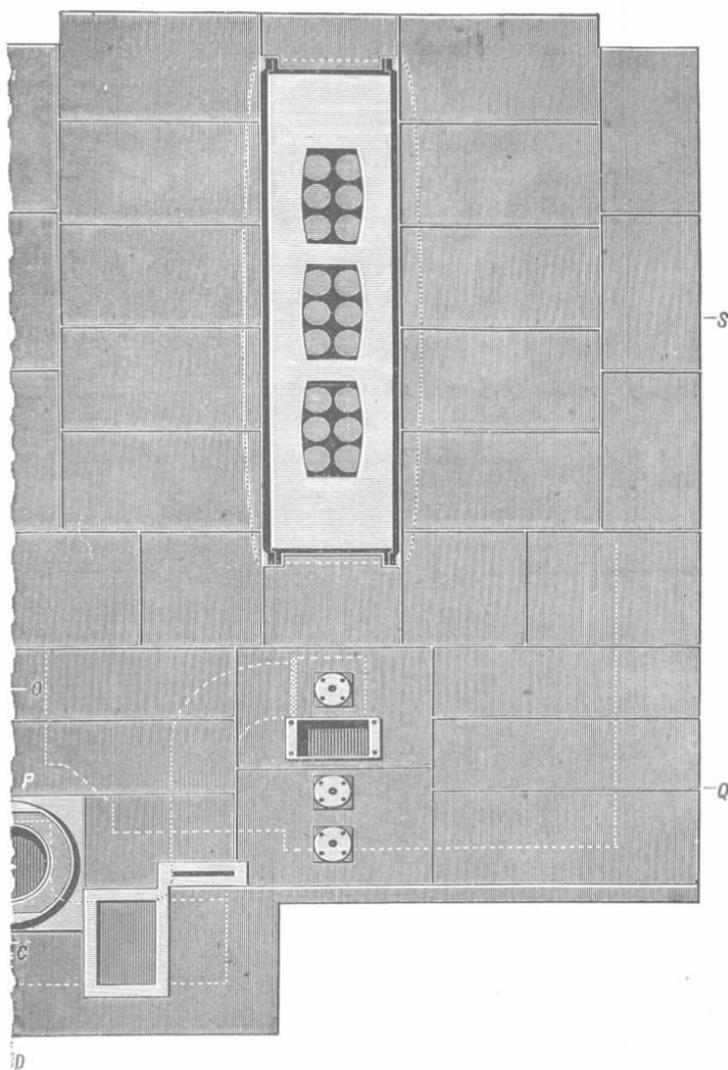
Fig. 183.



Horizontalschnitt durch die Gaswege und Öfen.

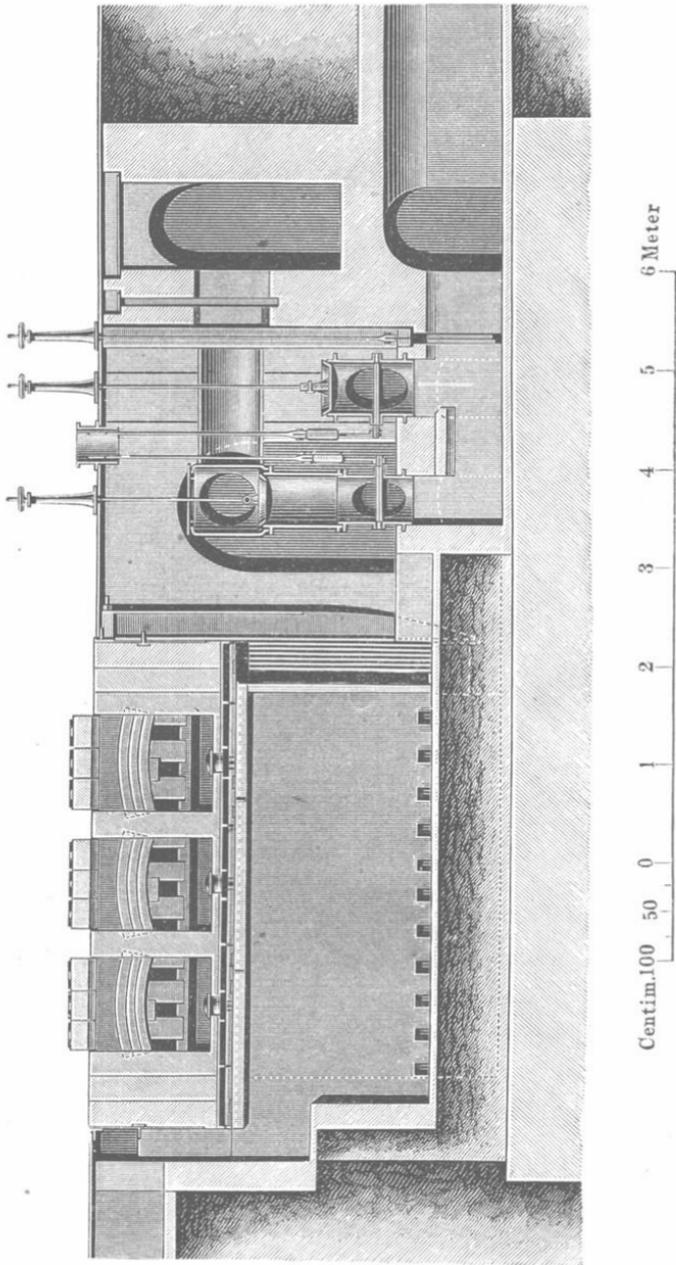
schrieben, aus einem gemeinsamen Kanal, aus welchem das Gas durch ein gekrümmtes gusseisernes Rohr in den Ventilkasten, und von dort durch die Reversirklappe in die entsprechende Gaskammer und den Ofen gelangt. Die Oefen selbst liegen nach Art der Schachtöfen unter der Sohle der Schmelzhalle, müssen also von oben bedient werden.

Fig. 184.



Obere Ansicht der Oefen ohne Deckel.

Fig. 185.

Verticalsechnitt nach *A B C D* (Fig. 183 u. 184).

Die Figuren 185 bis 188 machen die Einrichtung der Oefen unter der Erde ersichtlich. Jeder Ofen besteht aus drei Schmelzräumen zu je sechs Tiegeln. Neben diesen befinden sich zu beiden Seiten die Regeneratorkammern. Unter dem Schmelzofen liegt ein freier Raum, der durch einen Luftkanal mit einem 9'416 m hohen Luftschornstein in Verbindung steht, damit die den Ofen tragenden gusseisernen Herdplatten abgekühlt werden. Die Regeneratoren, der constructiv wichtigste Theil der Anlage, sind hoch und schmal; sie haben daher einen geringen Horizontalquerschnitt, was zwei Vortheile hat. Erstens nehmen sie weniger Raum ein, zweitens füllen die Verbrennungsproducte, sowie die frischen Gase und die Verbrennungsluft den Querschnitt vollständig aus. Die Höhe der Regeneratoren ist so gewählt, dass die Temperatur der abziehenden Gase möglichst ausgenutzt wird. Der Querschnitt der Luftkammern ist grösser als der der Gaskammern und zwar im Verhältniss wie 3:2.

Die in den Kammern gitterförmig aufgestellten feuerfesten Steine sind trocken eingebaut und zwar ist das die letzte

Verticallschnitt nach EF (Fig. 188).

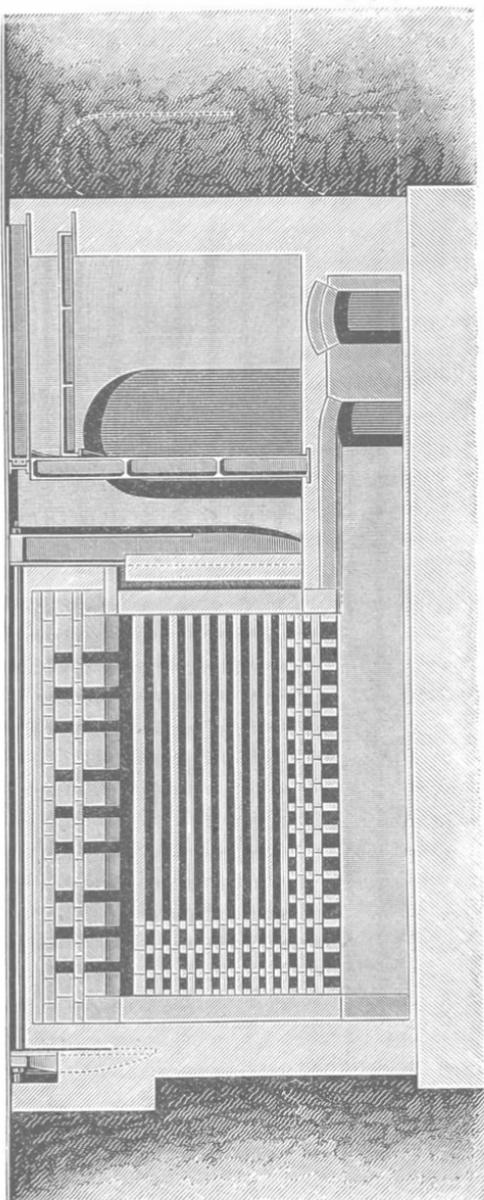
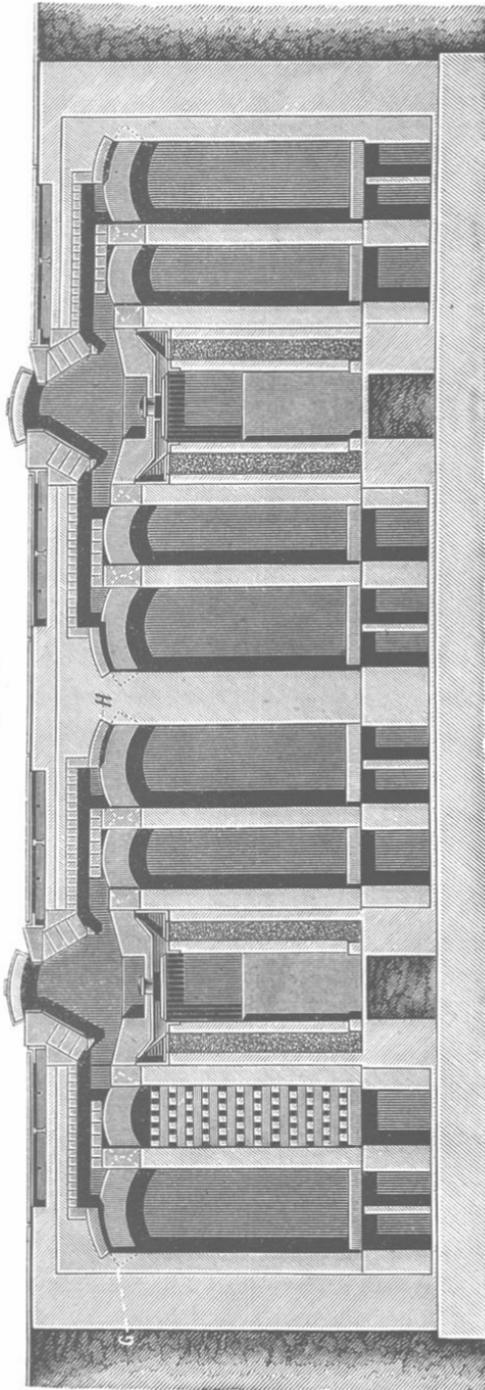


Fig. 186.

Fig. 187.



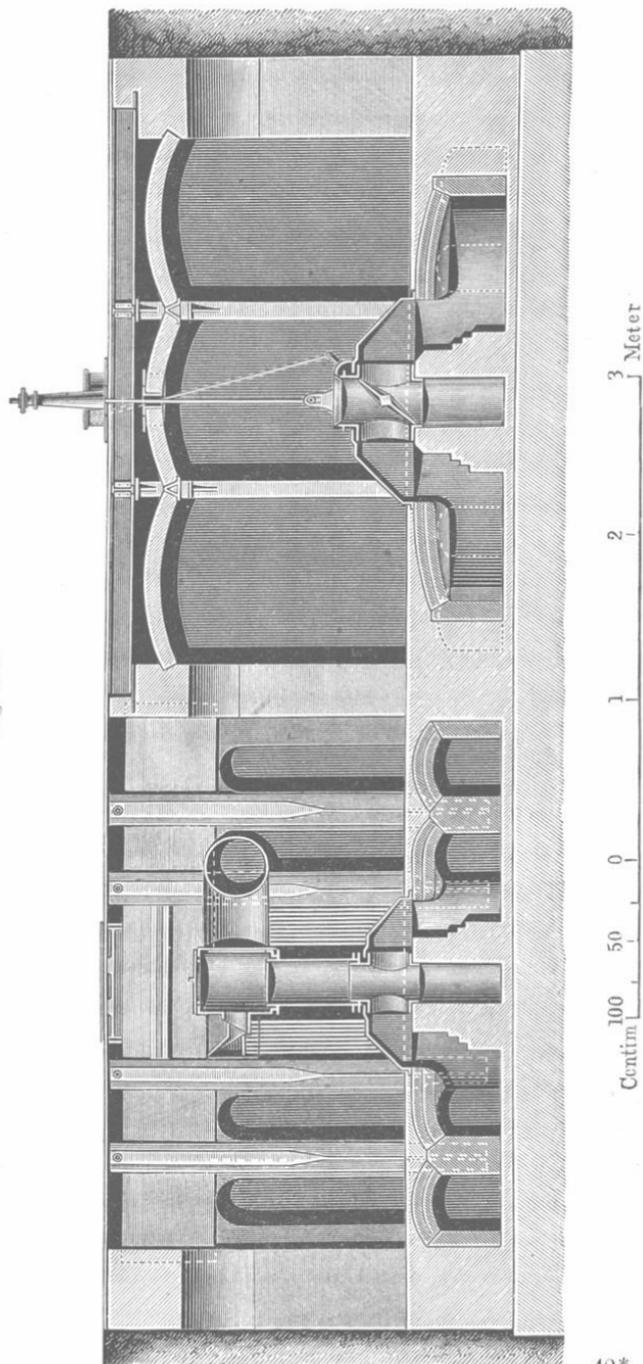
Verticalsechnitt nach RS (Fig. 188 u. 189).

Arbeit am Ofen, welche mit sehr grosser Sorgfalt ausgeführt wird, damit keine durchgehenden verticalen Kanäle entstehen. Man legt die Steine mit Hülfe eines Sperrmaasses, welches an den Stellen, wo die Ziegeln zu liegen kommen, mit einem entsprechenden Einschnitt versehen ist. Die Eingänge zu den Regeneratoren müssen vollständig luftdicht sein, da jeder Lufteintritt an der betreffenden Stelle den Ofen wesentlich abkühlt und namentlich den Betrieb unregelmässig und unzuverlässig macht. Zwischen der inneren feuerfesten Mauer und der äusseren aus gewöhnlichen Ziegeln hergestellten ist daher ein Zwischenraum gelassen, welcher mit trockenem Sande sorgfältig ausgefüllt wird.

Der Eintritt des Gases und der Luft, sowie der Austritt der verbrannten Gase, ist regulirt durch das Gas- und das Luftventil und ausserdem durch den Schornsteinschieber. Die Anordnung dieser Ventile, ebenso die Führung der Luft- und der Gaskanäle, resp. der Kanäle für die Verbrennungsproducte ist aus den Schnitten *NO* und *PQ* in Fig. 188 ersichtlich.

Der obere Theil der Oefen und der Regenera-

Fig. 188.



Verticalsechnitt nach *N O P Q* (Fig. 183 u. 184).

toren ist aus Dinassteinen erbaut ¹⁾. Dieselben bestehen aus Quarz mit 1 Proc. Kalkzusatz.

Die Steine dehnen sich bei der grossen Hitze der Schmelzöfen bis $1\frac{1}{2}$ Proc. aus. Um dieser grossen Ausdehnung Widerstand zu leisten, müssen die oberen Partien des Ofens, ebenso die nicht durch den Erdboden gestützten Ofentheile mittelst starker Verankerung gehalten werden. Das Dinasziegelmauerwerk wird mit möglichst kleinen Fugen gearbeitet. Der benutzte Mörtel ist aus demselben Material wie die Steine und daher ebenso unschmelzbar wie jene.

Um schnelle Zerstörung des Mauerwerks zu verhüten, wird das Austrocknen und Anwärmen der Oefen mit grösster Sorgfalt ausgeführt.

Die Zugstangen der Verankerungen sind mit Schrauben versehen, welche beim Anwärmen nachgelassen werden.

Jede der drei Abtheilungen des Ofens ist mit drei losen Gewölbstücken, welche die Stelle des Deckels vertreten, überdeckt, wie Fig. 185 und 187 zeigen. Jedes Gewölbstück wird durch einen eisernen Bügel eingefasst, der mit einem Henkel versehen und leicht abhebbar ist.

B e t r i e b.

Betrieb der Gaserzeuger.

Vor dem Anzünden der Generatoren werden die Abschlusschieber an ihre Stelle gebracht und wohl verdichtet.

Man legt auf den Rost klein gemachtes Holz, darüber Koks und zündet an. Die Fülltrichter und Stochlöcher stehen offen. Wenn das Feuer auf dem ganzen Rost gut durchgebrannt ist, werden langsam Kohlen aufgegeben. Nach etwa 6 Stunden fängt das Gas schon an zu brennen. Man füllt nun allmähig mehr Kohlen auf und nach Verlauf von 24 Stunden ist die richtige Höhe der Brennmaterialschiicht (etwa 1 m) und gutes brennbares Gas erreicht. Sämmtliche Oeffnungen werden geschlossen und man kann jetzt, wenn der nöthige Ueberdruck vorhanden ist, das Gas in die Leitung einlassen.

Die Höhe der Brennmaterialschiicht richtet sich nach den Zugverhältnissen; sie muss so bemessen sein, dass die angesogene Luftmenge in bestimmtem Maasse und bestimmter Geschwindigkeit den Destillations- und Reductionsprocess vollführt.

Der sich aus den Kohlenwasserstoffen abscheidende russförmige Kohlenstoff macht es nöthig, dass die Kanäle alle zwei Tage durch die kleinen Schieberthürchen gereinigt werden. Auch setzt sich Theer in den Leitungen ab, und mitunter im Winter ziemlich viel Naphtalin.

¹⁾ Vergl. Bd. I der Metallurgie, S. 243.

Zuweilen bilden sich während des Betriebes in dem Feuer hohle Gassen, durch welche Luft eindringt und eine vollständige Verbrennung zu Kohlensäure erzeugt. In solchen Fällen wird schleunigst die Kohle mit starken langen Eisenstangen, welche durch die Stochlöcher eingeführt werden, zusammengerüttelt. Geht das Feuer überhaupt zu heiss, so muss der Treppenrost durch Sandaufschüttung abgesperrt werden, schlägt gar die Flamme beim Oeffnen der Schaulöcher heraus, so schliesst man den ganzen Rost ab, indem man Blechplatten vorsetzt und darüber Sand aufwirft.

Immer ist beim Betriebe darauf zu sehen, dass Ueberdruck im Generator vorhanden sei, damit nicht Luft durch die Schaulöcher oder andere Oeffnungen eindringe und explosible Gemenge entstehen können. Der Ueberdruck darf indessen nicht zu stark sein, um nicht nutzlos Gas am Rost zu verbrennen. In diesem Falle muss ebenfalls das Feuer gemildert werden. Die Roste müssen stets frei von Schlackenansätzen gehalten werden, welche die grössten Feinde eines geregelten Betriebes sind. Alle 12 Stunden wird ein halber Rost gereinigt, dazu ein provisorischer Rost eingeschlagen, die Roststäbe ausgezogen und die Schlacken mit verstärkten Stocheisen eingestossen.

Das Füllen der Leitung mit Gas erfordert grosse Vorsicht. Die Luft muss vollständig verdrängt sein, bevor die Gase eingeführt werden; es geschieht dies entweder durch Dampf oder durch vollkommen verbrannte Gase, gewöhnlich durch letztere. Man entzündet durch die Thüren des verticalen Gasrohres oder Gasschornsteins ein Holzfeuer auf den Abschlusschiebern. Die Verbrennungsproducte ziehen durch die Leitung und finden ihren Ausweg durch die geöffneten Zugänge zu den Gaskanälen.

Ist das Feuer gut im Zuge, so öffnet man einen der Schieber etwas. Das herausströmende Gas entzündet sich sofort, und wenn der Schieber soweit aufgezogen ist, dass die Flamme den ganzen Gasschornstein einnimmt, schliesst man die Thüren, und zieht die Schieber ganz heraus. Vorher sind die den Gaskanal abdeckenden Platten in der Schmelzhalle aufgelegt und gedichtet worden. Das Gas steht nun bis zum Gasventil in der Leitung.

Das Entleeren der Leitung bei Ausserbetriebsetzung derselben geschieht ähnlich. Alle Schieber bis auf einen werden eingeschoben, das Gas wird an den Thüren des Gasschornsteins entzündet und die Platten in der Schmelzhalle werden aufgenommen. Wenn die Flamme ganz in den Schornstein hereinschlägt, wird der letzte Schieber eingesetzt und dann ebenso wie die übrigen mit Sand gedichtet.

Das Reinigen der Leitung geschieht alle 3 bis 4 Monate durch die Schmelzarbeiter, welche in dieselbe hineingehen und Aschenansätze und Russ durch die Reinigungsthüren entfernen.

Soll das Gas zur Inbetriebsetzung der Schmelzöfen in dieselben eingeführt werden, so muss zuvörderst aus den Kammern und Kanälen die Luft herausgetrieben werden. Dies geschieht ebenfalls durch verbrannte Gase. Zu diesem Zweck wird in allen Abtheilungen der Schmelzöfen Feuer entzündet und die Vertheilungsventile ¹⁾ werden nach einer Seite gestellt. Im Schornstein ist ebenfalls eine kleine Feuerung angebracht, die benutzt wird, um anfangs den Zug herzustellen. Sobald der Schornstein zieht, wird dies Feuer gelöscht, die Thür verschlossen und verschmiert.

Nachdem die Feuer im Ofen etwa $\frac{1}{4}$ Stunde gebrannt haben, und man annehmen kann, dass die betreffenden Gas- und Luftkammern mit Verbrennungsproducten angefüllt sind, werden die Vertheilungsventile rasch umgestellt ²⁾, und das Gasventil wird etwas aufgedreht. Das Gas strömt in die mit verbrannten Gasen angefüllte Kammer und gelangt in den Ofen. Das Luftventil wird nun ebenfalls aufgedreht. Die Vertheilungsklappen bleiben 12 Stunden in derselben Stellung, damit die Kammern an der einen Seite gehörig warm werden; denn wird dies versäumt, so bekommt man in langer Zeit keine gute Hitze. Nachher wird sechsstündlich, dreistündlich und schliesslich einstündlich gewendet.

Waren die Oefen und Kammern ganz kalt, so dauert das Anheizen drei Tage.

Die Schmelzarbeit.

Da die Schmelzarbeit wesentlich von der Beschaffenheit des Gases abhängig ist, so stellt man die zur Bedienung von je vier Generatoren nöthigen 4 Mann, welche übrigens ausserdem nur beim Giessen behülflich zu sein brauchen, mit den Schmelzern in Gedinge, welches der Regel nach auf Tiegelfüllungen bezogen wird. Auf diese Weise besteht eine ausgezeichnete Controle zwischen Schmelzern und Feuerarbeitern oder Stochern. In der Schmelzerei sind für zwei Oefen 8 Mann erforderlich. Ueber allen zusammen steht noch ein leitender Meister.

Die Arbeit an den Oefen ist folgende: Nach Beendigung eines Gusses werden die Oefen nachgesehen, ob sie bei der letzten Hitze (Tour, Charge) gelitten haben. Ist dies der Fall und ist vielleicht ein Tiegel gelaufen, so werden mit starken Eisenstangen die Thonplatten über den in der Herdplatte befindlichen Abstichlöchern durchgestossen und Stahl und Schlacke aus dem Ofen entfernt. Sodann werden neue Thonplatten aufgelegt und Kokslein wird in den unteren Theil des Ofens gefüllt, welches eine sehr gute Unterlage für die Tiegel bildet.

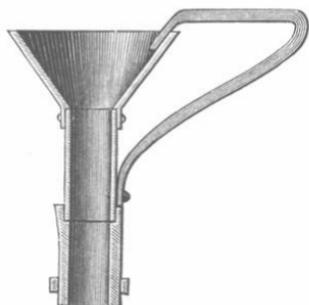
Bei diesen Arbeiten, welche für die Leute sehr beschwerlich sind,

¹⁾ Reversirventile. — ²⁾ Man nennt diese Arbeit gewöhnlich kurz das Wenden, Umstellen oder Reversiren.

bleibt das Gas fast ganz abgestellt, das Luftventil ist zu und der Schornsteinschieber ganz auf.

Ist der Ofen wieder in guter Ordnung, so werden die Tiegel aus dem Vorwärmofen in den Schmelzofen eingesetzt. Damit sich der Ofen durch die weiteren Arbeiten nicht zuviel abkühlt, wird nach dem Einsetzen der Tiegel 5 bis 10 Minuten lang Gas in den Ofen gelassen. Dann werden Ventile und Schieber wieder wie vorhin gestellt und die Tiegel beschickt. Die Mischung ist abgewogen und in eisernen Wannen erhalten. Während ein Arbeiter einen grossen Trichter (von der Form der Fig. 189) über

Fig. 189.



Fülltrichter.

den Tiegel hält, füllt ein anderer aus den Wannen das Material ein. Sind die Tiegel gefüllt, so werden die Tiegeldruckel aufgesetzt und die Deckel auf den Ofen gelegt. Letzteres geschieht mit Hilfe eines Hebels, welcher durch eine Kette mit einer auf einer Hängeschiene über den Ofen laufenden Rolle verbunden ist.

Auf anderen Hütten ist zwischen Hängeschiene und Bügel des Ofendeckels ein Flaschenzug eingeschaltet, der das Abheben und Einsetzen wesentlich erleichtert. Auf einigen Werken endlich geschieht die Bewegung der Deckel lediglich durch Handarbeit.

Das Gasventil wird nun aufgedreht und zwar nach der Güte und dem Druck des Gases mehr oder weniger, das Luftventil dagegen wird ganz aufgedreht; am Schornsteinschieber wird der Zug so regulirt, dass die zur Verbrennung nöthige Luft angesogen wird. Eines gewissen Ueberdruckes muss man sich immer versichert halten, wenn derselbe auch nur gering sein darf. Am Luftzutrittsventil wird während des Schmelzens nicht mehr gestellt. Dass während des Schmelzens keine überschüssige Luft im Ofen gewesen ist, müssen die Tiegel zeigen, deren Oberfläche nur zusammengefrittet erscheinen darf.

Während des Schmelzens, welches jetzt unter geeigneter Umstellung der Wendeventile ununterbrochen fortläuft, werden die kleineren Nebenarbeiten besorgt, die Giessflaschen werden abgeputzt, mit Theer bestrichen, aufgesetzt, zusammengeschlagen u. s. w.

Beim Schmelzprocess kann man drei Perioden unterscheiden: das Einschmelzen, das Wallen und das Ruhigwerden. Die beiden letzteren Perioden gehen eng in einander über.

Diese Perioden, deren chemische und physikalische Begründung später folgt, dauern je nach der Beschaffenheit der Materialien und der Zusätze, namentlich auch nach der Art der Tiegel verschieden lange. Der Meister probirt den Stahl, indem er eine lange dünne Eisenstange durch das Loch des Tiegeldruckels einsteckt. Wenn die Stange leicht

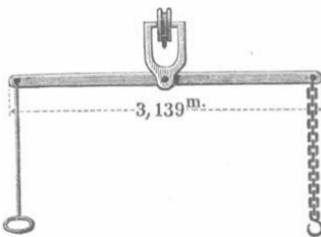
durch das Metall hindurchgeht, so ist der Stahl dünn und die erste Periode ist beendet.

Hält man die zweite Periode für beendet, so wird die Probirstange wieder eingeführt; geht sie ganz leicht durch bis auf den Boden, und zeigt sich beim Herausnehmen an der Stange nur Schlacke, kein Stahl, so kann man annehmen, dass der Stahl gar ist, d. h. dass die zweite Periode beendet ist. Das Aussehen dieser Schlacke ist für den Meister das wichtigste Kennzeichen. Eine noch schwarze Schlacke ist der Beweis, dass der Stahl noch nicht gar ist. Eine gare Schlacke muss nach dem Abkühlen graugelb sein und in viele kleine Stückchen zerspringen.

Wollte man nach der zweiten Periode den Stahl herausnehmen, so würde er, in Formen gegossen, steigen und vollständig unbrauchbar werden. Man muss denselben deshalb wenigstens noch $\frac{1}{2}$ bis $\frac{3}{4}$ Stunden abstehen lassen.

Wenn der Stahl gut ist, was der Regel nach nicht durch eine wiederholte Probe, sondern durch Schätzung der Zeit beurtheilt wird, werden die Deckel des Ofens der Reihe nach abgehoben und die Tiegel herausgenommen und ausgegossen.

Fig. 190.



Hebevorrichtung.

Werden die Tiegel mehrere Male gebraucht, so werden sie nach dem Giessen gleich wieder eingesetzt. Das Gas wird dabei fast ganz abgestellt, das Luftventil wird ganz zu und der Schornsteinschieber aufgedreht.

Zum Herausnehmen der Tiegel aus dem Ofen dient die nebenstehende Hebevorrichtung (Fig. 190). Ein gleichförmiger 3,139 m langer Hebel ist durch Rolle und Schiene am Ofen entlang verschiebbar; am einen Ende ist eine Zugstange, am anderen eine Kette befestigt.

An die Kette wird die Tiegelflange angehängt, welche von einem Arbeiter um den Tiegel gelegt und gehalten wird, während ein anderer an der Zugstange denselben herauszieht. Zwei andere Arbeiter fassen den Tiegel in die Giesszange und gießen den Stahl aus. Der Meister steht vor der Form und hält die Schlacke mit einem Stab zurück.

Wenn der Stahl gut ist, so trennt sich die Schlacke leicht vom Stahl und bleibt an dem Tiegel hängen.

A b w e i c h u n g e n .

Abweichungen von dem vorher beschriebenen Schmelzverfahren kommen hauptsächlich nur in Bezug auf die Einrichtung der Oefen vor.

So hat man Oefen mit nur einer Abtheilung eingerichtet, in welcher die Tiegel zu 9 oder 12 an Zahl in drei Reihen angeordnet sind. Auch

hat man kanalartige Schmelzräume, in welchen 15 bis 20 Tiegel in einer oder in zwei Reihen stehen ¹⁾. Die Flamme durchstreicht den Schmelzraum der Länge nach und je zwei Regeneratoren befinden sich daher an den Enden des Kanals unterhalb der Hüttensohle. Der Raum dazwischen ist offen und dient theils zur Kühlung der Ofensohle, theils zur Anordnung der Wendeventile u. s. w. Die Tiegel stehen meist direct auf der nur mit etwas Thonmehl bestreuten Sohle, seltener auf Käsen. Das Gewölbe besteht auch hier aus mehreren abnehmbaren Theilen, deren jeder zwei Tiegel der Länge nach überdeckt. Beim Ausheben der Tiegel wird nur das erste Gewölbstück ganz entfernt, die folgenden werden verschoben. Es wird dadurch die Abkühlung des Ofens nicht unbedeutend vermindert.

Die Zahl der in Regeneratorgasöfen erhitzten Tiegel schwankt sehr. Auf deutschen Werken hat man der Regel nach, wie in der oben gegebenen Beschreibung ausgeführt, 18tiegelige Oefen mit drei Abtheilungen, in Frankreich (z. B. zu St. Etienne, Firminy etc.) 20tiegelige, ebenso in Oesterreich, wo sich häufig Braunkohlengas angewendet findet.

So hat man z. B. bei Leoben Oefen mit 20 Tiegeln zu 30 Kg Einsatz. Man verbraucht bei drei täglichen Hitzen auf 100 Kg Stahl 250 bis 300 Kg Braunkohlen. Dasselbe Verhältniss findet zu Kapfenberg statt, wo in im Grundrisse elliptischen Oefen auch 20 Tiegel stehen, die indessen nur 22½ Kg Füllung erhalten. Bei kleineren Oefen (achttiegeligen) will man weniger, nämlich nur 200 Kg, Braunkohle gebraucht haben. Auf anderen Werken ist der Brennmaterialverbrauch höher, so zu Eibiswald 400 Kg Braunkohlen auf 100 Kg Stahl ²⁾.

D a s F o r m e n .

Die Formen, in welche sowohl der Gussstahl als auch der dem Umschmelzen nicht unterliegende, im flüssigen Aggregatzustande erhaltene Rohstahl (Bessemersstahl, Flusstahl, Erzstahl u. s. w.) gegossen wird, werden entweder aus Eisen oder aus Masse gebildet. Das Erstere ist der Fall, wenn die erhaltenen Stahlblöcke noch weiter durch Ausschmieden und Auswalzen bearbeitet werden sollen, das Letztere, wenn das Gussstück die gegebene Form ganz oder im wesentlichen beibehalten soll.

G i e s s f l a s c h e n .

Die eisernen Formen werden Giessflaschen, Schalen (Coquillen), die darin erhaltenen Gussstücke Eingüsse oder Blöcke (*Ingots*) genannt.

¹⁾ Vergl. des Verfassers Grundriss der Eisenhüttenkunde, S. 255. — ²⁾ Notizen von der Wiener Industrieausstellung 1872.

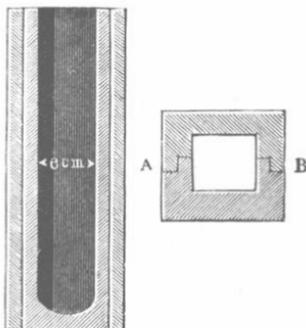
Die Formen bestehen aus gutem lichtgrauen Gusseisen. Giessereiroh-eisen No. 3 ist am geeignetsten; No. 2 oder gar No. 1 sind zu grafitisch und geben mechanisch Grafit an den Stahl ab, während sie gleichzeitig rau und porös werden.

Die Giessflaschen haben etwas verschiedene Einrichtung, je nachdem sie für kleinere oder für grössere Eingüsse bestimmt sind.

Die Formen für kleinere Güsse sind unten geschlossen, oben offen. Die Höhlung erweitert sich nach oben. Sie bestehen aus zwei mittelst Feder und Nute in einander greifenden, an den Berührungsstellen sauber abgehobelten Stücken, welche durch Oesen und Splinte oder durch übergelegte Ringe von Schmiedeisen zusammengehalten werden. Fig. 191 stellt eine solche Form dar.

Grössere Giessflaschen haben meist die Form einer oben und unten offenen abgestumpften Pyramide mit übrigens sehr steiler Seitenneigung.

Fig. 191.



Kleine Giessflasche.

Der Querschnitt ist der Regel nach quadratisch mit abgestumpften Ecken. Sie werden, die weitere Oeffnung nach unten, auf gusseiserne, der Regel nach ganz ebene, aber auch wohl mit einer schwachen rundlichen Vertiefung versehene Sohlplatten gestellt.

Zuweilen bestehen auch die grösseren Giessflaschen aus zwei Hälften, welche, wie bei den kleineren, durch umgelegte Ringe zusammengehalten werden. Die Ringe haben dann oft Oeffnungen, durch welche Schrauben gezogen werden, die die Formhälften

gegen einander pressen. Jedoch begnügt man sich auch mit den Einreiben einfacher Keile zwischen Form und Ring. Hin und wieder findet man den Boden an den einen Formtheil festgegossen. Selbstverständlich braucht bei zweitheiligen Formen keine Erweiterung nach unten stattzufinden. — Selten theilt man die Formen in zwei übereinander liegende Hälften.

Die Giessflaschen werden vor dem Gusse an allen Theilen, an denen sie mit dem flüssigen Stahl in Berührung kommen, lösend gemacht, d. h. mit einem Ueberzuge versehen, welcher das Anhaften des Stahls oder gar das Anschmelzen desselben verhindert.

Kleinere Formen werden angeblakt (angeräucht, *smoked*).

Man stellt oder legt sie zu diesem Zwecke auf Rostbalken und zündet unterhalb Theer an, welcher in einem Löffel enthalten ist und dessen Rauch die Form beschlägt.

Grössere Giessflaschen bestreicht man mit Kalkmilch oder Grafit-schlamm, am häufigsten aber mit heissem Steinkohlentheer. Dieser Anstrich wird vor jedem Gusse wiederholt.

Ganz grosse Formen, z. B. für Blöcke zu Geschützen, kleidet man vollständig mit einer Lehmsschicht aus.

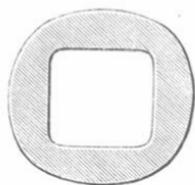
Alle Giessflaschen müssen vor dem Gusse erwärmt werden und zwar um so mehr, je kohlenstoffärmer der Stahl ist, den sie aufnehmen sollen. Das Erwärmen, welches der Regel nach auf Rosten über einem offenen Herdfeuer, auch wohl durch brennende Generatorgase stattfindet, geschieht meist, bevor sie lösend gemacht werden und in die Giessgrube kommen.

In einzelnen Fällen erhitzt man die Formen durch passende rothglühend gemachte Schmiedeisenstücke, welche eingesetzt werden und nachher da, wo man Flammofenflusstahlerzeugung betreibt, sofort weiter verwerthet werden können.

Die Aufstellung geschieht bei kleineren Formen, welche nur eine oder wenige Tiegelfüllungen aufnehmen, des bequemeren Giessens wegen in etwas geneigter Lage, bei grösseren Formen immer vertical.

Ein Nachtheil für den Guss entsteht leicht aus dem Springen der Gussformen. Dies kann zwar eine Folge ungenügender Anwärmung, aber auch falscher Construction sein. Bei ungetheilten Gussformen müssen die Wände überall gleich stark erwärmt werden, man darf ihnen daher nicht etwa eine gleiche Metalldicke geben, sondern muss sie an den Längskanten schwächer machen, wie nebenstehender Grundriss (Fig. 192)

Fig. 192.



zeigt. Bei doppeltheiligen Formen ist zwar ein Springen weniger zu fürchten, wohl aber ein Werfen, welches Undichtigkeit der Fugen und damit das Entstehen von Gussnähten im Gefolge hat. Hackney ¹⁾ empfiehlt mit Recht als Schutzmittel dagegen federnde Splinte oder Unterlagscheiben für die Verbindungsbolzen. Auch etwas nachgebende Ringe, welche, wie bei kleineren Formen allgemein üblich ist, übergestreift werden, erfüllen den Zweck.

Im allgemeinen giesst man solche Blöcke, welche nachher durch Walzarbeit weiter behandelt werden sollen, in möglichst starkem Durchmesser, weil sich Blasenräume ganz besonders an den Wandungen zeigen und daher mit zunehmender Stärke der Blöcke ein geringeres Verhältniss zu dem Gesamtquerschnitte einnehmen.

Masseformen.

Harter, d. h. kohlenstoffreicher Stahl lässt sich wie Gusseisen in grünen Formsand giessen, wenn der letztere hinreichend mit Kohlenstaub gemengt ist. Mittelharter oder weicher Stahl, wie er zu Eisenbahn-

¹⁾ Dingl. polytechn. Journ. Bd. 218, S. 102.

rädern und anderem Eisenbahnbedarf, selbst noch zu Glocken erforderlich ist, kann hinreichend blasenfrei nur in gebrannter Masse erhalten werden. Die Zusammensetzung einer solchen Masse, welche Dauerhaftigkeit bei der sehr hohen Temperatur des Stahls mit Festigkeit gegen das Zerbersten und Zerreißen und Porosität zum Ausgang eingeschlossener Gase vereinigen muss, ist zuerst im Gussstahlwerke zu Bochum ermittelt worden. Sie besteht im wesentlichen aus gebrannter Tiegelmasse, zu welcher die ganz schlacken- und metallfreien Scherben gebräuchter Tiegel benutzt werden können, in Mischung mit gewaschenem feinkörnigen Quarz und einer zur Plasticität nothwendigen geringen Menge frischen Thons. Eine Beimengung feinsten Mehls von Koks, Holzkohle oder magerer Steinkohle dient zur Auflockerung. Die wohl gemischte Masse wird mit Wasser angefeuchtet, um Modelle unter Berücksichtigung des starken Schwindmaasses geformt, in Darrkammern gebrannt und dann auf den mit dem Stahl in Berührung kommenden Flächen geschwärzt. Die Schwärze besteht aus einem mit Kohlenstaub angerührten Thonwasser.

Eiserne Modellformen.

Für einzelne Fälle, z. B. Ambosguss, verfährt man wie beim Hartguss aus Gusseisen, d. h. man legt in die Theile der Masseform, welche die mit grösserer Härte zu versehenden Flächen berühren, gusseiserne oder stählerne Theile ein, welche bei grösserer Leitungsfähigkeit als die Masse eine schnellere Abkühlung des Stahls und damit eine Härtung bedingen.

Ganz eiserne Formen sind von Fernie¹⁾ für Pflugscharen, Zahnräder und dergleichen Dinge vorgeschlagen worden. Diese aus einzelnen, mit Scharnieren verbundenen Theilen, aus Gusseisen oder Stahl hergestellten Formen werden innen mit einer Graft- oder Thonschlempe überzogen.

Bei derartigen Formen muss da, wo beim Eingiessen der Stahlstrahl auftritt, in jedem Falle eine Masseschicht vorhanden sein. Dasselbe ist übrigens auch für gewöhnliche Giessflaschen empfohlen, deren Boden oder Bodenplatte man zu diesem Zwecke concav macht und mit Masse auslegt.

Nachgiebige oder bewegliche Theile sind bei solchen Formen zwar vorgeschlagen, aber wohl nur in seltenen Fällen mit praktischem Erfolge verwendet worden. Zu diesen Ausnahmen gehören Stücke, welche an der gleichmässigen Schwindung durch Theile der Form gehindert werden würden, wie z. B. Triebräder mit Speichen. Hier empfiehlt es sich, die einzelnen, dann stets keilförmig gestalteten Kernstücke herauszunehmen, sobald eben der Stahl erstarrt ist, ohne dass doch die ganze Form geöffnet zu werden brauchte und dadurch eine zu plötzliche Abkühlung herbeigeführt würde.

¹⁾ Mechan. Magazine, Juli 1869, S. 41.

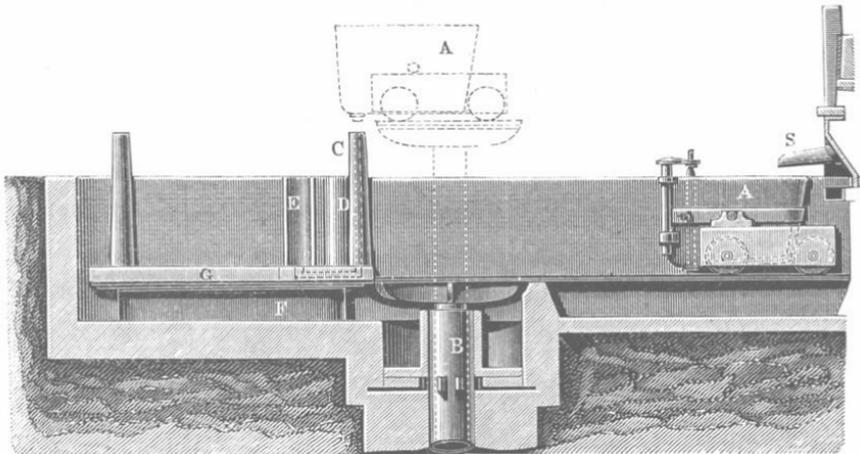
Aufsteigender Guss.

Die Schwierigkeit, die Schlacke beim Gusse ganz zurückzuhalten, hat, wie dies beim Eisenguss längst für Walzen und dergleichen Dinge üblich war, dazu geführt, durch ein Eingussrohr die Formen von unten zu füllen.

Es scheint dies Verfahren zuerst von Pink zu Hörde angewendet worden zu sein und dort zwar beim Bessemergusse. Später ist es von Healey dadurch modificirt worden, dass eine grössere Zahl derartiger Gruppenformen auf einem Drehtisch Platz findet, welcher unter dem Sammelgefässe fortgeführt wird.

Diese letztere Einrichtung ist in Fig. 193 abgebildet. Die bei S ge-

Fig. 193.



Gruppenformen auf Drehtisch.

füllte Giesspfanne *A* gelangt auf eine Platte, welche von dem hydraulischen Kolben *B* getragen wird. Der Stahl fliesst in den Einguss *C* und vertheilt sich von dort durch Kanäle in der auf dem Drehtische *F* ruhenden Bodenplatte *G G* in die Formen, von denen eine, *E*, im Durchschnitt, die andere, *D*, in Ansicht gezeichnet ist. Die Kanäle des Bodenstückes sind mit rinnenförmigen Stücken aus gebranntem feuerfestem Thon ausgefütert und mit Platten aus demselben Materiale bedeckt, welche für jeden Guss erneuert werden müssen.

Zuweilen werden auch zweitheilige Formen angewendet, welche Einguss und Steigkanäle gleichzeitig umschliessen, wie die Figuren 194 und 195 a. f. S. im Grundriss und Verticalschnitt zeigen. Hier dient das Mittelrohr als Einguss. Der Stahl vertheilt sich unter den Seitenwänden und steigt in den beiden aussen liegenden Rohren auf. Das Ganze steht auf einer glatten Unterlagsplatte.

Der Einguss muss stets mit Lehm ausgekleidet sein, damit der Stahl nicht zu frühzeitig erstarrt, und ebenso müssen es die Bodenkanäle sein, wenn man nicht vorzieht, das ganze Bodenstück aus gebranntem Thone herzustellen.

Nach diesem Verfahren hat man wohl auch Gruppenformen für 6 oder 12 Blöcke mit einem centralen Eingusse hergestellt ¹⁾.

Bei Masseformen wird der steigende Guss mit Vorliebe angewendet und der Kanal dazu mit eingefornt.

Während sich dies Verfahren beim Maseguss ganz allgemein eingebürgert hat, ist es beim Blockguss in eisernen Formen vielfach wieder aufgegeben worden, weil man gefunden hat, dass erstens die Formen wegen der hohen Temperatur, welchen sie in Folge der grossen Stahlmenge ausgesetzt sind, wenig haltbar gemacht werden können, und dass zweitens der Abfall, welcher in den Kanälen und im Eingusse entsteht, zu gross ist, um den Vortheil grösserer Reinheit von Schlacke aufzuwiegen, endlich auch der Stahl leicht zu kalt wird, ehe er die Formen füllt.

Das Giessen.

Das Giessen des Stahls erfordert, abgesehen von der richtigen Beurtheilung des Hitzegrades, eine grosse Uebung des dabei betheiligten

Fig. 194.

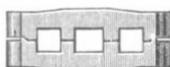
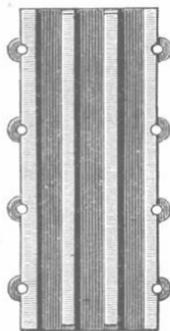


Fig. 195.



Zweitheilige
Steigform.

Arbeiterpersonals.

Der Stahl muss in gleichmässigem Strahle in die Form gelangen. Die Fallhöhe muss möglichst gering sein. Werden mehrere Tiegel in eine Form ausgegossen, so darf eine Unterbrechung nicht eintreten. Der Stahlstrahl des neuen Tiegels muss deshalb zu fliesen beginnen, ehe der des vorhergehenden aufgehört hat. Eine jede Unterbrechung macht in Folge einer auf der Oberfläche eintretenden Abkühlung eine unganze Stelle. Die Stahltheile mischen sich nicht hinreichend.

Der Guss erfolgt der Regel nach und stets mit dem besten Erfolge direct aus den Tiegeln in die Form. Ist letztere von so grossem Inhalte, dass zu hinreichend schneller Füllung gleichzeitig mehr als zwei Tiegel ausgegossen werden müssen, so ist der Regel nach der Raum am Eingusse zu beengt. In diesem Falle legt man seitwärts von der Form Sammelgruben an, welche durch Rinnen mit jener verbunden sind. Gruben und Rinnen bestehen aus getrocknetem Lehme. Auch hier kann die Aufmerksamkeit auf Vermeidung jeder Unterbrechung des Stahlstrahls nicht entbehrt werden.

¹⁾ Kerpely, Fortschritte 1868, S. 243.

Zuweilen wird der Gussstahl in einer Pfanne, welche nach Art der beim Bessemern oder bei der Flammofenflussstahlerzeugung angewendeten Giesspfanne eingerichtet ist und ihren Abfluss im Boden besitzt, gesammelt; aber mit dieser Vorrichtung gelingt niemals der Guss so gut wie bei directem Giessen oder bei Anwendung von Sammelgruben.

Nach Füllung der Form bis in den Eingussstrichter muss stets noch flüssiger Stahl in Vorrath bereit gehalten und ohne Unterbrechung nachgefüllt werden, wenn die Form nicht sofort geschlossen wird, weil sich beim Abkühlen der Stahl zusammenzieht (soekt) und Schalen an den Wandungen sowie Hohlräume im Innern entstehen. Ein Pumpen mit Eisenstangen, wie bei der Giesserei mit Roheisen, ist nicht zulässig.

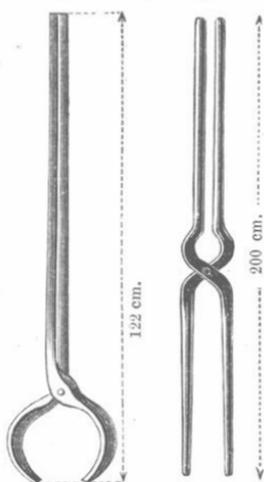
Die Schlacke wird beim Ausguss der Tiegel durch hölzerne Stäbe oder Schlackenballen zurückgehalten, bei Sammelstümpfen auch noch einmal vor dem Abflusse in die Rinne.

Das Giessverfahren im Einzelnen.

Giessen des Stahls direct in die Form. Der Schmelzer fasst den Tiegel mit der in Fig. 196 abgebildeten Zange und giesst ihn in die

Fig. 196.

Fig. 197.



Form aus, indem er darauf achtet, dass der Stahlstrahl jede Berührung mit den Wandungen vermeidet. Zeigt sich vor dem Gusse eine starke Schlackendecke, so wird diese mittelst einer eisernen Stange (*flux stick*), an der sich ein erstarrtes Schlackenstück befindet, berührt, worauf sie zerspringt und sich zum Boden des Tiegels senkt¹⁾. Geringere Mengen werden durch einen Holzspahn beim Giessen selbst zurückgehalten. Grössere Tiegel fasst man mit doppelarmigen Zangen, wie deren eine in Fig. 197 abgebildet ist. Der Tiegel kann so von zwei Arbeitern getragen und gekippt werden und lässt sich mit grösserer Sicherheit und Leichtigkeit ausgiessen.

Das Giessen erfordert ganz besondere Vorsicht. Damit der Stahl nicht an die Wandungen schlage, muss der Einguss genau senkrecht stehen. Die Form selbst sollte zwar stets dieselbe Stellung haben, aber bei kleinen Güssen findet man auch ohne merklichen Nachtheil eine etwas geneigte Lage angewendet.

Das Giessen erfolgt langsam und gleichmässig. Jedes Absetzen erzeugt sogenannte Schweissnähte, d. h. Stellen, an welchen die Vereinigung

¹⁾ Percy, Iron, p. 836.

der einzelnen Krystalle offenbar durch eine wenn auch noch so schwache Oxydhaut verhindert wird.

Zu schnelles Giessen wirkt ganz ähnlich wie eine zu hohe Temperatur des Stahls, d. h. das Metall nimmt ein sehr grosses Volumen ein, sinkt bald stark unter Zurücklassung erstarrter Krusten an den Formwandungen und giebt Hohlräume, kurz einen undichten Guss. Jedenfalls hat die beim schnelleren Falle des Metalls stärker angesaugte atmosphärische Luft hierbei einen wesentlichen Einfluss.

Zu langsames Giessen wirkt ähnlich einer zu niedrigen Temperatur. Der Stahl scheint in grösseren Krystallen zu erstarren und giebt ein schlecht beschaffenes, namentlich leicht brüchiges Product.

Masseformen erfordern einen viel hitzigeren Stahl als eiserne Formen.

Giessen mit Sumpfen. Für grössere Güsse müssen aus den eben erörterten Gründen Sammelgruben oder Sumpfe angelegt werden. Das Ausgiessen der Tiegel muss hier in genau vorgezeichneter Ordnung erfolgen, damit keinerlei Unterbrechung eintreten kann. Das Arbeiterpersonal muss auf militärische Pünktlichkeit eingeübt sein, die Zeichen und Winke des den Guss leitenden Meisters genau verstehen und sie ohne Lärm und Geschrei befolgen. Wohl nirgends in der Welt werden grosse Güsse mit solcher Vorzüglichkeit ausgeführt, wie in der Krupp'schen Gussstahlfabrik.

Giessen aus der Pfanne. Die Giesspfanne des Bessemerprocesses wird über die Formen fortgeführt, während beim Flammofenflussstahlprocesse oft die Formen unter der Pfanne fortgezogen werden. Das Erstere ist vorzuziehen, da es nicht vortheilhaft ist, die Formen nach ihrer Füllung zu bewegen. Bei dem Giessen des Gussstahls bleiben Pfanne und darunter befindliche Form an ihrem Platze. Hat das Gussloch der Pfanne die richtige Stellung, so wird das im Boden befindliche und an einer Stange befindliche Ventil ¹⁾ vermittelst des aussen befindlichen Hebels geöffnet und zwar in dem Maasse, dass ein gleichförmiger und zusammenhängender Strahl erfolgt. Ist die Form gefüllt und sollen noch mehre folgen, so wird das Ventil geschlossen bis die Ausflussöffnung mit der nächsten Form correspondirt. Nicht immer gelingt das Schliessen des Ventils und dann muss man mit möglichst wenig Zeitverlust bei geöffnetem Ausflussloch von einer Form zur anderen gehen.

Die Schlacke bleibt bei dieser Methode bis zuletzt in der Pfanne. Man lässt sie nach vollendetem Gusse in ein besonderes Gefäss ab, wonach die Pfanne umgekippt und möglichst von alten Rückständen befreit wird. Was sich in dieser Weise nicht entfernen lässt und zurückbleibt, wird mit Wasser bespritzt, dadurch spröde gemacht und durch leichte Schläge ausklopft.

¹⁾ Vergl. S. 355 und Fig. 126.

Beschaffenheit des Stahls nach dem Gusse.

Der eingegossene Stahl sprüht Funken, welche aus Metall bestehen und an der Luft unter sternartigem Aufleuchten verbrennen. Sie werden durch Entwicklung von Gasen ausgeworfen, die zum Theil in Form deutlicher Blasen aus der flüssigen Metallmasse aufsteigen.

Sobald das Sprühen aufhört, bemerkt man auf der Oberfläche deutlich das Spiel, hier Blume genannt, welches durch abwechselndes Bilden und Zerreißen eines Erstarrungshäutchens hervorgerufen wird und dessen Regelmässigkeit der Krystallisation zuzuschreiben ist.

Das späte Eintreten der Blume ist ein Beweis zu heissen, das Aufhören der Blume vor der Beendigung des Sprühens ein Beweis zu kalten Gusses.

Ehe das Erstarren des Stahls eintritt, d. h. bei dem Herabsinken der Temperatur auf einen noch über dem Schmelzpunkte liegenden Grad, welcher bei einer guten Arbeit immer unterhalb des Hitzegrades des fertigen Products liegen muss und etwa da beginnt, wo das Sprühen aufhört tritt eine weitere energische Gasentwicklung ein, welche ein Kochen und ein Steigen des Stahls zur Folge hat, wenn ihr kein Widerstand entgegengesetzt wird.

Dass während des Sprühens noch kein Steigen eintritt, kann theils daraus erklärt werden, dass die dann noch hinreichende Flüssigkeit des Metalls ein leichtes Entweichen der Gase gestattet, theils daraus, dass erst nach Aufhören des Sprühens eine heftige Gasentwicklung stattfindet, in Folge deren das Metall nicht mehr ausweichen kann, sondern mit empor genommen wird.

Wenn sich die Gasentwicklung auch, wie dies Seite 598 u. f. erörtert wurde, bei Rohstahlorten, z. B. dem Bessemer- und Flusstahle, leicht dem Entweichen mechanisch eingeschlossener oder der Entstehung neuer Gasarten durch Einwirkung von Schlackentheilen auf den Kohlenstoff des Metalls bei sinkender Temperatur zuschreiben lässt, so ist die Erklärung für Gussstahl, welcher an sich keine Schlackentheile mehr zu enthalten braucht, deshalb schwer zu erklären, weil sich die Eigenschaft des Steigens bei demselben auch dann zeigt, wenn beim Giessen jeder Luftzutritt abgehalten worden ist, also ein mechanisches Mitreißen atmosphärischen Sauerstoffs nicht eingetreten sein kann.

Die im Folgenden mitgetheilten Versuche Böker's — vergl. S. 650 — geben so interessante Anhaltspunkte, dass der Verfasser glaubt, sie ausführlich mittheilen zu müssen, um daran weitere Schlüsse anreihen zu können.

Böker's Untersuchungen.

Den Versuchen wurden die drei folgenden Fragen zu Grunde gelegt.

1. Ist das verbrannte Gas, sowie überschüssiges unverbranntes Gas von Einwirkung auf die schmelzenden Materialien?
2. Wie wirkt der im Tiegel als Koks oder Grafit enthaltene Kohlenstoff auf die Materialien?
3. Wie ist die Wirkung der verschiedenen Zusätze; a. für sich, b. im Verein mit dem Kohlenstoff des Tiegels?

1. Einwirkung des verbrannten Gases.

Die Gase des Brennmaterials unterliegen einer sehr lebhaften Verbrennung. Man darf daher nur auf Einwirkung von Kohlensäure durch Eindringen in den Tiegel rechnen. Indessen könnten bei unvollkommener Verbrennung auch Kohlenwasserstoffe und Kohlenoxyd vorhanden sein.

Bei Schmelzung einer beliebigen Stahlsorte wurde ein Tiegel, in welchem die erste Schmelzung ausgeführt wurde, fest mit Thon verschmiert; ebenso wurde derselbe Tiegel bei der zweiten Schmelzung, als die Oberfläche ganz verschlackt und damit die Möglichkeit eines Durchdringens der Gase durch die Tiegelwände wohl ausgeschlossen war, mit Thon verschmiert.

Bei beiden Proben konnte man während der Schmelzung den Stahl nicht probiren, die Tiegel wurden aber mit den übrigen herausgenommen. In Bezug auf das Giessen und das Aussehen des Stahls zeigten die Proben nicht den geringsten Unterschied, beim Schmieden waren dieselben ebensowenig von dem anderen Stahl zu unterscheiden.

Die Analysen endlich ergaben ganz übereinstimmende Resultate, so dass man mit Sicherheit annehmen kann, dass die Gase im Ofen völlig ohne Einfluss sind auf die Vorgänge im Tiegel.

2. Einwirkung des im Tiegel als Grafit oder Koks enthaltenen Kohlenstoffs.

Um den Zugang an Kohlenstoff in den Stahl aus dem Tiegel zu bestimmen wurde eine Mischung von hartem Stahl (Tiegelgussstahl) und Schmiedeeisen umgeschmolzen. Die Materialien waren möglichst frei von Oxyd, es konnte sich demnach keine Frischschlacke bilden. Die Möglichkeit, dass Kohlenstoff durch Schlacke oxydirt und herausgezogen werden konnte, war somit ausgeschlossen.

Es wurden umgeschmolzen:

15 Kg Stahl	von 0·92 Proc. Kohlenstoff
10 " Eisen	" 0·1 " "
<hr/>	
25 Kg Stahl	berechnet mit 0·6 Proc. Kohlenstoff

und zwar einmal im Grafittiegel in drei aufeinander folgenden Schmelzungen (Touren) desselben Tiegels und dann im Thontiegel ebenfalls in derselben Weise. Die Analysen ergaben:

im Grafittiegel	1. Schmelzung	0·7	Proc. Kohlenstoff
"	2. "	0·66	" "
"	3. "	0·60	" "
im Thontiegel	1. Schmelzung	0·66	" Kohlenstoff
"	2. "	0·57	" "
"	3. "	0·56	" "

Der Grafittiegel enthielt etwa 35 Proc. Grafit, der Thontiegel 10 bis 12 Proc. Koks.

Im Grafittiegel hatte hiernach eine Kohlenstoffaufnahme stattgefunden bei der ersten und zweiten Schmelzung und zwar bei der ersten ziemlich bedeutend, während bei der dritten Schmelzung der Kohlenstoffgehalt der Berechnung entsprechend war.

Im Thontiegel war bei der ersten Schmelzung ebenfalls Kohlenstoff aufgenommen worden, aber weniger wie im Grafittiegel, wohl weil letzterer überhaupt mehr Kohlenstoff enthält; bei der zweiten und dritten Schmelzung war der Kohlenstoff ziemlich der Berechnung entsprechend. Es war mit diesen Versuchen die Thatsache festgestellt, dass der Stahl aus dem Tiegel Kohlenstoff auflöst und zwar hauptsächlich bei der ersten Schmelzung im Tiegel, während bei den nächsten Schmelzungen, wo die Tiegelwandungen verglast sind, der Stahl weniger oder gar keinen Kohlenstoff mehr aufnimmt. Dieses Resultat stimmte überein mit den Beobachtungen beim Schmelzen im allgemeinen, nach denen dieselben Mischungen bei der ersten Schmelzung in demselben Tiegel am leichtesten schmelzen, bei der zweiten weniger leicht und bei der dritten und vierten am schlechtesten.

3. Einwirkungen der verschiedenen Zusätze.

Die Zusätze bestanden hauptsächlich in Spiegeleisen und weissem Roheisen von Schmalkalden (Weissstrahl). Sie werden zugegeben um weichem Material Kohlenstoff zuzuführen. Gleichzeitig sind es schlackenbildende Zusätze und stehen auf diese Weise ebenso in Beziehung zu dem Gehalte des Stahls an Kohlenstoff.

Lediglich schlackenbildende Zusätze, wie Braunstein etc., werden selten angewendet.

Einfluss des Spiegeleisens.

Da meistens Spiegeleisen als Kohlenstoffträger und Schlackenbilder zugesetzt wird, so wurde hauptsächlich die Frage durchgeführt, wie dieser Zuschlag wirke.

Es wurden umgeschmolzen:

22.5 Kg Eisen	mit 0.1	Proc. Kohlenstoff
2.5 " Spiegeleisen	" 4.6	" "
berechnet		0.55 Proc. Kohlenstoff

und zwar im Thontiegel mit nur 4 Proc. Koks in der Tiegelmasse. Der Stahl schmolz sehr schlecht wegen des geringen Koksgehaltes des Tiegels, er brauchte sehr lange Zeit zum Ruhigwerden.

Die Analyse ergab 0.431 Proc. Kohlenstoff.

Es hatte somit eine bedeutende Kohlenstoffabnahme stattgefunden trotz der sehr manganhaltigen Schlacke, die einer Entkohlung doch entgegen sein sollte. Es lag übrigens die Möglichkeit vor, dass viel Oxyd als Rost mit den Materialien in den Tiegel gelangt war.

Dieselbe Mischung von:

22.5 Kg Eisen	mit 0.1	Proc. Kohlenstoff
2.5 " Spiegeleisen	" 4.6	" "
berechnet		0.55 Proc. Kohlenstoff

wurde im Grafitiegel umgeschmolzen. Der Stahl schmolz sehr gut und war ruhig beim Giessen. Der Tiegel enthielt 35 Proc. Grafit.

Die Analyse des Stahls ergab 0.88 Proc. Kohlenstoff.

Ausserdem enthielt der Stahl sehr viel Mangan und Silicium, was bei der Probe im Thontiegel ebenfalls nicht der Fall war.

Bei der Verarbeitung verhielt sich der Stahl sehr spröde und war in der Härte entsprechend einem Stahl von 1.2 und mehr Procent Kohlenstoff.

Die auffallende Kohlenstoffzunahme lässt sich nach den vorhergegangenen Versuchen weder aus der Wirkung des Spiegeleisens an und für sich als Kohlenstoffträger, noch aus der des Grafits im Tiegel an und für sich erklären. Es muss ein Zusammenwirken zwischen Spiegeleisen und Kohlenstoff des Tiegels stattgefunden haben.

Die Wirkung des Spiegeleisens lässt sich zum Theil als directe, zum Theil als indirecte erklären; direct, indem durch die Aufnahme von Mangan der Schmelzpunkt des Eisens erhöht wird, und je höher die Temperatur, desto leichter findet die Aufnahme von Kohlenstoff statt. Indirect ist die Wirkung des Spiegeleisens, indem durch die Bildung der fressenden, leichtschmelzigen Schlacke mehr Tiegelmateriale aufgelöst und dadurch der Kohlenstoff des Tiegels freigelegt wird.

Um über die beiderartige Wirkung des Spiegeleisens weiteren Anhalt zu gewinnen, wurden in einem Thontiegel ohne jeden Koksgehalt geschmolzen:

1. Probe Eisen und Spiegeleisen,
2. Eisen, Spiegeleisen und Grafit,
3. Stahl, Eisen und Grafit.

Erste Probe:	2 Kg	266·66 g	Spiegeleisen	. . .	4·6 Proc.	Kohlenstoff
	22 "	733·33 "	Eisen	0·1	" "
berechnet 0·5 Proc. Kohlenstoff						

Die Schmelzzeit dieser Probe betrug 7 Stunden, eine sehr lange Zeit, wofür der Grund in dem Fehlen von Koks oder Grafit im Tiegel zu suchen war. Der Stahl zeigte sich bei der Bearbeitung sehr weich.

Die Analyse ergab 0·41 Proc. Kohlenstoff.

Zweite Probe:	22 Kg	732·33 g	Eisen	mit	0·1 Proc.	Kohlenstoff
	2 "	266·66 "	Spiegeleisen	"	4·6	" "
wurden mit 250 g Grafit geschmolzen.						

Die Probe schmolz sehr gut; das Product konnte mit den gewöhnlichen Stahlsorten herausgenommen werden und liess sich sehr ruhig giessen.

In der Bearbeitung zeigte sich der Stahl knallhart.

Die Bruchfläche zeigte ein feines Korn und ein schmutziges Aussehen.

Die Analyse ergab 1·5 Proc. Kohlenstoff.

Der Grafit war nach Böker vollständig gelöst worden von dem Stahl in Gegenwart von Spiegeleisen, obwohl das schmutzige Aussehen des Bruches einige Zweifel hierüber lässt.

Dritte Probe:	15 Kg	harter Stahl	mit	0·9 Proc.	Kohlenstoff
	10 "	Eisen	"	0·1	" "
wurden mit 374·99 g Grafit geschmolzen.					

Der Stahl schmolz ebenfalls sehr schön, war in der Bearbeitung knallhart und verhielt sich im übrigen wie der vorhergehende.

Die Analyse ergab 1·6 Proc. Kohlenstoff.

Es hatte also dieselbe Kohlenstoffaufnahme auch ohne das Spiegeleisen stattgefunden.

Es war mit diesen Versuchen festgestellt, dass die directe Einwirkung des Spiegeleisens auf die Kohlenstoffaufnahme durch seinen Mangan-gehalt eine geringe war, dass aber die indirecte Wirkung durch Auflösen des Tiegels hauptsächlich die Kohlenstoffaufnahme veranlassen muss.

Diese indirecte Wirkung des Spiegeleisens ist also eigentlich als eine mechanische zu bezeichnen, indem durch sie nur der Kohlenstoffgehalt des Tiegels freigelegt und zur Aufnahme in das Metall disponirt wird.

Um die Enwirkung der Schlacke auf die Kohlenstoffaufnahme weiter zu verfolgen, wurden folgende drei Proben geschmolzen:

18 Kg	750 g	Stahl
5	" 250 "	Eisen
—	" 750 "	Spiegeleisen

berechneter Kohlenstoffgehalt 0·744 Proc.

Diese Mischung wurde geschmolzen in demselben Thontiegel aus Masse mit 10 bis 12 Proc. Koks in drei aufeinander folgenden Schmelzungen.

Die Analyse ergab:

1. Schmelzung . .	0·8	Proc. Kohlenstoff
2. " "	. 0·75	" "
3. " "	. 0·57	" "

Dass die Kohlenstoffaufnahme bei der ersten Schmelzung nicht so bedeutend war, wie bei den früheren Versuchen, lässt sich aus der geringeren Menge Mangan erklären, wodurch weniger Tiegelmaterial aufgelöst war.

Der Unterschied im Kohlenstoffgehalte war auffallend.

Die Erklärung dafür muss in der Verschiedenheit der Zusammensetzung und damit der verschiedenen Wirkung der Schlacke gesucht werden. Wenn der Tiegel zum ersten Male beschickt wird, so nimmt der geschmolzene Stahl aus der Oberfläche des Tiegels Kohlenstoff auf.

Es bildet sich aus der Kieselsäure des Thons und dem aus dem Sauerstoffgehalte des der Regel nach dem Eisen anhaftenden Rostes und des mit der eingeschlossenen Luft sich bildenden Eisen- und Manganoxyduls eine leichtschmelzende Bisilicatschlacke, welche unter Aufnahme von Thonerde nach Böker's Ansicht in eine schwerschmelzige Singulosilicatschlacke übergeht. Nach der Grösse des Mangangehaltes, welche den Schmelzpunkt der Schlacke herunterzieht, richtet sich die Aufnahme von Thonerde. Durch dieses Verschlacken des Tiegelmaterials wird Kohlenstoff blossgelegt und vom Stahl aufgenommen.

Beim Ausgiessen des Stahls ist es nicht möglich, die Schlacke ganz abzuziehen, sie bleibt zum Theil im Tiegel hängen. Der Tiegel wird zum zweiten Male beschickt, der Stahl findet nicht, wie beim ersten Male, Kohlenstoff an der Oberfläche des Tiegels vor.

Die Schlacke wirkt also nicht in demselben Maasse auflösend und Kohlenstoff freimachend; sie ist von vornherein der Zusammensetzung des Singulosilicates mehr angenähert.

Bei der dritten Schmelzung endlich ist die eisenreiche basische Schlacke eher geneigt eine Entkohlung zu begünstigen, als eine Kohlenstoffaufnahme durch Auflösen von Tiegelmaterial zu veranlassen.

Folgende drei Schmelzproben geben einen weiteren Beweis für die Einwirkung der Schlacke auf den Kohlenstoffgehalt.

Eine Mischung, deren berechneter Kohlenstoffgehalt 0·88 Proc. betrug, wurde umgeschmolzen im Thontiegel.

Bei der ersten Schmelzung ergab die Analyse 1·026 Proc. Kohlenstoff.

Bei der zweiten Schmelzung in demselben Tiegel wurde der Mischung 1 Kg Stahl zugegeben und 1 Kg Eisen abgezogen, um wo möglich eine gleiche Härte zu erzielen.

Die Analyse ergab 0·91 Proc. Kohlenstoff.

Es hatte nicht in demselben Maasse wie bei der ersten Schmelzung ein Auflösen von Tiegelmateriale stattgefunden, der Stahl enthielt daher weniger Kohlenstoff.

Dieselbe Mischung wie bei der ersten Schmelzung wurde im absoluten Gewichte verringert. Der Schlackenstand also relativ vermehrt.

Die Analyse ergab 0·98 Proc. Kohlenstoff, ungefähr denselben Gehalt wie vorher. Die Schlacke hatte den Tiegel stärker angegriffen, mehr Kieselsäure aufgenommen und mehr Kohlenstoff blossgelegt. Sie hatte daher nicht nur nicht entkohlend, sondern sogar verhältnissmässig Kohlenstoff liefernd gewirkt. Hiernach macht eine kieselsäurereiche Schlacke den Stahl hart, eine basische denselben weich.

Einfluss des weissen Roheisens.

Anstatt Spiegeleisen giebt man häufig einen Zusatz von weissem Eisen, welches den Nachtheil des grösseren Siliciumreichthums und des geringeren Mangangehalts gegen das Spiegeleisen hat. In Bezug auf die Schlackenbildung wirkt es wie das Spiegeleisen, und zwar der Grösse seines Mangangehaltes entsprechend.

Das zu den Versuchen angewendete weisse Roheisen von Schmalkalden enthielt 2·4 Proc. Kohlenstoff und 3·51 Proc. Mangan.

18 250 g	Eisen mit	0·1	Proc. Kohlenstoff	
6 750 „	weisses Eisen	„ 2·4	„	„
	berechnet	0·72	Proc. Kohlenstoff	

wurden geschmolzen im Thontiegel.

Die Analyse ergab 1·202 Proc. Kohlenstoff.

Einfluss des Braunsteins.

Als seltenerer Zusatz wird Braunstein verwendet.

Er wirkt wie das Mangan des Spiegeleisens und löst die Tiegelerweichungen auf; aber sein Sauerstoffgehalt hindert die Kohlenstoffaufnahme.

28 Kg	750 g	Stahl	mit	0·8	Proc. Kohlenstoff	
—	„ 250 „	Spiegeleisen	„	4·6	„	und
—	„ 250 „	Braunstein				
			mit zusammen	0·3	Proc. berechneter Kohlenstoffmenge	

wurden im Thontiegel geschmolzen.

Die Analyse ergab 0·89 Proc. Kohlenstoff.

Böker zieht aus den angegebenen Proben folgende drei Schlussfolgerungen:

1. Die Vorgänge im Tiegel lassen sich zurückführen auf einen Schlackenbildungsprocess, wobei sich die Materialien des Tiegels, kiesel-saure Thonerde und freie Kieselsäure, hauptsächlich betheiligen. Die freie Kieselsäure bildet mit dem als Rost in den Tiegel gelangenden Eisenoxyd — und dem durch mechanisch eingeschlossene Luft gebildeten Glühspan hätte hinzugefügt werden müssen — ein Eisensilicat und dieses geht mit dem an und für sich kaum schmelzbaren Thonerdesilicat ein bei der herrschenden Temperatur noch schmelzbares Doppelsilicat ein. Diese Schlacke löst Eisenoxydoxydul, welches in dieser Verbindung oxydirend auf den Kohlenstoff des Eisens wirkt. Es findet also im Tiegel der gewöhnliche Frischprocess statt, allerdings in einem geringen Maasse, entsprechend dem mit der Beschickung in den Tiegel gelangten Sauerstoff. Demgemäss findet auch vom Anfang der Einschmelzung an eine Entkohlung statt, und es ergeben auch alle Analysen von fertigem Stahl, der ohne Zusatz im Tiegel mit geringem oder fehlendem Kohlenstoffgehalt geschmolzen wurde, weniger Kohlenstoff, als nach den Analysen der einzelnen Stahl- und Eisensorten der Mischung darin sein müsste.

2. Da nun beim gewöhnlichen Betriebe nie in kohlenstoffarmen Tiegeln geschmolzen wird, da ferner meistens Zusätze von Spiegeleisen, weissem Eisen, Braunstein etc. der Mischung beigegeben werden, so kommen noch andere Einflüsse zur Geltung, die auf eine Kohlenstoffvermehrung hinwirken.

Diese Einflüsse lassen sich zurückführen auf die Zerstörung der Tiegelwandungen durch Aufnahme von Kieselsäure oder Kieselsäure und Thonerde aus denselben in eine sich bildende Schlacke. In Folge dieses Vorgangs wird der Kohlenstoffgehalt der Tiegelmasse blossgelegt und zum Eintritt in den Stahl veranlasst. Frische Tiegel, manganhaltige Beschickungen wirken auf stärkere Zerstörung und daher grössere Kohlenstoffaufnahme.

Ein vorhandener oder künstlich eingeführter Sauerstoffgehalt und die Bildung einer Frischschlacke wirken der Kohlenstoffaufnahme entgegen oder vermindern wieder den Kohlenstoffgehalt. Dieser Einfluss der Frischschlacke macht sich besonders in der zweiten Periode des Schmelzens (vergl. S. 664) geltend.

3. Der Stahl verliert die ihm beim Ausgusse vor vollständiger Gare, d. h. in der zweiten Periode, beiwohnende Eigenschaft des Steigens mehr oder minder durch fortgesetztes Schmelzen in der dritten Periode.

Es erklärt sich diese Erscheinung zum Theil daraus, dass der Stahl die absorbirten Gase wieder abgeben kann, aber es scheint noch ein anderer Grund des Steigens vorhanden zu sein, welcher wieder aufgehoben wird.

Je weniger Koks oder Grafit nämlich in der Tiegelmasse enthalten ist, desto schwieriger wird der Stahl nach dem Gusse ruhig; in einem

Tiegel, der gar keinen Kohlenstoff enthält, wird geschmolzener Stahl überhaupt nicht ruhig.

Dass der Kohlenstoff nicht diese Wirkung ausübt, scheint der Versuch darzuthun, wonach Gussstahl aus hartem steyerischem Rohstahl und schwedischem Cementstahl, beide mit über 1 Proc. Kohlenstoff ohne Zusatz in einem Tiegel, der wenig Koks enthielt, umgeschmolzen, durchaus nicht ruhig wurde. Die ersten Probelöcke stiegen über die Form, erst ein dritter blieb in derselben; auf den Hof geworfen, sprang der Block aber plötzlich auseinander, und auf den Bruchflächen zeigte sich vollständige Krystallisation. Der Stahl hatte sonst keine Hohlräume oder Poren.

Böker glaubt annehmen zu müssen, dass der Stahl durch das Fehlen irgend eines Elementes der Beschaffenheit verlustig gehe, die denselben zum Giessen geeignet macht. „Dieses Element ist das Silicium. Der Gussstahl muss eine gewisse Menge davon aufnehmen, um sich ruhig giessen zu lassen. Dieses Silicium erhält der Stahl aus der Asche des Grafits oder Koks, indem die fein zertheilte Kieselsäure in der hohen Temperatur reducirt wird.

Daraus wird auch der grössere Siliciumgehalt des im Grafittiegel geschmolzenen Stahls gegen den im Thontiegel geschmolzenen erklärt, da der der Regel nach verwendete Ceylongrafit 20 Proc. Asche, der Koks dagegen nur 7 bis 10 Proc. enthält.

Sämmtliche Tiegelgussstahlanalysen zeigen übrigens einen bedeutenden Siliciumgehalt.

Einen Beweis für die Nothwendigkeit der Siliciumaufnahme könnte auch die Thatsache liefern, dass Tiegelgussstahl, der also schon die bestimmte Menge Silicium besitzt, ohne jeden Zusatz geschmolzen, sich ruhig giessen lässt.“

Dieser Ansicht Böker's kann insoweit beigetreten werden, als eine Siliciumreduction aus der kohlenstoffhaltigen Tiegelmasse nicht nur möglich, sondern bei der Gegenwart reichlicher Mengen Eisen sogar auch wahrscheinlich ist, sobald die vorhandenen Oxyde durch Kieselsäure gesättigt sind; aber die Wirksamkeit des reducirten Siliciums ist wohl nur dieselbe, welche bei der Flussstahlerzeugung (Seite 513) erörtert worden ist, d. h. eine Fortnahme vorhandenen Sauerstoffs aus dem Stahl. Dadurch wird der letztere der Fähigkeit beraubt, beim Sinken der Temperatur Kohlenoxydgas zu entwickeln, welches das Steigen bedingt.

Wenn nun thatsächlich der Gussstahl der Regel nach Silicium enthält, so darf man doch nicht behaupten, dass er deswegen brauchbar sei, sondern darf nur zugeben, dass er trotzdem brauchbar sei, mit anderen Worten: Ein geringer Siliciumgehalt im Stahl ist weniger nachtheilig als jeder, selbst der geringste Sauerstoffgehalt.

Mittel, um das Steigen des Stahls zu verhüten.

Wenn es nun auch gelingt, durch hinreichend langes Schmelzen in kohlenstoff- und kieselsäurehaltigen Tiegeln einen Stahl zu erzeugen, der nicht mehr in der Form steigt, so ist doch die Schwierigkeit sehr gross, dieses Ziel überall und stets gleichmässig zu erreichen. Namentlich wird beim Giessen selbst leicht mechanisch Luft mitgerissen und von neuem Gelegenheit zur Gasentwicklung geboten, falls nicht hinreichende Mengen überschüssigen Siliciums vorhanden sind, welche sich noch nachträglich oxydiren können.

Bei den Rohstahlsorten, welche die Gase als Rückstand der Vorgänge ihrer Erzeugung enthalten, bedient man sich, abgesehen von den S. 512 u. f. besprochenen Zuschlägen, welche zur Reduction dienen und die Quelle der Gasentwicklung abschneiden, einer nachträglichen lange andauernden Erhitzung bei hoher Temperatur. Diese geschieht der Regel nach in Flammöfen, welche mit Gasfeuerung geheizt und mit Regeneratoren versehen sind. Da auch in diesen Apparaten eine Oxydation an der Oberfläche des Metallbades nicht verhindert werden kann, so ist es durchaus erforderlich, überschüssiges Mangan in dem Metalle zu besitzen oder solches hinzuzufügen, um eine Eisenoxydation und erneute Gasentwicklung zu verhindern.

Um beim Giessen eines bereits gasfreien Products nicht wieder von neuem Luft einzumengen, müssen Ausgusspunkt und Einflusspunkt möglichst nahe zusammenliegen. Noch vollständiger hat man versucht, den Zweck dadurch zu erreichen, dass man unter völligem Luftabschluss und unter Evacuierung des Giessraumes durch eine Luftpumpe den Guss ausführte. Hierbei wird entweder das Ausflussrohr des Sammelgefässes mit der Gussform durch eine aufgesetzte Haube luftdicht verbunden und nach Evacuierung der Gussform vermittelst einer Luftpumpe der Guss ausgeführt, oder es wird das Sammelgefäss sammt der Mündung der Gussform von einer Glocke bedeckt, welche mit der Luftpumpe in Verbindung tritt. Alle diese Einrichtungen sind sehr complicirt, verhindern die Besichtigung des gegossenen Metalls, erfordern viele Reparaturen und haben sich daher keinen allgemeinen Eingang zu verschaffen gewusst¹⁾.

Da man indessen selbst unter Beachtung aller Vorsichtsmaassregeln selten mit Sicherheit jede Gasentwicklung verhindern kann, so ist man bestrebt gewesen, Mittel zu ersinnen, welche auch trotz Gasentwicklung das Steigen und Poröswerden verhindern. Dieselben kommen alle auf das gleiche Ziel hinaus, dem Gasdruck einen höheren Gegendruck entgegenzustellen.

¹⁾ Mittheilungen und Abbildungen solcher Einrichtungen von Bell und Luthy finden sich z. B. in London Journal of arts. Novbr. 1865, p. 275, und Kerpely, Fortschritte 1866, S. 226; Berg- u. Hüttenm. Zeit. 1873, S. 345.

Verschluss der Gussformen.

Das gewöhnlichste Mittel zur Erzeugung des Gegendruckes ist der Verschluss der Gussformen. Man füllt die Form nicht ganz, sondern nur

Fig. 198.



bis zu einer vorher durch Kalk markirten Linie, bedeckt die Oberfläche, sobald das Sprühen aufhört, aber ehe das Steigen beginnt, mit einer Stahlblechplatte, welche öfters an der oberen Seite mit einer Oese oder einem kurzen Handgriff, wie Fig. 198 zeigt, versehen ist, füllt den übrigen Raum mit wenig angefeuchtetem Sande aus, drückt diesen schnell fest, streicht ihn mit der Oberkante der Form gleich und bedeckt das Ganze mit einer Platte, welche durch Keile an die Form angetrieben wird.

Pressung durch Stahlsäulen.

Wie bei jedem anderen Metallguss kann man grössere Dichtigkeit durch einen sogenannten verlorenen Kopf, d. h. durch eine auf das die eigentliche Form füllende Metall einen metallostatischen Druck ausübende Säule erreichen. Indessen lässt sich praktisch hiermit wenig Erfolg erzielen, da für jede Atmosphäre Ueberdruck, so lange der Stahl ganz flüssig bleibt, circa 1 m Metallsäule nöthig ist. Tritt aber Erstarrung an einzelnen Theilen ein, so wird der Druck leicht ganz aufgehoben.

Mechanische Pressung des Stahls.

Vielfach ist versucht worden, an Stelle des oben beschriebenen, durch die Hand ausgeführten Verfahrens einen durch Maschinen hervorgerufenen Druck zu setzen. Man hat hierbei eine doppelte Richtung verfolgt, nämlich entweder einen direct auf den Stahl wirkenden Stempel durch mechanische Kraft niederzudrücken, oder durch comprimirte Luft einen Gegendruck zu erzeugen.

Das letztere Verfahren scheint zuerst 1867 in Frankreich angekommen zu sein. Die Gussform stand hierbei, von Holzkohlen, als schlechten Wärmeleitern, umgeben, in einer luftdicht verschliessbaren Grube, welche durch ein Rohr mit einer Luftcompressionsvorrichtung in Verbindung gesetzt war. Das Gefäss blieb offen, nur die Grube wurde nach dem Gusse verschlossen. Das Verfahren hatte den erheblichen Nachtheil, dass für jede Gussform eine besondere Giessgrube mit Zubehör erforderlich wurde. Zudem ist noch folgender Umstand nachtheilig: Die Blasen, welche nach dem Gusse entstehen, pflegen sich hauptsächlich am Umfange des Gussblockes zu zeigen und hier senkrecht zur Erstarrungsfläche aus-

gedehnte längliche Räume zu bilden. Tritt nun comprimirt Luft in die Gussform, so vertheilt sich dieselbe beim Zusammenziehen des Stahls im Augenblick des Erstarrens an den Wandungen und führt eine lebhaft oxydation der Blasenräume herbei, welche die Qualität des nachher bearbeiteten Blocks wesentlich beeinträchtigt ¹⁾.

Das Verfahren den directen Druck eines meist durch Wasser bewegten Stempels auf den flüssigen Stahl anzuwenden, scheint zu gleicher Zeit mit dem vorher genannten in Frankreich und in England aufgenommen worden zu sein, im ersteren Lande von den Stahlfabrikanten Révollier, Biétrex & Co. zu St. Etienne und in England von dem bekannten Ingenieur Sir Joseph Whitworth, beide unbekannt mit den bereits seit 1856 von Bessemer angestellten ähnlichen Versuchen. 1868 wurde das Verfahren fabrikmässig zu Neuberg eingeführt.

Das französische Verfahren war ²⁾ Folgendes: Das dort aus den Flussstahlöfen abgestochene Metall wurde in Gusspfannen gesammelt, welche an einem Drehrohre befestigt waren. Nach der Füllung einer jeden Form wurde die letztere unter den Stempel einer hydraulischen Presse gebracht. Das Verfahren scheiterte hauptsächlich an der zu starken Abkühlung, welche der Stahl vor der Vollendung des Gusses und der Anstellung des hydraulischen Pressstempels erlitt.

Whitworth ³⁾ wendete seine Aufmerksamkeit weniger dem Drucke einfacher Stahlblöcke, als vielmehr der Compression von Kanonenrohren zu. Seine Methode, welche sich ebenfalls auf Benutzung eines durch Wasser bewegten Stempels gründete, hat zwar für den speciellen Zweck gute Resultate geliefert, aber keinen allgemeinen Eingang gefunden.

Er stellte die mit feuerfestem Futter versehene Form auf eine Platte, welche von dem Stempel einer hydraulischen Presse durchdrungen wurde. Nachdem ein Stempel auf die Oberfläche des flüssigen Stahls aufgesetzt und durch Schraubenpresse nachgedrückt war, kam der hydraulische Stempel in Aufgang und vollendete die Pressung.

Erst das Stahlwerk zu Neuberg in Steyermark hat einen so günstigen Erfolg zu erzielen vermocht, dass die Stahlpressung dort wohl zuerst fabrikmässig eingeführt werden konnte ⁴⁾. Die Formen bestehen aus Gusseisen, sind gegen das Zerspringen durch starke umgelegte Reifen geschützt und stehen auf einer an der stahlberührten Fläche etwas ausgehöhlten und mit Thon ausgefütterten, gusseisernen Bodenplatte, mit der sie mittelst einer starken Flansche verschraubt sind. Der der Regel nach quadratische Querschnitt mit abgestumpften Ecken geht im oberen Theile in die Kreisform über, um dort als Führung für den Press-

¹⁾ Vergl. Dingl. Polytechn. Journ. Bd. 194, S. 305 und Berg- u. Hüttenm. Zeit. 1873, S. 345. — ²⁾ Nach einer Mittheilung in Stummer's Ingenieur 1875, S. 19. — ³⁾ Hupfeld in Kärnthner Zeitschr. nach Journal of the Iron and Steel Institute 1871, No. 2. — ⁴⁾ Nach obiger Quelle (²⁾ S. 47, deren Verfasser nicht genannt ist, und die mit einer perspectivischen Zeichnung ausgestattet ist.

stempel zu dienen. Die ganze Form sammt der Bodenplatte steht auf einem niedrigen Wagen. Derselbe wird über einen senkrecht unter dem Pressstempel befindlichen Amboss gefahren und ruht dort auf beweglichen Schienen, so dass sich bei Beginn des Druckes sofort das Gestell senkt und die Wagenplatte auf dem Ambosse aufrucht, der also die bedeutende Pressung von angeblich 400 000 bis 700 000 Kg aufnimmt. Jeder Wagen trägt nur eine Form. Das Giessen erfolgt, nachdem der cylindrische Theil der Form durch ein lose angelegtes Blech vor der Veruneinigung durch Stahlspritzeln geschützt ist, von oben bis zu der vorher angezeichneten Höhe. Darauf wird vermittelst einer Zange der frei eingepasste cylindrische Stempel eingelegt und dann sofort die Form unter die Presse geschoben, welche innerhalb des Zeitraums von $\frac{1}{2}$ bis 1 Minute den Stahl hinreichend dicht presst, so dass der Block an Höhe etwa 3 bis 5 cm verliert. Es hat sich gezeigt, dass die schmale ringförmige Oeffnung, welche neben dem Stempel frei bleibt, nichts schadet, da der Stahl meist in derselben erstarrt und nur selten hinausgeworfen wird.

Eine weitere Ausbildung erlangte das Compressionsverfahren durch Daelen. Derselbe bemühte sich einestheils, für die nach der Füllung der Form verstreichende Zeit eine Verkürzung zu finden und anderentheils den Uebelstand zu vermeiden, der durch einen den ganzen Querschnitt der Form erfüllenden Kolben, welcher allein auf die schnell erstarrende Oberfläche des Stahls drückt, bisher entstanden war. Zuerst construirte er daher eine hydraulische Presse mit zwei in einander befindlichen Kolben¹⁾. Der innere trägt die Bodenplatte der Form, der äussere ist mit einem über der Form gelegenen Kreuzkopf, an welchem der Pressstempel befestigt wird, verbunden. Obwohl also hier sofort nach geschehener Füllung die Pressung beginnen kann, ist doch der Nachtheil nicht zu verkennen, welcher einestheils darin beruht, dass jede Form ihre eigene Presse verlangt, sowie anderentheils darin, dass die unten liegende Presse leicht der Verletzung durch überfliessenden oder beim Bersten der Form ganz ausfliessenden Stahl ausgesetzt ist.

Eine zweite Einrichtung, welche in Fig. 199 (a. f. S.) abgebildet ist, gestattet den Druck einer von unten gefüllten Gussform und zwar auf den unteren, daher jedenfalls noch flüssigen Theil.

Eine neben der Gussgrube unter der Hüttensohle *M* stehende hydraulische Presse *A* treibt den Kolben *B* gegen ein Einsatzstück *E*, nachdem die Form gefüllt ist. Die Füllung der auf einem Bodenstücke *C* stehenden und mit diesem durch schmiedeiserne Ringe und Keile *D* verbundenen Form geschieht durch das mit feuerfester Masse ausgefütterte Eingussrohr *G*. Bei der Füllung ist der Stopfen *E*, welcher auch aus feuerfester Masse besteht, geöffnet. Er schliesst sich selbstthätig beim Aufsteigen des Stahls. Ist die Füllung vollendet, so tritt die

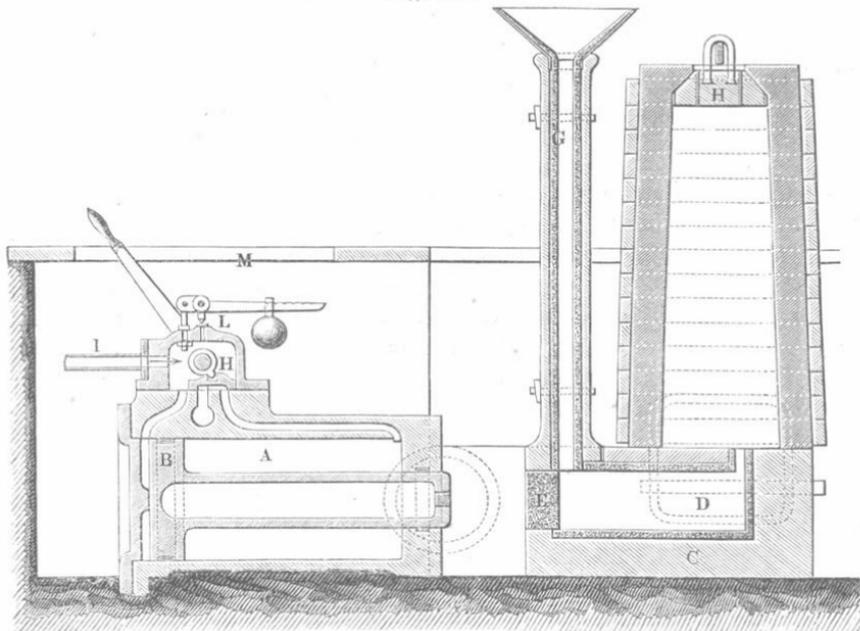
¹⁾ In Iron, 1875, p. 548, aus Stummer's Ingenieur abgebildet.

hydraulische Presse in Wirksamkeit, schneidet bald den Eingusskanal ab und presst nun von unten den Stahl zusammen.

Auch hier kann man mit einer hydraulischen Presse nur eine Form, welche allerdings auch eine Gruppenform sein kann, bedienen. Daelen wendete zu Creuzot Gruppenformen mit vier Abtheilungen an. Uebrigens ist der Uebelstand, der aus Beschädigung der Presse durch ausfliessenden Stahl entstehen kann, vermieden. Ein Nachtheil bleibt nur die Unanwendbarkeit für Güsse, welche von oben geschehen.

Ein Zeitgewinn ist durch diese Einrichtungen gewiss gegen die

Fig. 199.



Daelen's Stahlpresse.

Neuberger Methode erzielt, aber das Verfahren fällt auch wohl immer kostspieliger aus. Ein sehr beachtenswerther Fortschritt wurde durch die neueste Methode Daelen's gemacht, welche zwar wieder auf das Füllen der Formen von oben zurückgeht, auch den hydraulischen Stempel von oben einführt, aber diesen von etwa nur der Hälfte des Durchmessers macht, wie der der Form selbst ist. Zu diesem Zwecke ist die Form bereits vor dem Gusse mit einem nach innen schwach concav geformten Deckel verschlossen, welcher eine kreisförmige Oeffnung in der Mitte hat. Durch letztere erfolgt nicht nur der Guss, sondern es tritt auch der Stempel der Presse durch dieselbe ein. Sollte sich nach dem Gusse selbst eine schwache Erstarrungshaut gebildet haben, so dringt dieser verhältnissmässig dünne Stempel doch hindurch und übt nun seinen Druck nach den gewöhnlichen Gesetzen der Hydrostatik auf die ganze Stahlmasse gleichmässig aus.

Der Guss von Façonstahl unter hydraulischem oder anderen mechanischem namentlich Schrauben-Druck ist vielfach, aber bisher, wie es scheint, ohne sehr glücklichen Erfolg versucht worden¹⁾. Am besten ist hierbei immer noch ein hoher vorlorener Kopf befunden worden.

Praktisch ohne Erfolg sind Vorschläge geblieben, nach welchen die Spannung von anderen Gasarten als Luft angewendet werden sollte. So empfahl Galy-Cazalat 1866²⁾ Schiesspulver in die Form zu bringen, Bessemer 1871³⁾ eine Mischung von Anthracit und fein gepulvertem kohlensaurem Natron in einer Kammer, in welcher sich die Gussform befindet, zu verbrennen.

Wirkungen der Pressung.

Die Wirkungen der Pressung des flüssigen Stahls sind doppelter Art. Einmal werden die Gase, deren Entwicklung allerdings nicht dadurch verhindert werden kann, beim Erstarren auf einen kleinen Raum zusammengedrängt. Da nun bei allen späteren Manipulationen niemals wieder die hierbei herrschende Temperatur erreicht wird, so nehmen stets die Blasenräume einen verhältnissmässig kleinen Querschnitt in Anspruch, beeinträchtigen also nicht in dem Maasse die Festigkeit des Stahls, als wenn sie in dem ungespressten Stahl einen grossen Querschnitt einnehmen.

Zweitens vertheilen sich durch den die ganze Stahlmasse gleichmässig treffenden Druck die Gasblasen in der ganzen Masse⁴⁾, wirken dadurch weniger nachtheilig und lassen sich bei nachheriger Bearbeitung leichter zusammenhämmern. Uebrigens äussert der Druck auch Einfluss auf die Krystallisation. Ein ohne Druck erstarrter Stahlblock ist stets in seinem oberen Theile, in dem er nicht von einer darüber liegenden Stahlsäule gedrückt wurde, gröber krystallinisch, als unten, ein unter Druck erstarrter dagegen in allen Theilen gleich fein krystallinisch.

¹⁾ Vergl. z. B. Tarr's Methode in Mechan. Magazine, December 1866, S. 405. — ²⁾ Kerpely, Fortschritte 1866, S. 225. — ³⁾ Journ. of the Iron and Steel Institute 1871, No. 2. — ⁴⁾ Es mag wohl mehr zufällig sein, wenn, wie Einige gefunden haben wollen, sie sich auf die Axe des Stahlblockes zusammen-drängen.

Zuschläge.

Zuschläge zur Vermehrung oder Verminderung des Kohlenstoffgehalts. Wenn keinerlei Veränderungen bei dem Schmelzen in Tiegeln eintreten, so müsste der Gussstahl genau soviel Kohlenstoff enthalten, als der Materialstahl. Dass dies nicht genau der Fall ist, beweisen die oben angeführten Resultate Böker's und Anderer. Durch Versuche kann man indessen in allen Fällen mit hinreichender Genauigkeit die unter sonst gleichen Umständen mit ziemlicher Beständigkeit eintretenden Veränderungen des Kohlenstoffgehalts im voraus feststellen. Der Regel nach bedarf man daher keiner Zuschläge, welche auf Vermehrung oder Veränderung des Kohlenstoffgehalts hinwirken, wenn man über verschiedenartige Materialien zu gebieten hat. Sind indessen die Materialien gegeben, so erhöht man den Kohlenstoffgehalt durch Zusatz von Holzkohle¹⁾ oder Spiegeleisen, erniedrigt ihn durch Zusatz von Schmiedeeisen. Man erhält hierdurch Uebergänge zur Kohlenstahl- und zur Flussstahlbereitung.

Diese Zusätze werden der Regel nach auf den Boden des Tiegels gelegt, die Holzkohle in bohngrossen Würfeln, Spiegeleisen in nussgrossen Stücken, Schmiedeeisen in Form kleiner Abschnitzel, am besten in Form von Blech.

Das Verfahren ist hierbei Folgendes:

Schon beim Zerschlagen des Materialstahls lässt sich bei einiger Erfahrung nach dem Augenschein, sonst durch eine colorimetrische Probe über den Kohlenstoff des Stahls ein vorläufiges Urtheil fällen. Hiernach wird von einem grossen, zum Schmelzen vorbereiteten Haufwerke ein und derselben Sorte Materialstahls eine Probeschmelzung mit dem vorkommenden Falls für erforderlich gehaltenen Holzkohlen-, Spiegeleisen- oder Schmiedeeisen-Zusatz veranstaltet. Die Prüfung des aus dieser Probeschmelzung hervorgegangenen Gussstahls giebt nun Belehrung, ob dieselbe Beschickung des Rohstahls beizubehalten oder zu modificiren sei, wonach in einzelnen Fällen eine zweite Probeschmelzung nothwendig erscheinen kann.

Beispiel. In Sollingerhütte wird als Rohstahl ein aus Schmalkalder Roheisen bei Holzkohlen im Herde gefrischtes Product angewendet.

In Folge verschiedener Anforderungen, die an die Qualität des Gussstahls gemacht werden, darf derselbe mit Berücksichtigung der sich gleichbleibenden Zunahme an Kohlengehalt aus der Tiegelmasse entweder gar keinen Zusatz erhalten, um die schweissbare Gussstahlsorte darzu-

¹⁾ An Stelle von Holzkohle ist auch Grafit, thierische Kohle, Rus, Theer, Pech, Petroleum u. s. w. vorgeschlagen worden, von denen nur Theer sich in soweit Eingang zu verschaffen gewusst hat, als zuweilen die Rohstahlstücke vor dem Einsatz in den Tiegel in heissem Zustande darin eingetaucht werden.

stellen, oder der Kohlenzusatz für die weniger schweissbare Sorte wird nach bereits erläuterter Probearbeit ermittelt.

Nach Versuchen über den Kohlenstoffgehalt der beiden Hauptgussstahlsorten hat sich der Kohlenstoffgehalt der schweissbareren Sorte zu 0·83 Proc. ergeben, während die weniger schweissbare Sorte 1·11 Proc. enthält.

Zuweilen müssen zu einem oder dem anderen Zwecke mehrere zwischenliegende Sorten erzielt werden. Es macht dies auch keine Schwierigkeit und gerade darin liegt ein grosser Vortheil der Gussstahlfabrikation.

Zuschläge, welche der Oxydation entgegen wirken. Da mit dem Rohstahl stets Sauerstoff in den Tiegel gelangt, sei es in Form von Oxyd, als Rost oder Hammerschlag, sei es als eingeschlossene Luft, so giebt man vielfach einen wenn auch geringen Zuschlag an Mangan, der auch durch Silicium vertreten werden kann.

Mangan, als Kohlenmangan¹⁾ oder in Form von Manganoxyden mit Zusatz von Kohlenstoff wurde als ein Zusatz beim Gussstahlschmelzen zuerst 1839 von Heath vorgeschlagen²⁾.

Er hoffte dadurch den Gussstahl, welcher bis dahin in England stets in einem unschweissbaren Zustande dargestellt wurde, schweissbar zu machen. In der That gelangte er zu diesem Resultat und seit dem Bekanntwerden des Verfahrens ist es sowohl in Sheffield als anderweit in grossem Maassstabe benutzt worden. Namentlich wurde lange Zeit eine innige Mischung von Manganoxyd und Steinkohlentheer angewendet, welche getrocknet und durch Erhitzung in verschlossenen Gefässen zu Stücken umgeformt war. Ist die Mischung nicht innig, so erfolgt keine Reduction und dann das Gegentheil von dem, was beabsichtigt wurde: Das Mangan zerstört den Tiegel und hindert die Reduction von Silicium. Später ist dann, namentlich in Deutschland, das Spiegeleisen oder das Ferromangan an die Stelle dieser Mischung getreten.

Es erscheint eigenthümlich, dass ein aus Cementstahl allein hergestellter Stahl nicht schweissbar sein sollte, dagegen ein solcher bei Zusatz von metallischem Mangan oder einem sich während der Erhitzung reducirenden Mangan diese Eigenschaft erlangen sollte. Mit Recht bemerkt Percy dazu, dass der mit dem Mangan eingeführte Kohlenstoff unmöglich diese Eigenthümlichkeit hervorrufen könne, da er gerade das Umgekehrte bewirken müsste.

Percy liess in seinem Laboratorium deshalb zwei Stahlstücke, welche in der üblichen Weise in Sheffield, eines mit Zusatz von Mangan, das andere ohne denselben hergestellt waren, von Dick untersuchen — leider wurde der Kohlenstoffgehalt nicht bestimmt. — Sie ergaben:

¹⁾ Siehe Seite 513 und 528. — ²⁾ Improvements in the manufacture of iron and steel. A. D. 1839, April 5. th. No. 8021, vergl. auch Seite 513 und Seite 275.

	I. Stahl ohne Mangan geschmolzen	II. Stahl mit Mangan geschmolzen
Eisen	99·05	99·09
Mangan	0·03	0·10
Silicium	0·24	0·24
Schwefel	0·05	0·07
Phosphor	0·02	0·02
Aluminium	0·12	0·01
Kohlenstoff (nicht bestimmt)	—	—
	99·51	99·53

In No. II. wurden bei der Behandlung von grösseren Mengen auch Spuren von Blei, Zinn und Kupfer gefunden, während No. I. einer solchen Prüfung nicht unterworfen wurde. Beide Stahlsorten lösten sich ohne Rückstand in Chlorwasserstoffsäure. Weder Kalk noch Magnesia konnte entdeckt werden.

Percy ¹⁾ bemerkt hierzu, dass die Wirkung des Mangans in einem Eintritt dieses Stoffs in den Stahl und einer Ausscheidung von Aluminium bestehe, ohne darauf eine Schlussfolgerung zu gründen.

Sanderson drückt sich über die Wirkung des Mangans in einer Mittheilung an Percy folgendermaassen aus ²⁾:

„Das Mangan, welches gebraucht wird, ist soweit ich es kennen gelernt habe, eine Kohlenstoffverbindung dieses Metalls mit einer beträchtlichen Menge Silicium, welches ebenfalls in die Masse übergeht. Es unterliegt keinem Zweifel, dass der Stahl durch diesen Zusatz gleichförmiger in seiner Textur wird, doch glaube ich nicht, dass dies von dem Metalle Mangan herrührt, welches sich mit dem Eisen legirt. Dies ist nur ein Flussmittel, welches sich bei einer hohen Temperatur mit dem Stahl vereinigt und welches, wenn es auch die Gleichmässigkeit des Products veranlassen mag, zweifellos dessen Elasticität beeinträchtigen wird.“

Parry hat später die Eigenschaften eines mit Mangan legirten Stahls untersucht und kam zu dem Resultate, dass Mangan rothbrüchigen Stahl verbessert und zwar in dem Grade, dass Gussstahl, welcher nur bei

¹⁾ Percy erörtert bei dieser Gelegenheit ausführlich den unerquicklichen Patentstreit zwischen dem Erfinder Josiah Marshall Heath und seinem früheren Agenten Unwin, der sich um die Frage drehte, ob es etwas Anderes sei, Kohlenmangan oder Manganoxyd und Kohlenstoff anzuwenden, da Heath in seinem Patente nur das Erstere direct in Anspruch genommen hatte, und entscheidet sich zu Gunsten von Heath, während er doch in einem ganz ähnlichen, nur nicht zur gerichtlichen Cognition gekommenen Falle zwischen Parry und Bessemer sich dahin äusserte, dass es etwas ganz Verschiedenes sei, ob man ein im Hochofen erblasenes Roheisen dem Bessemerproceß unterwerfe oder ein durch Umschmelzen im Kupolofen hinreichend gekohltes Schmiedeeisen. (Siehe Seite 335, 521 und 569.) Wie schwierig ist doch die Entscheidung darüber, was neu und eigenthümlich ist, und wie leicht neigt sich selbst der Unparteiischste dazu, nach Billigkeitsgründen und nicht nach dem Wesen der Sache zu urtheilen. — ²⁾ Percy, Iron p. 847.

dunkler Rothglut gehämmert oder gewalzt werden kann, nach Legirung mit 0·5 bis 1 Proc. Mangan sich bei viel höherer, selbst bei Schweiss-temperatur hämmern und walzen lässt, während die Gegenwart des Mangans in merklicher Menge den Stahl im kalten Zustand brüchiger macht.

Nach dem Seite 521 und 675 Erörterten müssen wir den Nutzen des Mangans, welches in der That sehr allgemein, jetzt nicht sowohl in der Gestalt des Kohlenmangans, als vielmehr in der des Ferromangans und des Spiegeleisens bei der Gussstahlfabrikation benutzt wird, nicht in seinem Uebergange in den Stahl an sich suchen, sondern in der Eigenschaft sich eher mit Sauerstoff zu verbinden, als das Eisen. Wenn daher ein Stahl durch Sauerstoffgehalt rothbrüchig erscheint, wird ein Mangan Gehalt ihn verbessern; ein Stahl, welcher bei dem Versuche ihn zu schweissen durch Oxydation rothbrüchig wurde, wird davor geschützt durch einen Mangan Gehalt, welcher sich oxydirt und unter allmäliger Abnahme bis zu seinem Verschwinden dieselbe Wirksamkeit ausüben wird.

Es sei hier noch bemerkt, dass man das Mangan der Regel nach auf den Boden des Tiegels bringt, ehe man den Stahl einsetzt, zuweilen es aber auch erst zugiebt, nachdem die Schmelzung ziemlich vollständig geworden ist.

Wie Silicium ganz ähnlich wirkt und wie dies aus den Tiegelwandungen reducirt werden kann, ist bereits Seite 681 ausführlich erörtert. Absichtlich giebt man Silicium wohl nirgends als Zuschlag, weil ein Ueberschuss daran, welcher in den Stahl geht, für dessen Eigenschaften weit gefährlicher ist, als ein etwaiger Ueberschuss an Mangan.

Neutrale Zuschläge. Zuschläge, welche keine chemischen Veränderungen hervorrufen, weder kohlend, noch entkohlend, noch reducirend wirken sollen, kommen in Form von eisenfreien Silicaten mehrfach zur Anwendung.

Ein sehr gebräuchlicher sogenannter neutraler Fluss, welcher nur den Zweck hat, in solchen Fällen, in denen zur Untersuchung des Stahls der Deckel entfernt wird, den Luftzutritt abzuhalten, und bei dem hauptsächlich nur darauf zu sehen ist, dass er die Tiegelwandungen nicht angreift, besteht aus:

2	Gewichtstheilen	alter gestossener (Thon-) Tiegel,
1	Gewichtstheil	gebrannten Kalks (Kreide),
1	„	gestossenen Flaschenglases.

Zuschläge zur Verbesserung des Stahls. Die zahlreichen, Seite 257 u. f. mitgetheilten Zuschläge, welche hauptsächlich den Zweck haben sollen, aus einem schlechten Materiale ein gutes Product darzustellen, kommen bei der Gussstahldarstellung auch zum Vorschein, so ausser Braunstein und zahlreichen Mischungen, in denen dieser die Hauptrolle spielt. Kochsalz, Cyankalium, Blutlaugensalz, doppelt chromsaures Kali, Borax, Kalk, Potasche, Soda u. s. w. Ferner gehören hierher

die sogenannten Legirungszusätze, wie Mangan, Wolfram, Titan, Nickel, Aluminium, Gold etc.

Die Möglichkeit, den Stahl mit solchen Stoffen zu legiren ist zum grössten Theil bereits früher ¹⁾ ausführlich besprochen.

Hier möge Folgendes darüber zusammengefasst werden: Stahl und Kupfer in geringen Mengen lassen sich beim Umschmelzen legiren, aber das Kupfer verschlechtert die Eigenschaften des ersteren wesentlich und ruft schon bei 0·5 Proc. Rothbruch hervor ²⁾. Zink ³⁾ verflüchtigt sich, ebenso wie Kadmium vollständig und im Stahl lässt sich davon nichts mehr nachweisen. Proben von angeblichem Kadmiumstahl zeigten bei einer Untersuchung im Laboratorium der Bergakademie zu Berlin keine Spur Kadmium. Mangan lässt sich in allen Verhältnissen mit Stahl legiren, hat in kleinen Mengen keinen nachtheiligen Einfluss darauf, vermindert aber in grösseren Mengen die Festigkeit und erhöht die Härte ⁴⁾. Zinn vermehrt die Härte und wirkt auf feinkörnige Structur, verflüchtigt sich aber zum grössten Theil bei der Umschmelzung ⁵⁾. Titan legirt sich schwer mit Stahl, erhöht dessen Härte, wirkt auf Bildung feinkörniger Structur. Blei bleibt regulinisch auf dem Boden des Tiegels, soweit es sich nicht verflüchtigt, was zum bei weitem grössten Theil geschieht ⁶⁾. Antimon verhält sich ähnlich, jedoch legiren sich geringe Mengen mit dem Stahl, machen ihn härter und kaltbrüchig ⁷⁾. Wismuth verhält sich wie Blei ⁸⁾. Nickel legirt sich leicht mit Stahl, giebt demselben grössere Härte, feineres Korn und einen höheren Schmelzpunkt, welcher leicht bis zur Unschmelzbarkeit der legirten Theile bei der Gussstahlfabrikation steigen kann, so dass das Product in Folge ungleichförmigen Flusses beim Anätzen Damascirung zeigt ⁹⁾. Kobalt verhält sich ebenso ¹⁰⁾. Quecksilber verflüchtigt sich vollständig ¹¹⁾. Silber legirt sich gar nicht mit dem Stahl ¹²⁾. Gold legirt sich leicht mit Stahl, ohne dessen Eigenschaften wesentlich zu ändern ¹³⁾. Platin wirkt ganz ähnlich wie Nickel ¹⁴⁾, ebenso Rhodium und Palladium ¹⁵⁾. Aluminium ist schwer legirt, d. h. unoxydirt im Stahl zu erhalten und scheint keine nachtheiligen Einflüsse zu äussern, vielleicht auf Damast zu wirken ¹⁶⁾. Chrom verhält sich wie Nickel ¹⁷⁾. Wolfram erhöht die Härte, wirkt auf feines Korn und grössere Zähigkeit ¹⁸⁾. Molybdän verhält sich ähnlich dem Wolfram ¹⁹⁾.

Einen praktischen Werth, namentlich einen dem Preise der angewendeten Materialien entsprechenden Nutzen haben bei der Gussstahlfabrikation nur Mangan und untergeordnet Wolfram und Chrom ergeben.

¹⁾ Vergl. Abtheil. I, S. 193 u. f. — ²⁾ Ebendas. — ³⁾ Ebendas. S. 201. — ⁴⁾ Ebendas. S. 211. — ⁵⁾ Ebendas. S. 217. — ⁶⁾ Ebendas. S. 222. — ⁷⁾ Ebendas. S. 224. — ⁸⁾ Ebendas. S. 226. — ⁹⁾ Ebendas. S. 228. — ¹⁰⁾ Ebendas. S. 233. — ¹¹⁾ Ebendas. S. 235. — ¹²⁾ Ebendas. S. 237. — ¹³⁾ Ebendas. S. 240. — ¹⁴⁾ Ebendas. S. 241. — ¹⁵⁾ Ebendas. S. 244. — ¹⁶⁾ Ebendas. S. 245. — ¹⁷⁾ Ebendas. S. 251. — ¹⁸⁾ Ebendas. S. 254. — ¹⁹⁾ Ebendas. S. 263.

Der Vortheil des Zusatzes anderer Metalle ist der Regel nach nicht darin zu suchen, dass sie als Legirung sich mit dem Stahl verbinden, sondern dass dieselben, wie namentlich das Mangan, den Sauerstoffgehalt des Products gänzlich absorbiren und daher unschädlich machen. Es kann daher auch nicht auffallen, wenn zahlreiche, vielfach angepriesene Legirungsstahlarten bei mechanischen Versuchen zwar wirklich vortreffliche Eigenschaften zeigten, bei der chemischen Analyse aber keine Spur des erwarteten Metalls entdecken liessen. Dies gilt sehr oft von Mangan-, Titan-, Wolfram- und Chrom-Stahl. Im übrigen sind die beiden letzteren Metalle, wenn sie wirklich im Stahl vorhanden sind, nicht ohne wichtigen praktischen Einfluss. Da sie nämlich die Härte des Stahls über den Grad hinaus erhöhen, welcher ihm vermöge seines Kohlenstoffgehalts an sich zukommen würde, so lässt sich mit einem solchen Stahle nach seiner Härtung ein anderer sonst gleicher Stahl ohne den Zusatz des betreffenden Metalls noch bearbeiten. So haben sich Wolframstahlmeissel z. B. in solchen Fällen wohl bewährt, in denen es gilt, gehärtete Stahlgegenstände oder Hartgusswaren abzdrehen. Abgesehen von dieser Ausnahme indessen steht der Regel nach die erlangte Eigenschaft in keinem angemessenen Verhältnisse zu dem Werthe des Legirungsmetalls.

Will man einen günstigen Erfolg in Bezug auf die Bildung einer Legirung von vorherbestimmtem Metallgehalt erzielen, so darf man nicht etwa die Reduction dieses Metalls erst im Schmelztiigel vornehmen wollen, sondern muss in den Tiegel, am besten auf dem Boden desselben, das betreffende Metall bereits im regulinischen Zustande einsetzen.

Chemische und physikalische Beschaffenheit des Gussstahls.

Chemische Zusammensetzung. Der Gussstahl einer Krupp'schen Kanone enthielt nach Abel ¹⁾:

Amorphen Kohlenstoff	1·18 Proc.
Silicium	0·33 "
Schwefel	Nichts "
Phosphor	0·02 "
Mangan	Spur "
Kobalt und Nickel	0·12 "
Kupfer	0·30 "
Eisen (Differenz)	98·05 "
	<hr/>
	100·00 Proc.

Gussstahl von St. Etienne enthielt nach einer Analyse aus dem Probebuche der Bergschule zu Falun in Schweden ²⁾:

¹⁾ Analysen des Arsenal's zu Woolwich, Percy Iron, p. 837. — ²⁾ Berg- und Hüttenm. Zeit. 1870, No. 29.

Kohlenstoff	1·00	Proc.
Silicium	0·06	"
Schwefel	0·015	"
Phosphor	0·02	"
Mangan	0·08	"
Kupfer	geringe Spur	

Ein Gussstahl der Inneberger Hauptgewerkschaft aus Kapfenberg in Steyermark, untersucht von M. Lill und A. Eschka ¹⁾, hatte:

Kohlenstoff	0·750	Proc.
Silicium	0·392	"
Schwefel	0·039	"
Phosphor	0·041	"
Mangan	0·392	"
Kobalt und Nickel	0·020	"
Kupfer	0·010	"

Gussstahl von Neuberg-Mariazell, untersucht von M. Lill ²⁾

Kohlenstoff	0·633	Proc.
Silicium	0·364	"
Schwefel	0·023	"
Phosphor	0·049	"
Mangan	0·328	"
Kupfer	geringe Spur	

Gussstahl der St. Egidii und Kindberger Gewerkschaft, untersucht von M. Lill und A. Eschka ³⁾:

Kohlenstoff	0·375	Proc.
Silicium	0·056	"
Schwefel	0·011	"
Phosphor	0·055	"
Mangan	0·164	"
Kobalt	0·025	"
Kupfer	0·050	"

Vereinzelte Bestimmungen in Sheffielder Stahl haben ausser dem selbstverständlich nach den verschiedenen Zwecken variirenden Kohlenstoffgehalte, welcher bis zu 2 Proc. steigt, kaum etwas Anderes als Mangan (unter 1 Proc.) und Silicium (durchschnittlich 0·5 Proc.) nachgewiesen.

Diese sowie alle ähnlichen Analysen haben keine grosse Bedeutung, wenn nicht gleichzeitig die physikalischen Eigenschaften, namentlich die absolute Festigkeit, Torsionsfestigkeit u. s. w. angegeben sind, aus denen sich erst ermitteln lässt, ob und welchen Einfluss die geringen Mengen fremder Bestandtheile haben.

In Legirungsstahlsorten ist, wie schon erwähnt, häufig keine Spur des betreffenden Metalls zu entdecken. So fand der Verfasser in soge-

¹⁾ Oesterr. Jahrb. 1874, S. 392. — ²⁾ Oesterr. Jahrb. 1873, S. 267. —

³⁾ Loc. cit.

nanntem Kadmiumstahl, in angeblich aus Titanstahl bestehenden Rasirmessern, H. Schwarz in Longmaid's Gold- und Platinstahl¹⁾ keine Spur des Zusatzmetalles. In anderem Titanstahl ist wirklich ein Gehalt an Titan, aber nach Gurlt²⁾ höchstens bis zu 0·5 Proc. enthalten.

Auch in einzelnen angeblichen Wolframstahlsorten gelang es dem Verfasser nicht, eine Spur Wolfram zu entdecken, während derselbe in anderen Sorten wechselnde Mengen zwischen 1·5 und 8 Proc. nachweisen konnte³⁾. Gurlt führt die folgende Analyse von Wolframstahl an:

	a.	b.	c.	d.
Wolfram . .	8·3	8·813	8·741	7·98
Kohlenstoff —	—	0·424	0·386	1·40
Silicium . .	—	0·760	0·759	0·24
Mangan . .	1·73	2·575	2·480	—

Die Analysen beziehen sich sämmtlich auf den in Tiegeln hergestellten sogenannten Specialstahl Mushet's. a. ist von Heeren, b. und c. von Gintl und Janowsky, d. von Gruner angegeben.

Physikalische Beschaffenheit. Je gleichmässiger das Korn eines im übrigen blasenfreien Gusses ist, um so vorzüglicher ist bei sonst gleicher chemischer Constitution die Qualität des Stahls, ja man kann der Regel nach ohne weitere chemische Untersuchung die Güte des Stahls nach seinem Korn beurtheilen. Je grösser der Querschnitt des Stahlblockes ist, um so seltener wird die gewünschte Gleichmässigkeit des Kornes erzielt, selbst unter den deswegen ausgezeichneten Blöcken der Krupp'schen Hütte kommen auch solche vor, bei denen eine Verschiedenheit wahrzunehmen ist, und bei denen das Korn nach innen zu gröber wird.

Der frische Bruch eines ungehämmerten Gussstahlbarrens zeigt eine graue, mehr ins Gelbliche als ins Bläuliche spielende Farbe. Auf der Oberfläche befinden sich zahlreiche meist halbkugelförmige Vertiefungen von ganz geringen Dimensionen, deren Oberfläche fast immer irisirt, d. h. also oxydirt ist, oft auch jene streifenförmigen Anordnungen kleiner Tropfen oder Krystalle zeigt, welche im gefeinten Eisen, im Bessemerstahle und in anderen Eisensorten auftreten.

Bei unvollkommenen Güssen setzen sich diese Höhlungen ins Innere fort. Sind sie dort auch oxydirt, so erhält man einen Stahl von geringer Qualität. Zuweilen kommen in der Axe grössere Hohlräume, deren Wände oft mit Krystallen besetzt sind, vor, der Regel nach ein Beweis, dass es an Stahlmasse zum Nachsocken mangelte.

Auf dem Bruche erkennt man deutlich eine gewisse regelmässige strahlige Anordnung, rechtwinklig zu den Abkühlungsflächen, welche nach dem Hämmern verschwindet und auch bei unter Druck erzeugten Güssen fehlt.

¹⁾ Dingl. polyt. Journ. CLXII, 76 und amtlicher Bericht über die Wiener Weltausstellung 1873 (Gurlt). — ²⁾ Loc. cit. — ³⁾ Vergl. auch I. Abtheil.

Obwohl jeder reine Rohstahl einen guten Gussstahl geben sollte, so zeigt doch die Praxis, dass man den besten Werkzeugstahl, d. h. den für feine Schneidwerkzeuge, wie Messer, Scheeren etc., nur aus dem reinsten Rohstahle, d. h. aus Cementstahl herstellen kann.

Für andere Zwecke, wie Radreifen, Achsen, Kanonen, Scheibenräder und dergleichen mehr, ist Cementstahl zwar ebensowohl anwendbar, aber zu theuer, weshalb man dafür Puddelstahl und Bessemerstahl benutzt. Glühstahl, Flammofenstahl u. s. w. wird je nach seiner Reinheit nur für bestimmte Zwecke benutzt.

II. D a s S c h w e i s s e n .

Das Schweißen, beim Stahl Gärben genannt, beruht auf der Vereinigung getrennter Eisentheile schiedbaren Eisens zu einem einzigen Stücke. Bedingungen hierfür sind metallisch reine Oberflächen, Weissglut und Druck.

Nur wo die Eisentheile, welche ebensowohl einzelne Eisenkrystalle, welche vorher locker mit einander verbunden waren, als einzelne, vorher völlig von einander getrennte compacte Eisenstücke sein können, im Augenblicke des Druckes eine vollkommen metallisch reine Oberfläche haben, kann die Vereinigung von statten gehen, weil jeder andere Körper, z. B. eine Oxydhaut, Schlacke, Kohlenstaub u. s. w., die Vereinigung hindern und eine trennende Schicht bilden würde. Die Weissglut ist ferner erforderlich, weil bei dieser Temperatur das schmiedbare Eisen sich in einem mehr oder weniger teigigen Zustande befindet und nur in diesem sich die Unebenheiten der Oberflächen, welche eine ununterbrochene Berührung aller Stellen verhindern würden, ausgleichen lassen. Der Druck ist endlich erforderlich, um diese Ausgleichung und das Aneinanderpressen aller Punkte zu bewirken, gleichzeitig aber auch, um etwa noch vorhandene entfernbar Körper zwischen den Eisentheilen auszupressen.

Da sich jedes Eisen nach seiner Erhitzung bis zur Weissglut in Berührung mit Luft äusserst lebhaft oxydirt und mit einer oft sehr starken Schicht Glühspan ¹⁾ bedeckt, da es aber gleichzeitig praktisch fast unausführbar ist, erhitzte Eisenstücke zusammenzupressen, ohne sie auf dem Wege vom Erhitzungsapparate zu der den Druck ausübenden Vorrichtung der atmosphärischen Luft auszusetzen, so bleibt nichts übrig, als ein Mittel anzuwenden, welches den Glühspan, dessen Bildung nicht zu umgehen ist, wieder fortschafft, und dieses Mittel ist das Singulosilicat des Eisens, welches ²⁾ in geschmolzenem Zustande mit Leichtigkeit bedeutende Mengen Eisenoxydoxydul zu lösen im Stande ist, ohne den

¹⁾ S. a. a. O. Abth. I, S. 75 u. S. 2. — ²⁾ Vergl. S. 10.

flüssigen Aggregatzustand zu verlieren, während das Eisenoxydyl allein sehr schwer schmelzbar ist.

Wenn sich daher nicht etwa zwischen den Eisentheilen selbst von den vorhergegangenen Processen noch hinreichende Mengen eines solchen Singulosilicats befinden, so muss man es künstlich erzeugen. Dies geschieht unter Anwendung von Kieselsäure, dem sogenannten Schweissande, welcher einen Theil des oxydirten Eisens als Oxydul aufnimmt und nach der Sättigung zum Singulosilicat den Rest löst.

Diese so gebildete flüssige Schlacke wird durch den Druck, welcher durch Hämmern, Quetschen oder Walzen auf das zu schweisende Eisen ausgeübt wird, ausgequetscht und hinterlässt metallisch reine Oberflächen, welche sich in demselben Augenblicke berühren, in welchem sie von Schlacke frei werden. Dadurch wird aus den vorher getrennten Eisentheilen ein einziges homogenes Stück, an welchem bei vollkommen gelungener Schweissung nachträglich von der Vereinigungsstelle durchaus nichts mehr zu erkennen ist, weder äusserlich, noch im Bruche, noch an angeschliffenen und angeätzten Schnittflächen. Es ist also die Adhäsion, mit welcher die Eisentheile vor Entfernung der Schlacke aneinanderhängen, durch Entfernung der Schlacke unter geeignetem Drucke in Cohäsion übergegangen.

Man hat mehrfach versucht, den Schweissprocess noch auf andere Weise zu erklären. Scheerer¹⁾ hat behauptet, dass wenn eine dünne Schicht Oxydyl zwischen zwei weissglühenden Eisenstücken liege, dieselbe leicht und schnell durch den Kohlenstoffgehalt der benachbarten Eisentheile reducirt werde. Es werde also an solchen Stellen, wo die Schweissstücke mit einer dünnen oxydirten Haut bedeckt gewesen seien, gewissermaassen Schmiedeisen an Schmiedeisen durch eine Schicht kohlenstofffreien Eisens festgelöthet. Diese Erklärung ist aus zwei Gründen nicht zulässig. Erstens müsste der Vorgang stattfinden können, wenn man versuchte, zwei ganz schlackenfreie Eisenstücke ohne nachträgliche Bildung einer flüssigen Schlacke zu schweissen. Dies ist aber nicht der Fall, vielmehr gelingt die Schweissung nicht, weil das Eisenoxydul für sich zu schwer schmelzbar ist und daher beim folgenden Drucke nicht herausgequetscht wird. Man muss deshalb immer zur Schlackenbildung Zuflucht nehmen und jedermann weiss, wie der einfache Schmied seinen Sandhaufen beim Ambos liegen hat, in den er die weissglühenden Eisenstäbe taucht, ehe er sie behufs des Schweissens aufeinanderlegt und hämmer. Zweitens ist die Oxydhaut viel zu stark, um sich durch den Kohlenstoff des Eisens reduciren zu lassen. Angenommen, es sollten zwei an sich sehr leicht schweisbare Eisenstücke von 0.1 Proc. Kohlenstoffgehalt geschweisst werden, welche bei 5 cm Breite 2 mm Stärke haben und 10 cm lang sind, also je 10 cbcm besitzen, so enthalten beide bei 7.5 specifischem Gewicht, oder einem absoluten Gewicht von $2 \times 75 =$

¹⁾ Lehrbuch der Metall. I, S. 553; confr. auch Abtheil. I, S. 8.

150 g 0·15 g Kohlenstoff. Dieser Kohlenstoff ist im Stande unter Kohlenoxydbildung 0·1125 g Sauerstoff aufzunehmen, welcher unter der Voraussetzung, dass der Glühspan aus Glühoxydoxydul $\left(\begin{matrix} \text{Fe} \\ \text{Fe}_4 \end{matrix} \right) \text{O}_7$ bestehe, 0·337 g Eisen reducirt. Nun bildet sich aber unter gewöhnlichen Verhältnissen mindestens aus 4 bis 5 Proc. des Eisens Glühspan, d. h. es werden 6 bis 7·5 g Eisen oxydirt. Es genügte also der gesammte Kohlenstoff nicht im Entferntesten, um den gebildeten Hammerschlag zu reduciren, vielmehr höchstens für $\frac{1}{20}$ desselben, und man würde selbst dann keine Löthung mehr, sondern ein ganz entkohltes Eisen erhalten müssen.

Eine zweite Theorie des Schweissprocesses ist von Jordan aufgestellt worden ¹⁾. Derselbe hält den Schweissprocess für eine dem Frieren des Wassers ähnliche Erscheinung. Dieses Phänomen besteht darin, dass, wenn zwei oder mehrere Eisstücke bei einer nicht unter oder noch besser über dem Schmelzpunkte liegenden Temperatur gegeneinander gepresst werden, das ihrer schmelzenden Oberfläche anhaftende Wasser an den Berührungsstellen erstarrt und auf diese Weise beide Stücke in eines zusammenfrieren. Jordan vergleicht das Formen von Schneebällen bei eintretendem Thauwetter mit dem Schweissen des Eisens im Puddelofen.

Man erkennt auf den ersten Blick, dass diese Erklärung in keiner Weise auf das Schweissen compacter Eisenstücke passt; denn hier ist nie eine oberhalb, sondern stets eine weit unterhalb des Schmelzpunktes gelegene Temperatur vorhanden. Selbst wenn der teigige Zustand als eine Art flüssigen Aggregatzustandes angesehen werden sollte, ist doch ein Unterschied in der Beschaffenheit der Masse der zu schweisenden Eisenstücke und des schweisenden Verbindungseisens nicht vorhanden und es fällt also jeder Anhalt zu dem Vergleiche fort.

Aber auch für den Schweissprocess der einzelnen im Puddelofen gebildeten Eisen- oder Stahlkrystalle passt die Erklärung durchaus nicht. Williams ²⁾ sagt hierüber ganz richtig Folgendes: „Die Bedingungen sind in beiden Fällen diametral entgegengesetzt. Denn das Zusammenschweissen sowohl des Eisens als auch des Platins geht bei einer bedeutend unter ihrem Schmelzpunkte liegenden Temperatur vor sich, während die erste Bedingung für das Cohären zweier Eisstücke durch Aneinanderfrieren darin besteht, dass sie einer über oder wenigstens nicht unter ihrem Schmelzpunkte liegenden Temperatur ausgesetzt werden müssen. Damit aber der Vorgang des Aneinanderfrierens dem des Aneinanderschweisens analog sei, müsste er bei einer weit unter dem Gefrierpunkte liegenden Temperatur stattfinden. Nun kommt aber bekannt-

¹⁾ Dingl. polytechn. Journ. Bd. 214, S. 163 aus Iron, Juli 1874, S. 34. —

²⁾ Loc. cit.

lich unter solchen Umständen das Zusammenfrieren nicht vor, und kann auch nicht vorkommen; deshalb unterscheidet es sich ganz wesentlich von dem Zusammenschweissen. Hätte man die Entdeckung gemacht, dass zwei oder mehrere in einem Ofen über den Schmelzpunkt erhitzte und im Schmelzen begriffene Eisenstücke cohären, wenn sie gegen einander gepresst werden, und dass diese Cohäsion Folge der trotz der Schmelzhitze des Ofens eintretenden Erstarrung ihrer flüssigen Oberflächen wäre, so könnte von einer Analogie mit dem Aneinanderfrieren schmelzenden Eises die Rede sein, und Jordan's Schlussfolgerung wäre gerechtfertigt. Regelation bedeutet das Wiederfestwerden einer Flüssigkeit oder das Auftreten einer besonderen Cohäsionskraft trotz des flüssigen Zustandes, Schweissen bedeutet das Auftreten einer besonderen Cohäsionskraft zwischen zwei Massen trotz ihres festen Zustandes.“

Eine recht gute Bemerkung fügt Williams hinzu, indem er der durch Reibung an den Berührungsflächen erzeugten Wärme einen Einfluss einräumt: Wir dürfen mit ziemlicher Wahrscheinlichkeit annehmen, dass, während das Aneinanderpressen zweier Stücke feuchten Eises eine Erstarrung der nassen Oberfläche hervorbringt, das Aneinanderpressen zweier Stücke heissen Eisens den entgegengesetzten Erfolg hat, nämlich den einer momentanen Flüssigmachung und hieraus resultirenden Zusammenschweissung der Contactflächen. „Die Wahrscheinlichkeit dieser Erklärung — sagt er — wird durch die Thatsache erhöht, dass durch Druck Wärme entwickelt wird, und es kann daher die Schweisshitze an der Berührungsfläche momentan bis zum Schmelzpunkt sich steigern; nach Beseitigung des Druckes kann hierauf diese dünne flüssige Schicht erstarren und auf diese Weise die Cohäsion als Bedingung des Zusammenschweissens erzeugen. Aber selbst diese Theorie ist meiner Ansicht nach zu gelehrt. Es wird sich wohl eine weit einfachere Erklärung finden lassen, und wir dürfen nicht vergessen, dass, wenn zwei oder mehrere Hypothesen auf eine Reihe von Thatsachen gleich gut passen, die einfachste die beste und gewöhnlich auch die allein richtige ist.“

„Um ein wirkliches Analogon zum Vorgang des Schweissens zu finden, brauchen wir nur an das Zusammenkleben zweier Stücke Schusterpech, Glaserkitt oder Thon zu denken. Diese Substanzen befinden sich in einem zähen, halbflüssigen Zustande und cohären in Folge einer der Mischung und Vereinigung zweier Flüssigkeiten ähnlichen Wirkung. Das Uebergangsstadium des Eisens und Platins aus dem festen in den flüssigen Zustand bildet bei der Temperatur der Schweisshitze ein sehr teigartiger Zustand. Andere Metalle sind nicht schweisssbar, weil sie zu plötzlich aus dem festen in den flüssigen Zustand übergehen. Das in Folge des Latentwerdens der Wärme so langsam schmelzende Eis geht aus dem festen krystallinischen auf einmal in den tropfbarflüssigen Zustand über, ohne einen teigartigen Zwischenzustand zu passiren; deshalb ist es nicht schweisssbar, oder cohäriert nicht wie Eisen bei einer unter seinem Schmelzpunkt liegenden Temperatur.“

Ledebur¹⁾ bemerkt nicht mit Unrecht, dass weit bessere Analoga als Thon, Kitt, welche durch Aufnahme einer Flüssigkeit Adhäsionskraft und Plasticität annehmen, Körper bieten, welche zwischen dem festen und dem flüssigen Aggregatzustande einen langen teigigen Zustand durchlaufen, wie Wachs, Pech und dergleichen mehr, und kommt damit auf die oben angegebene längst von Percy, dem Verfasser und Anderen aufgestellte einfache Theorie wieder zurück.

Die Schweissbarkeit des schmiedbaren Eisens hört kaum ganz auf, aber sie nimmt mit der Zunahme an Kohlenstoffgehalt ab und erreicht schon bei 2 Proc. Kohlenstoff ein so geringes Maass, dass man einen solchen Stahl als unschweisbar zu bezeichnen pflegt. Dieser Mangel rührt allein von dem niedrigen Schmelzpunkt und dem kurzen teigigen Aggregatzustande her, Eigenschaften, welche es sehr schwierig machen, die eng begrenzte zum Schweissen erforderliche Temperatur festzuhalten. Uebrigens ist erfahrungsmässig die Schweisstemperatur des Stahls geringer als die des Schmiedeisens, ein Beweis, dass mit dem Schmelzpunkte auch die Temperatur sinkt, bei welcher der teigige Zustand eintritt.

Bei noch weiter steigendem Kohlenstoffgehalte hört endlich die Schweissbarkeit ganz auf, obwohl sich selbst beim weissen Roheisen noch Spuren davon finden. Das sogenannte Schweissen des Gusseisens, welches man namentlich zur Reparatur gebrochener Walzen anwendet, ist kein eigentlicher Schweissprocess. Hier wird durch lange fortgesetztes Aufgiessen flüssigen Roheisens auf die Bruchstelle letztere bis zur Schmelzung erwärmt und bildet mit dem erstarrenden Eisen dann eine zusammenhängende Masse. Hier fehlt also sowohl Druck als Herstellung einer oxydfreien Oberfläche. Es findet hier vielmehr derselbe Vorgang statt, wie beim Aufschmelzen von Glasperlen und ähnlichen Verzierungen auf ein fertiges erstarrtes Glas.

Im Folgenden werden zuvörderst die Apparate zum Erhitzen des zu schweisenden Eisens, die Schweissfeuer und Schweissöfen, sammt den Arbeiten an diesen Apparaten, sodann die Vorbereitung des Eisens durch Packetirung oder Garbenbildung beschrieben werden. Die letzte Arbeit, die Ausübung des Druckes durch Hämmern, Quetschen und Walzen, wird als gleichzeitig mit einer Formgebung verbunden erst im folgenden Kapitel behandelt.

Die Schweissfeuer und Schweissöfen.

Die Erhitzung des Eisens vor dem Schweissen geschieht theils in directer Berührung mit nicht flammenden Brennmaterialien, Holzkohle, Koks oder Steinkohle, unter Verbrennung durch Gebläseluft, theils in der

¹⁾ Berg- und Hüttenm. Zeit. 1875, S. 45.

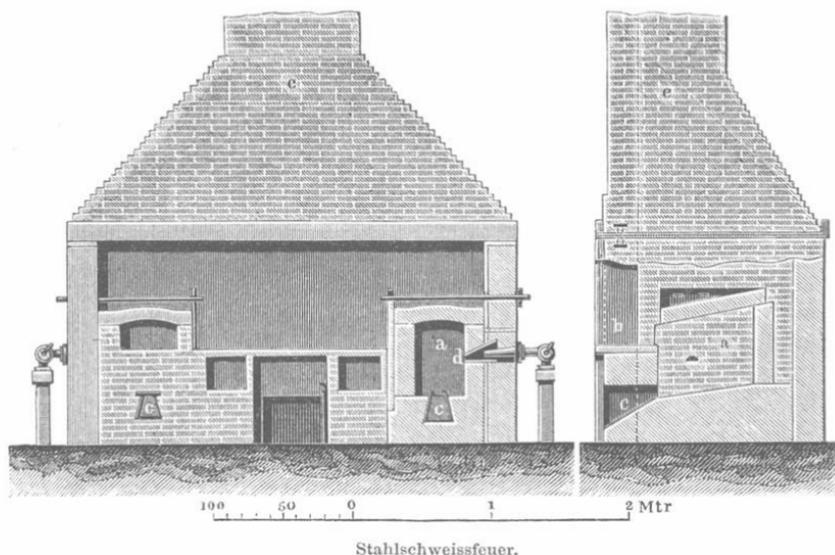
Flamme eines festen oder gasförmigen Brennmaterials unter Benutzung von Zugluft. Im ersteren Fall benutzt man grubenförmige Apparate, welche Schweißfeuer oder Schweißherde genannt werden, im letzteren Flammöfen, welche kurzweg Schweißöfen heissen. Im Allgemeinen kommen die Schweißöfen besonders dann zur Anwendung, wenn es nicht darauf ankommt, den Kohlungsgrad des Eisens genau festzuhalten, also für Schmiedeisen, während die ersteren besonders zum Gärben des Stahls, aber auch überall zum Schweissen einzelner Stellen eines im Uebrigen fertigen Eisenstückes, z. B. der Verbindungsstelle eines aus einem gebogenen Stabe hergestellten Radreifens, der Verbindung von Speichen und Nabe und dergleichen mehr, dienen. Alle diese Apparate müssen eine möglichst schnelle Erhitzung zur Schweißtemperatur gestatten, um den Verlust durch Oxydation auf das geringste mögliche Maass zu beschränken.

Die Schweißfeuer.

Holzkohenschweißherde. Bevor Eisenstücke, welche aus einem Herdfrischprocesse herrühren und meist in Form von Schirbeln ¹⁾ durch Zerkleinerung des Deuls gewonnen sind, in Stabform ausgehämert werden, müssen sie nochmals erhitzt werden, um sie auf eine Tem-

Fig. 201.

Fig. 202.

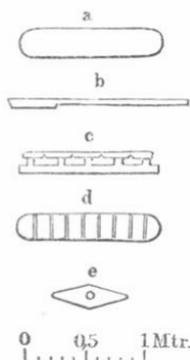


peratur zu bringen, bei welcher die noch eingeschlossene Schlacke flüssig wird. Dies geschieht bei der Dreimalsschmelzerei ²⁾ in

¹⁾ Vergl. S. 595. — ²⁾ S. 58.

demselben Feuer, in welchem das Roheisen niedergeschmolzen wird, zwischen Holzkohlen. Bei der Zweimal- und Einmalschmelzerei¹⁾ wendet man dagegen ganz analog eingerichtete besondere Holzkohlenherde an. Für Stahl benutzt man kleinere Feuer und überwölbt

Fig. 203.



häufig den Herd, so^c dass ein kastenartiger Schweissraum entsteht, aus welchem die Flamme durch die Einsetzöffnung entweicht, ohne dass Luft eindringen kann. Ein solches Schweissfeuer ist in Fig. 200 und 201 (a. v. S.) abgebildet. In den Schweissherd *a* mündet die Windform *d*. Das Gewölbe *f* schliesst den Raum nach oben ab, und lässt die Zugangsöffnung *e* frei, durch welche von der Arbeitsplatte *b* aus der Stahl eingeschoben wird. Die Schweissenschlacke wird durch die Oeffnung *c* abgelassen²⁾.

Koksschweissherde. Für das Schweißen bei Koks wendet man häufig den gewöhnlichen Schmiedfeuern ganz gleiche Herde an. Eine besondere Art bilden indessen die Hohlfeuer (*Hollow fires*), welche bei der Darstellung der zu verzinnenden Eisenbleche

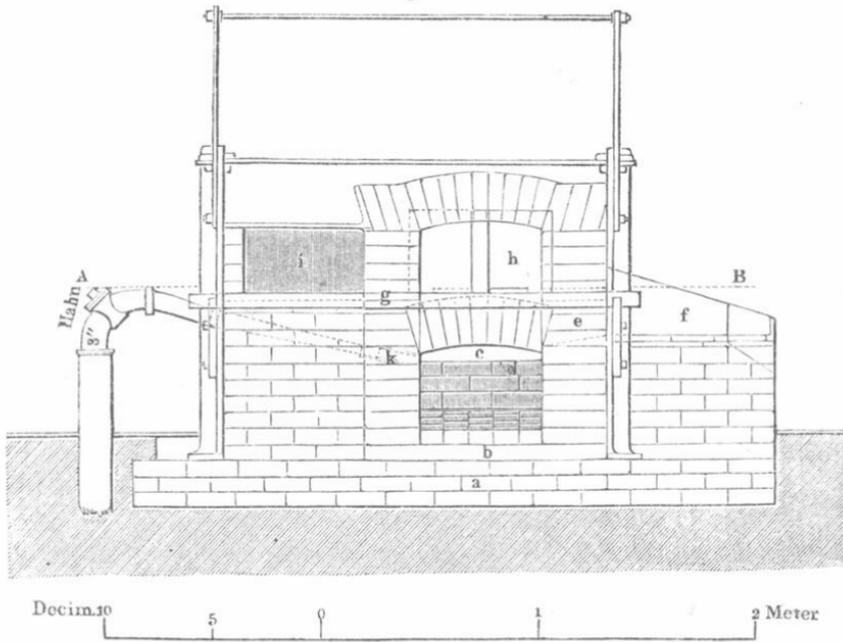
in Südwaales zuerst Anwendung gefunden zu haben scheinen.

Der durch den Seite 73 beschriebenen Herdfrischprocess erzielte Deul wird bei der Zängearbeit (Seite 395) zuvörderst in einen flachen Kuchen *a* (Fig. 203) von 4·5 bis 6 cm Stärke ausgehämmt, welcher dann durch ein Setzeisen *b* an 7 bis 8 Stellen eingehauen wird, wie Fig. *d* zeigt. Der Kuchen wird in Wasser abgelöscht, dann auf einen mit vorspringenden Rippen versehenen Ambos gelegt, wie Fig. *c* darstellt, und vermittelt eines Keilhammers *e* in entsprechende Stücke (Schirbeln, stamps) zerschlagen.

Diese Schirbeln, deren jeder circa 13 Kg wiegt, werden nun in den Hohlfeuern, welche in den Figuren 203 bis 205 nach Percy³⁾ abgebildet sind, auf Schweisshitze gebracht. Der Herd erhebt sich auf einem Sockel *a*, auf dem die geneigten und von einer Schicht feuerfester Steine bedeckten Herdplatten *b* (Fig. 204 und 206) liegen, darüber erheben sich die oft durch eine niedrige Scheidewand *d* getrennten Herde, welche von aussen durch überwölbte Oeffnungen *e* zugänglich sind, um Rückstände von Schlacke, unverbrannten Koks u. s. w. ausräumen zu können. Diese Oeffnungen werden während des Betriebs verloren zugemauert. Die Koks werden durch das Feuerloch *e* aufgegeben. Die Platte *f* dient zur Ansammlung von Koks. Die zu schweisenden Eisenstücke werden von der Seite durch die Thüren *h* eingeführt und ruhen auf den Vorplatten *g* auf. Ehe sie indessen in den eigentlichen Schweissherd kommen, werden sie in den Räumen *i*, welche durch die Füchse *l* mit den ersteren in Verbindung stehen, vorgewärmt. Die Formen *k* führen den Verbrennungswind zu.

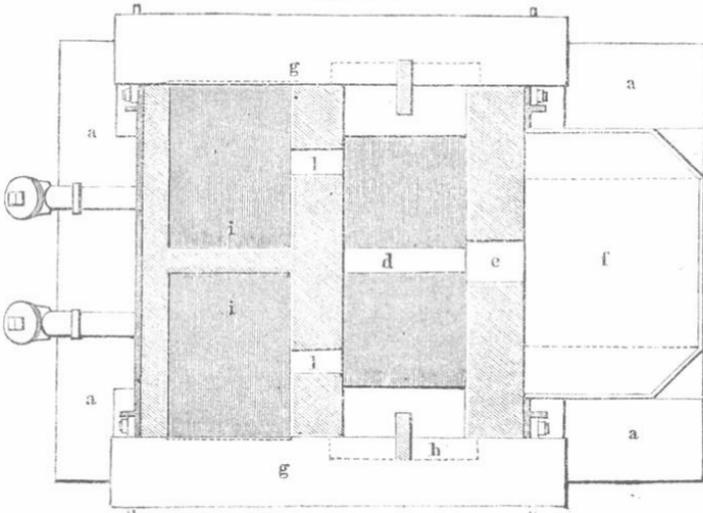
1) S. 12 u. 84. — 2) Kerl, Metallurgie, Bd. III, Taf. VII. — 3) Iron p. 587.

Fig. 204.



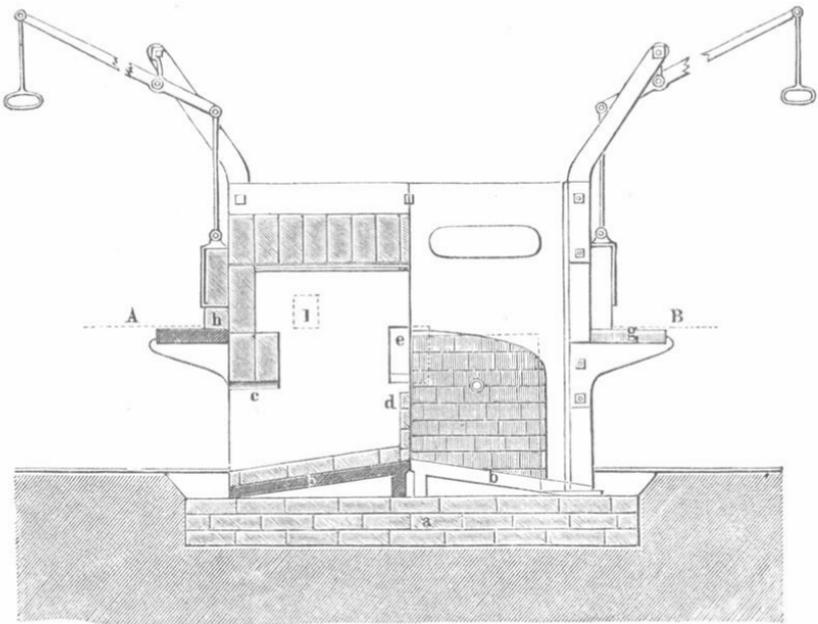
Ansicht.

Fig. 205.

Grundriss nach *AB* Fig. 204 u. 206.

Englisches Hohlfeuer.

Fig. 206.



Verticalsechnitt und Seitenansicht.

Die Behandlung der Schirbeln in diesen Feuern ist folgende: Dieselben werden auf eine schaufelartig ausgeschmiedete, ca 1·20 m lange Eisenstange derselben Qualität gelegt, und zwar in Mengen von je

Fig. 207.

Fig. 208.



Fig. 209.



Fig. 210.



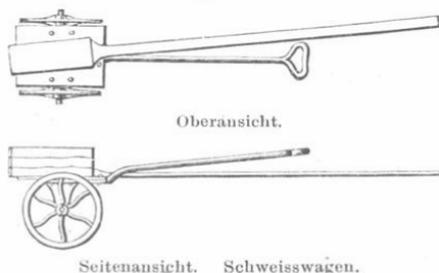
ca. 40 Kg, in Schweisshitze gebracht und in flache Stäbe von 16 cm Breite und 7 bis 8 cm Stärke ausgehämert, so dass nur das Schaufelstück S (Fig. 207 und 209) übrig bleibt, welches nachher wieder unter Zuhilfenahme eines Stücks Stab schaufelartig für den folgenden Schweissprozess ausgeschmiedet wird. Das geschweisste Stück wird in der Mitte eingehauen und umgebogen (doubled), wie Fig. 208 und 210 zeigen ¹⁾. Es folgt nun eine zweite Schweissung und wiederholtes Aushämmern.

¹⁾ Ebenezer Rogers, on the Manufacture of Tin Plates p. 16. Proceedings of the South Wales Institute of Engineers, Jan. 1857.

Dann wird der Schweissblock auf einem zweirädrigen Wagen zum Walzwerk geführt (Fig. 210), vom Stabe abgeschnitten und ausgewalzt.

Steinkohlenfeuer. Für alle Eisenarten, welche nicht eine ganz besondere Qualität haben sollen, ist Holzkohle und Koks zu theures Brennmaterial.

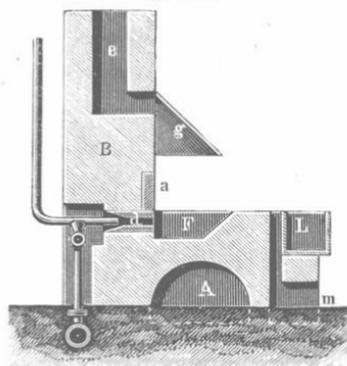
Fig. 211.



Man wendet dann Steinkohle an. Die Schweissfeuer weichen nicht von den gewöhnlichen Schmiedefeuern ab. Sie bestehen aus einer gemauerten oder mit eisernen Platten ausgesetzten Grube, lehnen sich an eine Gebäudewand und erhalten

den Wind von der Rückseite durch eine Form, welche in der Mauer liegt. Die Verbrennungsgase gehen in einen Rauchmantel, der mit der Esse in Verbindung steht. Ein Wasserkasten an der Vorderseite dient zur Kühlung. Der Schweissand liegt vor dem Herde auf der Hüttensohle angehäuft.

Fig. 212.



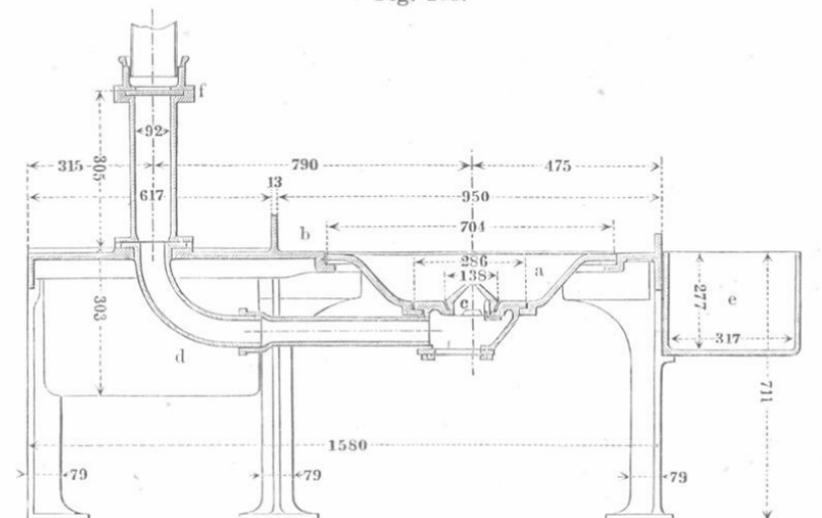
Steinkohlenschweissfeuer.

Ein solches Feuer ist in der Figur 212 abgebildet. Der Herdraum *F* befindet sich in einem unterwölbten Mauerklötz *A* und lehnt sich an die Hüttenwand *B*, in der sich die Esse *e* befindet. Die Form *d* ist durch den Hinterzacken *a* geführt. *L* ist ein Wasserkasten ¹⁾. Für grössere Stücke empfiehlt sich ein freistehendes Schweissfeuer, wie es in den Figuren 213 und 214 (a. f. S.) in $\frac{1}{20}$ nat. Grösse nach einer Construction von

Rotter ²⁾ dargestellt ist. Das Feuerbecken *a* hat eine vierseitig pyramidale Form und wird von einem aus 6 Füssen versehenen Rahmen *b* getragen. Die Windzuführung erfolgt vom Boden aus central durch die mit einem oder zwei Schlitz versehenen Düse *c*. Kohlenkasten *d* ist rückwärts, Löschtrog *e* an der Vorderseite angebracht. Bei *f* befindet sich ein Regulierungsschieber für den Windstrom. Solchen Feuern kann man

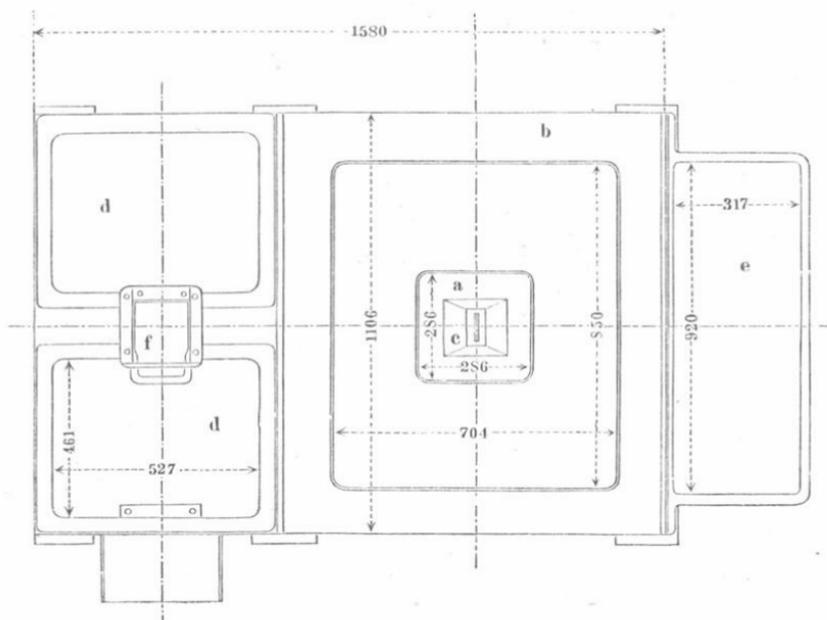
¹⁾ Vergl. Hoyer, Lehrbuch der Technologie I, S. 136. — ²⁾ Amtlicher Bericht über die Wiener Weltausstellung im Jahre 1873, Heft VIII, S. 67 (Berichterstatler Hartig).

Fig. 213.



Verticalschnitt.

Fig. 214.



Obere Ansicht.

Freistehendes Schweißfeuer.

leicht eine Form geben, welche dem zu schweisenden Eisenstück angepasst ist, z. B. für Räder eine Kreis-, für Radreifen eine Ringform und dergleichen mehr.

Die Bewartung eines Steinkohlenfeuers erfordert einige besondere Kunstgriffe. Zwar kann man es ohne diese mit anthracitischen oder mageren Steinkohlen betreiben, aber besser sind immer backende Steinkohlen. Diese werden so aufgeschüttet, dass sie bei der Erhitzung eine feste Haube bilden, welche zwischen sich und den auf dem Boden befindlichen herabgehenden Stücken, die bereits verkocht sind, einen freien Raum lässt, in dem die Erhitzung des Eisens stattfindet. Die Haube wird von aussen durch Wasser, welches aus dem Löschtrog *e* entnommen und mittelst eines Besens (Löschwedels) überggespritzt wird, kalt erhalten, brennt daher nur von innen ab und wird entsprechend durch frische Kohlen von oben wieder verstärkt. Auf diese Weise wird ein solches Feuer zu einem Koksfeuer umgestaltet und gestattet das Eisen ohne directe Berührung mit der Steinkohle zu erhitzen. Da wo das zu schweisende Eisen eingeführt wird, muss die Haube durchstochen werden; die Ränder der gebildeten Oeffnung werden aber wieder mit Kohlenklein zugeschüttet. Soll ein solches Feuer in Betrieb gesetzt werden, so füllt man es zuvörderst ganz mit Koks oder einem nicht backenden Gemenge von Koks und Steinkohle, bedeckt es mit backender Kohle und brennt allmählig die Koks im Innern fort, wobei sich ohne Schwierigkeit die Haube bildet.

Die Schweissöfen.

Die Schweissöfen bestehen, wie alle Flammöfen, aus drei Haupttheilen, nämlich der Feuerung, dem Herde und der Esse. Die Feuerung kann, wenn ein gasförmiges Brennmaterial verwerthet wird, ganz getrennt angelegt sein und gleichzeitig viele Apparate bedienen, ist aber sonst stets und auch öfters bei Benutzung von Gasen direct mit dem Ofenkörper verbunden. Die Flamme schlägt durch das Flammenloch in den zweiten Haupttheil, den Herdraum, welcher durch das meist geneigte Gewölbe nach oben, durch die Herdsohle nach unten und durch die von den Arbeitsthüren durchbrochenen Vorder- und Rückwände nach den Seiten begrenzt ist. Gegen die Feuerung schliesst den Herd eine Feuerbrücke ab. Der Herd besteht immer aus Sand, welcher das nöthige Kieselsäurematerial zur Schlackenbildung hergiebt. Derselbe ruht zwar oft auf eisernen Platten, liegt aber häufig auch auf Mauerwerk, um eine Abkühlung möglichst zu vermeiden. Aus demselben Grunde fehlt auch vielfach jede Kühlung der Feuerbrücke. Mit der Esse ist der Herdraum durch den abwärts gehenden Fuchskanal verbunden, welcher, abweichend von den Puddelöfen, der Regel nach nicht durch eine Brücke vom Herde getrennt ist. Die Esse ist mit einem Temper (Regulirungsklappe) versehen.

Die Figuren 215 bis 225 zeigen die Einrichtung eines einfachen Schweißofens nach Zeichnungen, welche von Percy ¹⁾ mitgeteilt und von Arkinstill dem Betriebsführer der Bromford-Eisenhütte ausgeführt worden sind.

Der Feuerraum ist durch einen Planrost in zwei Theile getheilt,

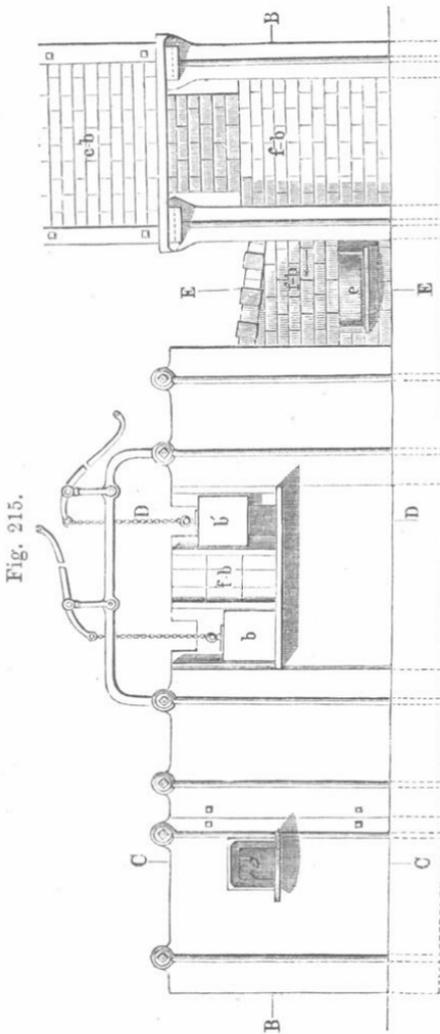
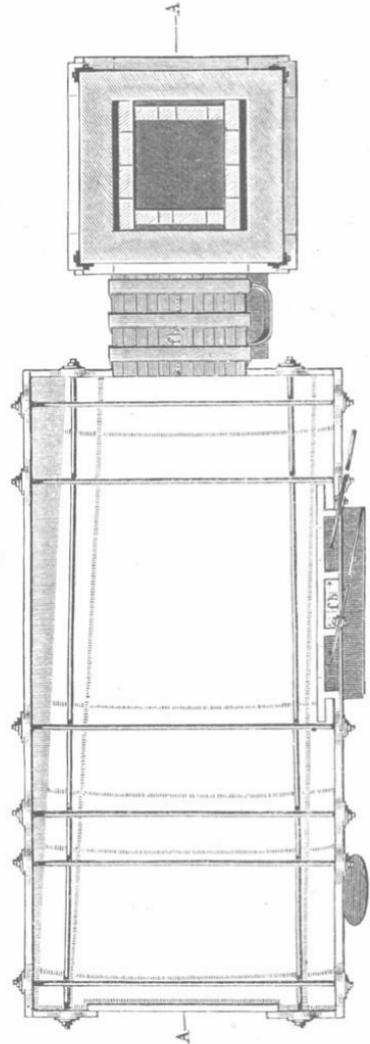


Fig. 215.

Schweißofen. Ansicht von der Arbeitsseite.

Fig. 216.

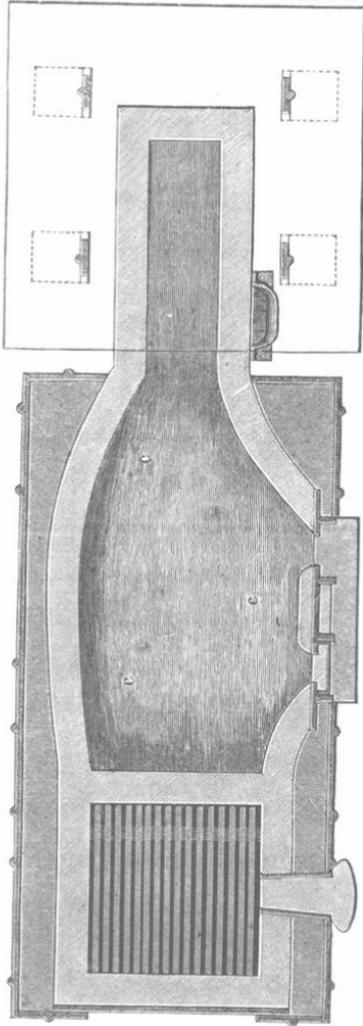


Oberansicht und Grundriss der Esse.

deren unterer als Aschenfall dient, und erhält seine Speisung durch das Schürloch *a* (*Fire- oder stoke-hole*, Fig. 220). Der mit Sandboden

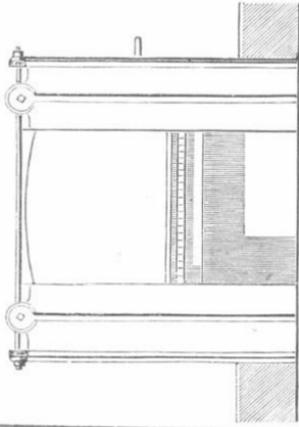
¹⁾ Iron p. 713.

Fig. 217.



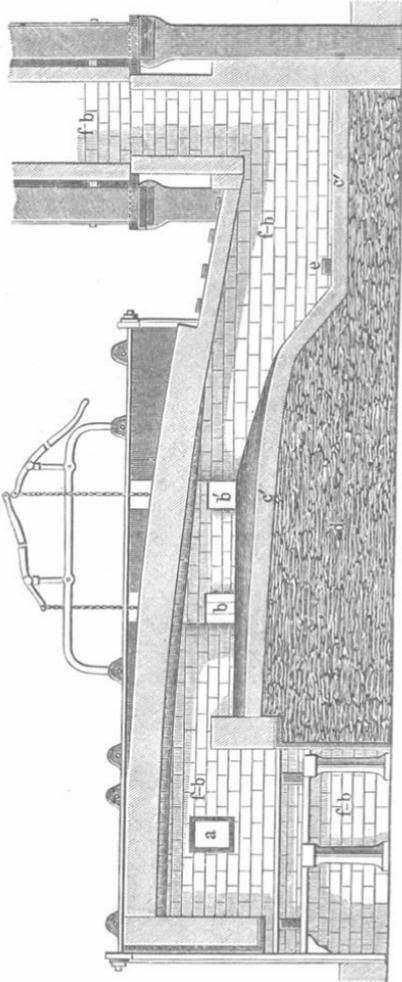
Horizontalschnitt nach BB (Fig. 215).

Fig. 218.



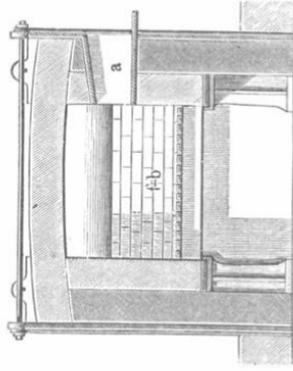
Endansicht von der Feuerung.

Fig. 219.



Vertikalschnitt nach AA (Fig. 216) in umgekehrter Lage.

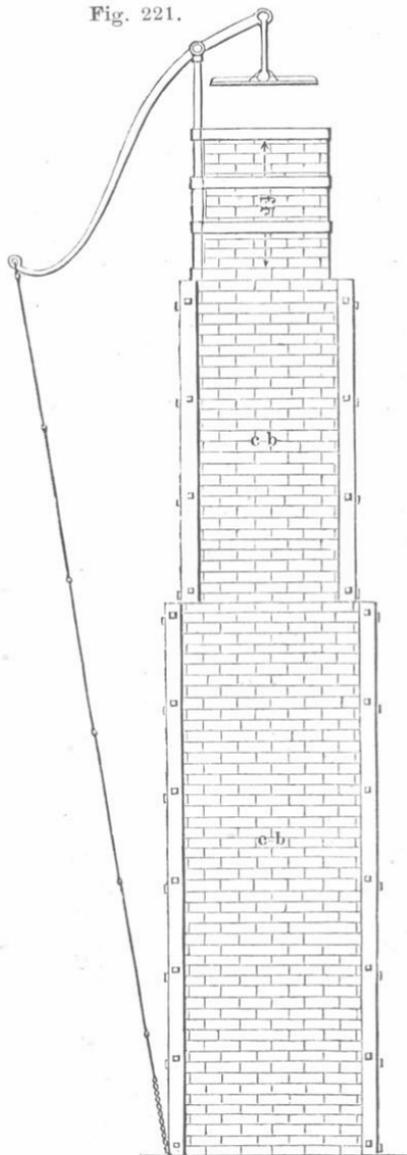
Fig. 220.



Vertikalschnitt nach CC (Fig. 215).

(Sand bottom) $c c'$ verschene Herd ist durch zwei Arbeitsthüren $b b'$ (*working doors*) zugänglich und ruht auf einer Aufschüttung d aus Bruch-

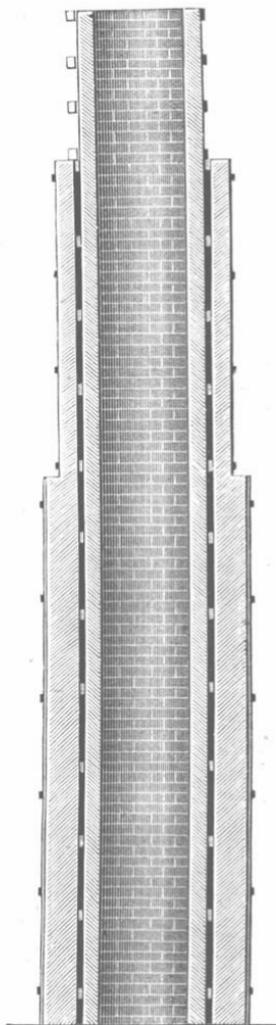
Fig. 221.



Ansicht.

Schweissofenesse.

Fig. 222.



Verticalsechnitt.

stücken von feuerfesten Ziegeln u. s. w. Die Schlacke fließt in dem geneigten Fuchse abwärts, und gelangt durch die Oeffnung e (*cinder-hole*)

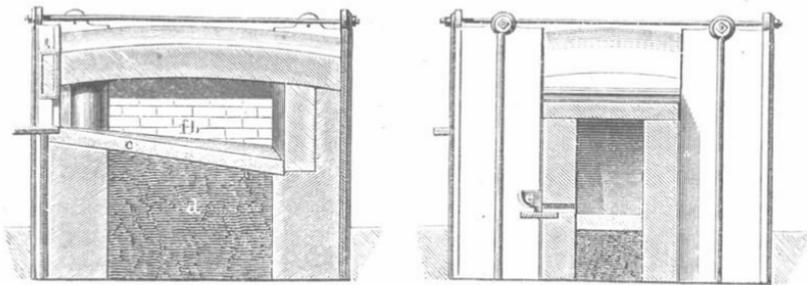
auf die Hüttensohle, wo sie sich in einer Grube ansammelt. In den sämtlichen Zeichnungen bezeichnet die Bezeichnung *f-b* (*fire-brick*) das innere aus feuerfesten Steinen hergestellte Kernmauerwerk, *c-b* (*common brick*) das äussere aus gewöhnlichen Ziegeln erbaute Raubgemäuer.

Der Herd.

Horizontalquerschnitt. Der Horizontalquerschnitt des Herdes richtet sich in erster Linie nach Grösse und Menge der darin zu erhitzen-

Fig. 223.

Fig. 224.

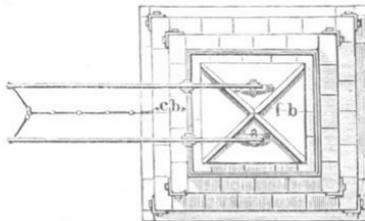
nach *DD*

Verticalsechnitt

nach *EE*

(Fig. 215).

Fig. 225.



Oberansicht der Esse mit Temper.

Decimet. 10 5 0 1 2 3 4 5 Meter

Maassstab für die Figuren 215 bis 225.

den Eisenstücke oder Packete. Seine Breite von der Arbeitsseite bis zur Rückwand entspricht der Länge der einzelnen Eisenstücke oder Packete, seine Länge der Summe der Breiten, einschliesslich der zum Anpacken durch die Zange nöthigen Zwischenräume. In letzterer Beziehung ist ausserdem die Art der Arbeit von Einfluss, welche entweder fortlaufend oder unterbrochen geführt wird. Im ersteren Falle rücken während der Erhitzung die Eisenstücke oder Packete allmählig von den kühleren

Theilen des Fuchses zu den heissesten an der Feuerbrücke, von wo sie entfernt werden, um zu dem Hammer oder den Walzen zu gelangen, während jedes herausgenommene Stück durch ein frisches am Fuchse ergänzt wird. Hier muss also der Herd eine solche Länge haben, dass mit dem Durchlaufen desselben die Erhitzung vollendet ist. Bei der unterbrochenen Arbeit dagegen wird der ganze Herd gleichzeitig besetzt und nach der Erhitzung werden die sämtlichen Eisenstücke oder Packete verarbeitet, ehe ein neuer Einsatz erfolgt. Hier ist also die Länge des Herdes an sich gleichgültig und nur von einer zweckmässigen Vertheilung der Hammer- und Walzarbeit abhängig.

Der Regel nach hat die Vorderseite des Ofens zwei Arbeitsthüren, deren Grösse dem Querschnitt der Eisenstücke oder Packete entsprechen muss. Seltener sind Doppelöfen, welche zwei gegenüberliegende Arbeitsseiten besitzen. Ausnahmsweise liegt der Herd zwischen zwei Feuerungen, während die abgehende Flamme durch Oeffnungen in der Sohle oder im Gewölbe entweicht.

Verticalschnitt. Der Herd ist mehr oder weniger horizontal. Er besitzt nur eine geringe Neigung nach der Breite und Länge, um überflüssiger Schweissschlacke einen leichten Abfluss zu gestatten. Der Regel nach geht die Neigung einerseits nach der Rückwand, andererseits nach dem Fuchse zu, wie dies aus den Figuren 218 und 223 ersichtlich ist.

Das Gewölbe zieht sich entweder ganz horizontal oder etwas zum Fuchse geneigt darüber hin.

Absolute Grösse des Herdes. Mittlere Dimensionen, wie beim Puddelofen, kann man für Schweissöfen nicht angeben, da dieselben für die einzelnen Zwecke in Länge, Breite und Tiefe sehr von einander abweichen.

Es wird daher im folgenden Abschnitt bei den einzelnen Fabrikationszweigen das Erforderliche mitgetheilt werden.

Für Handeisen, d. h. die gewöhnlichen Formen des Stabeisens, pflegt der Herd ungefähr 1 bis 1.9 m. lang und 1 bis 1.5 m. breit zu sein, während das Gewölbe im Scheitel 50 bis 60 cm darüber liegt.

Der Sandherd. Der Herd, welcher etwa 20 cm Dicke erhält, besteht aus Sand. Dieser Sand muss unschmelzbar, frei von Kalk, Alkalien, Schwefelkies und organischen Beimengungen sein, und ein feines Korn besitzen. Eine geringe Frittung bei sehr hoher Temperatur ist erwünscht, da sie zur Haltbarkeit des Herdes beiträgt. Solcher Sand ist meistens leicht zu beschaffen, sei es, dass er als lockerer Diluvial- oder Alluvialsand vorkommt, oder dass er durch Pochen von Sandstein erhalten werden muss. Ein Waschen mit Wasser vor der Verwendung ist meist erforderlich, um ein gleichmässiges Korn zu erlangen und leichtere organische Substanzen zu entfernen. Seltener geht ein Waschen

mittelst verdünnter Salzsäure der Verwendung voraus, um die löslichen Bestandtheile zu entfernen.

Die Reparatur des Herdes erfolgt, so oft derselbe von Schlacke vollgeseogen ist, durch Losbrechen der obersten Kruste und Ergänzung durch frischen Sand, der fest aufgeschlagen und an der Oberfläche gefrittet wird.

Die Feuerung.

Die Anlage einer guten Feuerung ist für Schweissöfen weit leichter, als für Puddelöfen, weil es bei jenen nicht darauf ankommt wechselnde, sondern nur gleichbleibende, wenn auch möglichst hohe Temperaturen zu erzielen. Die einzige Schwierigkeit bietet sich hier nur in den Fällen, wo es wesentlich ist, einen bestimmten hohen Kohlenstoffgehalt zu bewahren, d. h. also z. B. Feinkorn oder Stahl zu schweissen. In diesem Falle muss eine Oxydation vermieden werden, daher die Flamme reducirend gehalten werden. Dies ist einfacher bei Gasfeuerungen durchzuführen, bei denen durch Ueberschuss des Gases gegen die Verbrennungsluft das Ziel ziemlich vollständig erreicht werden kann, als bei directer Feuerung, bei der nur durch unvollkommene Verbrennung unter starker Rauchentwicklung das gewünschte Resultat und dann selbst nur unvollkommen zu erlangen ist.

Hinsichtlich der Anlage im Allgemeinen kann auf die für die Puddelöfen angegebenen Einrichtungen (S. 147 u. f.) verwiesen werden.

Man ist mit Recht bemüht gewesen, an die Stelle der einfachen directen Feuerung, welche eine unvollkommene Ausnutzung der Wärme und ungleiche Temperaturen ergibt, eine solche zu setzen, welche bei besserer Ausnutzung eine ganz gleichförmige Erhitzung gestattet und dann stets auf die Vergasung des Brennmaterials gegründet ist.

Es sind aber hier zwei Wege eingeschlagen worden, welche gegenwärtig noch im Kampfe miteinander um den Sieg streiten und unter denen bei der Mangelhaftigkeit unserer Mittel die wirklich benutzten Wärmemengen zu messen und mit den theoretisch erzeugten zu vergleichen sich gegenwärtig noch keine Entscheidung treffen lässt.

Der erste Weg führt auf die Benutzung der Abhitze des Ofens in Regeneratoren, welche sich nicht von den bei den Puddelöfen (S. 178) beschriebenen unterscheiden, und den Zweck haben, entweder Heizgas und Verbrennungsluft oder eines von beiden vorzuwärmen, wobei eine anderweite Verwerthung der Abhitze, also namentlich zur Dampferzeugung ganz oder grösstentheils ausgeschlossen ist.

Der andere Weg führt auf Vorverbrennungskammern, welche gleichzeitig als Wärmespeicher dienen. In diesem Falle wird das in besonderen Generatoren oder in einer mit dem Ofen direct verbundenen Feuerung erzeugte Gas in einem Raume verbrannt, dessen Wandungen eine grosse Menge Wärme aufzunehmen im Stande sind. Bis diese

Wärmemenge wirklich aufgenommen ist, wird daher vergeblich gefeuert, nachher aber dient diese Wärme als Regulator; sinkt die Verbrennungstemperatur, so wird Wärme abgegeben, steigt sie, so wird die Differenz wieder ausgeglichen. Bei dieser Art der Feuerung kann die Abhitze des Ofens weiter zur Dampferzeugung oder auch noch zur Vorwärmung der Verbrennungsluft verwendet werden. Oft pflegt man noch die die Wärme aufspeichernden Wandungen mit Kanälen zu versehen und die Verbrennungsluft darin zu erwärmen, jedoch führt dies leicht zu einer Beeinträchtigung des ursprünglichen Zwecks.

Man sieht wohl, dass hinsichtlich der Temperatur beide Arten von Feuerungen das Gleiche leisten müssen; denn ein bestimmtes Brennmaterial giebt bei seiner vollkommenen Verbrennung eine ganz bestimmte Wärmemenge, welche sich unter der Voraussetzung fehlender Verluste durch Strahlung und Leitung in einer ebenfalls ganz bestimmten Temperatur der Verbrennungsproducte ausdrücken muss. Bei einer Regeneratorfeuerung wird der Wechsel in den Temperaturen, welcher bei den praktischen Unvollkommenheiten der Verbrennungsapparate unausbleiblich ist, von der nach der Benutzung aus den abgehenden Gasen aufgespeicherten Wärme ausgeglichen, bei der Vorverbrennungskammer dagegen durch die vor der Benutzung aufgespeicherte Wärme.

Vielleicht macht ein Vergleich mit der Dampfmaschine den Unterschied, der häufig ganz verkannt wird, klar. Die Vorverbrennungskammern sind dem Schwungregulator zu vergleichen, welcher die Drosselklappe in der Dampfzuleitung regulirt, die Regeneratoren dem Schwungrad, welches die ungleichförmig vertheilte Kraft ausgleicht.

Die Regeneratorfeuerungen sind bei den Puddelöfen hinreichend erläutert. Feuerungen mit grossen Verbrennungsräumen, wie der Boëtius'sche Generator für Braunkohlen und der Müller'sche Heizpult, welche Seite 165 beschrieben sind, bilden einen Uebergang. Aehnliches gilt auch von der Feuerungseinrichtung Stanley's¹⁾, welcher einen grossen überwölbten und durch eine dachförmige Zwischenwand getrennten Doppelrost anwendet, zu welchem die Verbrennungsluft durch zahlreiche Schlitzlöcher von allen Seiten zugeführt wird.

Hierhin gehört endlich auch die Bicheroux'sche Feuerung²⁾, welche aus einem sehr grossen 2.5 m breiten, 2 m langen, mit viertheiligem Roste versehenen Generator besteht, der seine Gase zuvörderst in einen langen, sich allmähig auf 0.55 m verengenden Kanal abgiebt, aus dem sie durch einen verticalen Kanal, in welchem die Verbrennung stattfindet, in den Ofen gelangen, wie die Figuren 226 und 227 zeigen³⁾.

Eine weniger richtige, aber auch hierhin gehörige Anordnung ist die der Ponsard'schen sogenannten beständig wirkenden Regeneratoren,

¹⁾ Mechan. Magazine, Oct. 1872, S. 329 und Kerpely, Fortschritte VIII bis X, S. 442. — ²⁾ Berg- und Hüttenm. Zeit. 1874, S. 434. — ³⁾ Vergl. Berg- u. Hüttenm. Zeitung 1874, Taf. II.

welche auch Sellers bei seinen in den Figuren 112 bis 114 (Seite 308 bis 310) abgebildeten rotirenden Puddelöfen benutzt hat.

Hier wird die Abhitze lediglich zur Erwärmung der Verbrennungsluft benutzt, wie die Figuren 228 und 229 (a. f. S.) zeigen.

Die Gase der Feuerung, welche einen ziemlich grossen Raum, der daher allerdings als Wärmespeicher dient, durchziehen, treten an der Feuerbrücke mit Luft zusammen, welche durch die Abhitzgase, denen sie durch zahlreiche Kanäle entgegenströmt, erwärmt ist. Die Luft geht

Fig. 226.

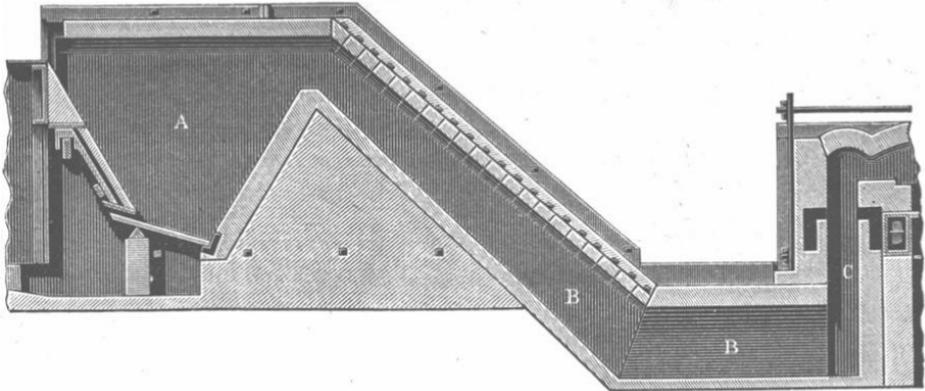
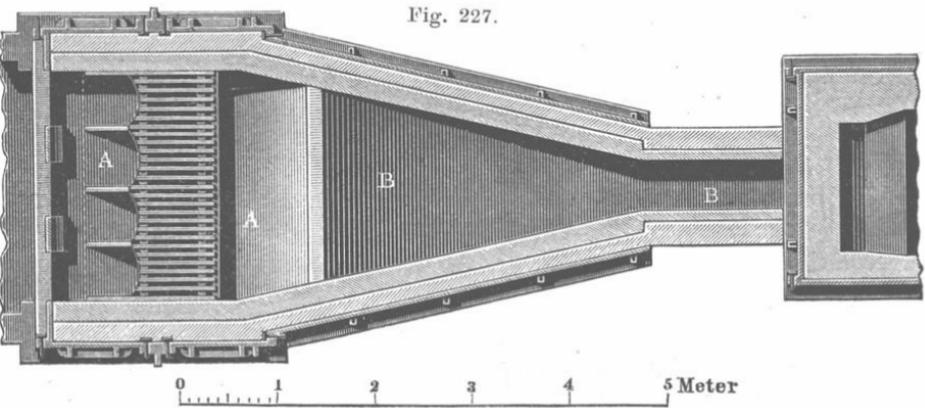


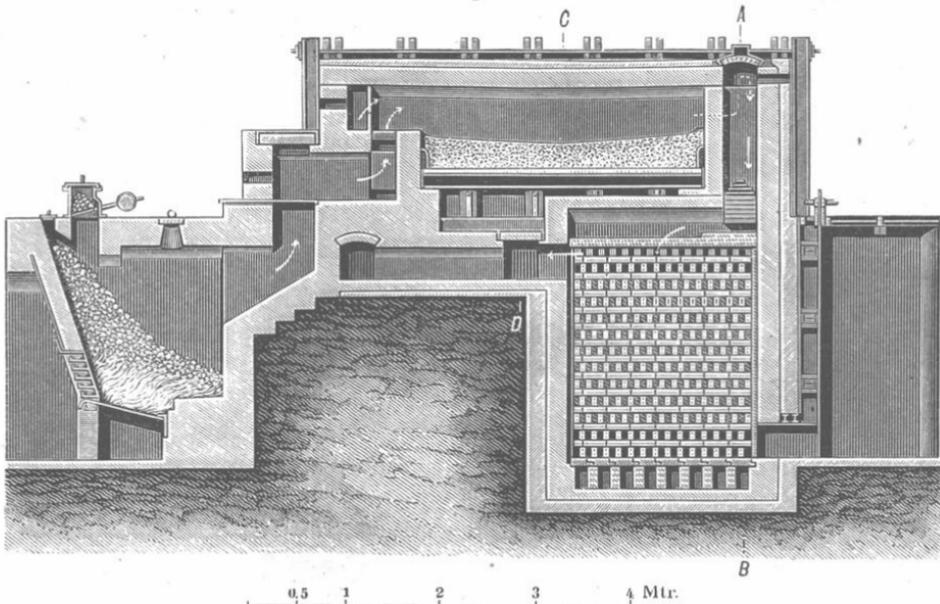
Fig. 227.



durch die Kanäle *B*, die die Abhitze tragenden Gase durch die Kanäle *A*. Diese Einrichtung hat zwei Mängel: Erstens ist es schwer die beiden Kanalsysteme so gegen einander abzudichten, dass nicht Luft in die Feuerkanäle gelangen könnte, in denen sie dann ungenutzt und mit einem mehr oder minder grossen Theil der aufgenommenen Wärme beladen zur Esse strömt. Zweitens wird die Regulirung der Wärme durch einen heissen Luftstrom allein nicht hinreichend bewirkt, denn mit der Abnahme der Temperatur der Heizgase sinkt auch die der Abhitzgase

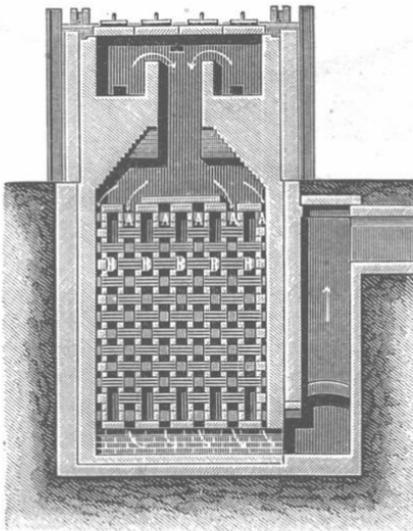
und damit die der Verbrennungsluft. Die Ungleichmässigkeiten in der Temperatur werden also eher erhöht als vermindert.

Fig. 228.



Vollkommen lässt sich der Zweck nur erreichen, wenn eigene Kammern construirt werden, welche

Fig. 229.



mit starken Wänden aus feuerfesten Steinen oder auch ausserdem mit Zwischenwänden aus demselben Material versehen sind, und in welchen durch Zusammenleitung der Gas- und Luftströme die Verbrennung vor sich geht, während nur die verbrannten Gase als heisser Strom in den Ofen treten. Der Raum kann zwar ringsum mit Kanälen versehen sein, in welchen die Verbrennungsluft circulirt, jedoch dürfen diese nur den Zweck haben, die sonst durch Strahlung gehende Wärme aufzunehmen, nicht etwa die Wärmecapacität der Wandungen zu verringern.

Diese Feuerungsart würde weit

mehr Verbreitung finden können, wenn sich nicht die Schwierigkeit entgegenstellte, ein hinreichend feuerfestes Material zu finden. Die Benutzung der Quarzsteine (Dinasziegeln) ist hier am rechten Orte.

Unterwind.

Die Wirkung des Unterwindes ist Seite 172 erläutert. Seine Anwendung empfiehlt sich bei Schweissöfen mit directer Feuerung durchaus, da absichtliche Temperaturschwankungen hier gar nicht vorzukommen brauchen. Die zweckmässigste Einleitung des Unterwindes geschieht wie bei den Puddelöfen durch den gleichzeitig als Windleitung dienenden Aschenkanal.

Der Winddruck, mit welchem man arbeitet, ist sehr verschieden und schwankt zwischen 10 bis 60 mm Wassersäule unter dem Roste. Im allgemeinen ist man allmählig von sehr niedrigen auf höhere Pressungen gestiegen und hat bei sonst guten Einrichtungen, namentlich dichter Windleitung, so lange einen um so günstigeren Erfolg gehabt, bis die Pressung so hoch steigt, dass die Verbrennungsgase aus den Arbeitsthüren gedrückt werden und die Arbeiter belästigen. 40 mm scheint gegenwärtig der gebräuchlichste Druck zu sein.

Beispiele. Zu Herminenhütte¹⁾ liefert ein Ventilator von 2·5 m Durchmesser bei 500 Umdrehungen den Unterwind für 10 Puddelöfen und 5 Schweissöfen.

Krieger²⁾ giebt an, dass ein Rittinger'scher Ventilator von 2·5 m Durchmesser und 0·5 m Flügelbreite bei 600 Umdrehungen 5 Oefen mit reichlichem Winde versieht, aber auch 10 versorgen könne.

Auf dem vormalig Dupont & Dreyfuss'schen Werke in Lothringen an der Mosel werden 14 Schweissöfen von 4 Ventilatoren mit 0·875 m Durchmesser und 0·540 m Flügelbreite bei 1000 bis 1400 Umdrehungen pro Minute betrieben.

Benutzung der Abhitze.

Den im Vorhergehenden, sowie bei den Puddelöfen (S. 176 u. f.) mitgetheilten Angaben ist hier nur noch hinzuzufügen, dass eine Dampferzeugung bei Schweissöfen durchaus empfehlenswerth erscheint, weil man es hier stets mit einem sich gleich bleibenden Zugverhältnisse zu thun hat.

Resultate über die Verdampfungsfähigkeit von Kesseln, welche durch Schweissöfen geheizt werden, finden sich Seite 200 u. f. mit denen der Puddelöfen vereinigt aufgeführt. Feuerungsdimensionen solcher Oefen in der Tabelle Seite 718 u. 719³⁾.

¹⁾ Seite 173. — ²⁾ Kerpely, Fortschritte Bd. VIII bis X, S. 263 nach Zeitschr. deutsch. Ingenieure Bd. XIV, S. 726. — ³⁾ Zeitschr. deutsch. Ingenieure 1872, Bd. XVI, S. 671.

	Für Eisenbahnschienen		
	mit	ohne	
	Unterwind		
Durchschnittlicher Einsatz in Kilogramm	2450	1800	14
Durchschnittliche Anzahl Chargen pro 12 Stunden	4 ¹ / ₂	5	
Rostbreite Meter	1'255	1'175	1'1
Rosttiefe im Lichten "	1'0	1'045	1'0
Vom Rost bis Oberkante Feuerbrücke "	0'730	0'340	0'5
Feuerbrückenbreite "	0'470	0'235	0'2
Von Feuerbrückenmitte bis unter das Gewölbe "	0'730	0'365	0'2
Von Feuerbrückenoberkante bis auf den fertigen Herd "	0'400	0'105	0'0
Vom Herd bis unter Gewölbe in Ofenmitte "	0'840	0'680	0'4
Lichte Herdfläche von Feuerbrücke bis Fuchsöffnung "	3'139	2'350	2'8
Lichte Herdbreite von Rückwand bis vordere Thüröffnung "	1'837	1'570	1'7
Gefälle der Herdsole von Feuerbrücke bis Fuchsöffnung "	0'160	0'235	0'0
Fuchsöffnung: Breite im Lichten "	0'400	0'445	0'5
Fuchsöffnung: lichte Höhe "	0'420	0'390	0'6
Länge des Fuchses bis zum Kessel "	2'0	1'650	1'2
Anzahl der Roststäbe	10	11	
Stärke der Roststäbe Millimeter	46/46	52/52	52
Zugkraft der Kamine, vorn am Kessel gemessen, in Millimeter Wassersäule	12	—	—

Aus obigen Angaben ergebe

Summa Einsatz in Kilogramm pro 12 Stunden	11025	9000	84
Rostfläche in Quadratmetern	1'25	1'23	1'2
Lichte Oeffnung des Rostes abzüglich Roststäbe nach Procenten ausgedrückt	63	50	
Querschnitt der Fuchsöffnung in Quadratmetern	0'168	0'174	0'3
Verhältniss des Fuchsquerschnittes zur Rostfläche	1:7'4 ¹)	1:7	1:

¹) Dieser Ofen hat einen schrägen Rost.

Für lech hne nter- ind.	Für Stabeisen							Für Draht			Für Feineisen	
	mit Unterwind			ohne Unterwind				ohne Unterwind			ohne Unter- wind	
950	1250	750	800	750	1000	850	600	850	700	600	800	375
6	5	9	9	8	6	7	9	10	10	10 $\frac{1}{2}$	5	12
1'250	1'100	0'940	1'150	1'100	0'941	1'255	0'890	0'889	0'993	0'940	1'175	1'0
1'050	0'925	0'940	0'800	0'915	1'102	1'098	0'940	0'915	0'940	0'940	1'045	0'750
0'300	0'425	0'420	0'400	0'313	0'470	0'340	0'445	0'817	0'418	0'340	0'340	0'280
0'235	0'250	0'240	0'220	0'260	0'235	0'235	0'365	0'418	0'993	0'940	0'235	0'220
0'420	0'350	0'410	0'300	0'365	0'314	0'314	0'315	0'287	0'340	0'340	0'365	0'320
0'150	0'125	0'110	0'175	0'105	0'065	0'092	0'290	0'156	0'078	0'130	0'100	0'180
0'525	0'425	0'480	0'600	0'470	0'497	0'471	0'575	0'601	0'470	0'370	0'490	0'525
2'400	2'850	2'350	2'800	2'300	3'008	2'668	2'145	2'824	2'350	2'430	2'340	2'500
1'570	1'625	1'620	1'800	1'460	1'490	1'569	1'310	1'386	1'350	1'500	1'490	1'750
0'235	0'200	0'310	0'200	0'186	0'196	0'130	0'185	0'313	0'261	0'300	0'230	0'200
0'445	0'325	0'365	0'320	0'366	0'366	0'392	0'365	0'350	0'366	0'350	0'420	0'280
0'390	0'375	0'470	0'400	0'313	0'471	0'471	0'315	0'640	0'418	0'340	0'390	0'350
1'260	1'430	1'500	0'700	1'882	1'255	1'560	2'00	1'500	1'569	2'0	1'570	0'700
16	15	11	16	13	15	12	12	11	13	14	16	12
46/46	50/35	52/32	55/25	52/32	46/46	45/45	39/39	36/36	45/45	38/38	46/46	55/25
—	—	22	10	—	20	—	—	—	24	—	—	15

ch folgende Vergleiche

5700	6250	6750	7200	6000	6000	5950	5400	8500	7000	6300	4000	4500
1'31	1'02	0'88	0'92	1'01	1'04	1'38	0'84	0'81	0'93	0'88	1'23	0'75
41	32	39	34	39	27	57	48	55	49	43	37	34
0'174	0'122	0'172	0'128	0'115	0'172	0'185	0'115	0'224	0'152	0'119	0'164	0'098
1:75	1:83	1:51	1:7	1:9	1:6	1:74	1:73	1:4 ²⁾	1:6	1:73	1:75	1:77

0 Schräger Rost und Luftkanäle über Feuerbrücken.

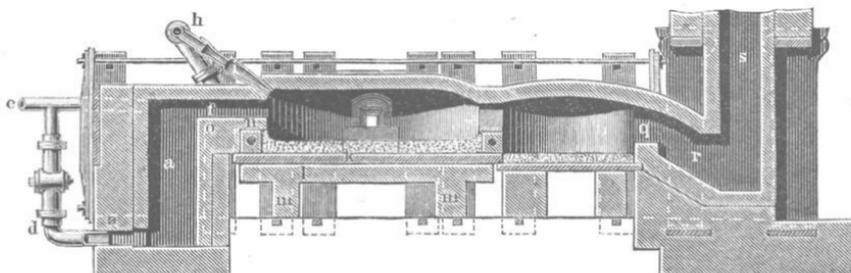
Hiernach ist der durchschnittliche Einsatz pro 12 Stunden	
bei Eisenbahnschienen	9 475 Kg
„ Draht	7 266 „
„ mittleren und groben Stabeisensorten	6 221 „
„ Blech	5 700 „
„ feineren Stabeisensorten	4 250 „

Der günstige Einfluss des Unterwindes auf Erhöhung der Production ist ersichtlich, obwohl nur theilweis ein Vergleich gezogen werden konnte, da nur bei den Schweissöfen für Schienen und Stabeisen davon Anwendung gemacht wurde. Es betragen nämlich die durchschnittlichen Einsätze pro 12 Stunden

bei Stabeisen mit Unterwind	6 733 Kg
„ „ ohne „	5 837 „
„ Eisenbahnschienen mit Unterwind	11 025 „
„ „ ohne „	8 700 „

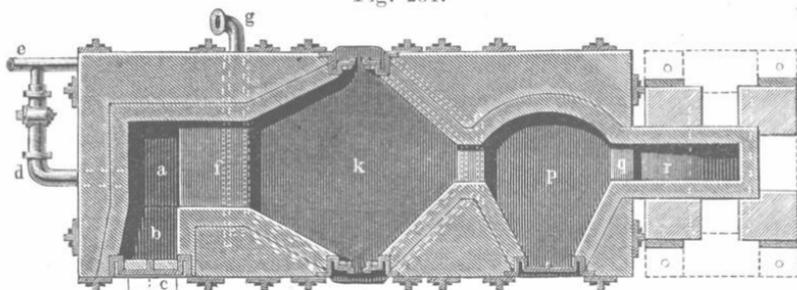
Eine Verwendung der Abhitze zum Vorwärmen in besonderen Her-

Fig. 230.



Holzgasgenerator. Verticalschnitt.

Fig. 231.



Holzgasgenerator. Horizontalschnitt.

den ¹⁾ kommt selten zur Anwendung, da der Zweck, beständig eine allmähliche Erhitzung bis zu dem gewünschten Hitzegrade zu erzielen, durch

¹⁾ Vergl. S. 185. — ²⁾ Ein Beispiel führt auch Kerl, Metall. 2. Auflage, Bd. III, S. 512, an.

allmähliges Vorschieben in einem einzigen hinreichend grossen Herde vollkommen erreicht werden kann.

Die nachstehende Abbildung des Ekman'schen Holzgasschweissofens, dessen Feuerung bereits S. 167 und 168 beschrieben wurde, zeigt die Einrichtung eines Vorwärmherdes. Das zu schweisende Eisen wird durch die Thür *t* auf den Vorwärmherd *o* gebracht, allmählig durch Werkzeuge, welche durch die Thüren *rr* eingeführt werden, vorgeschoben und gelangt, nachdem es ziemlich heiss geworden, in den durch die beiden Feuerbrücken *n* und *m* begrenzten Schweissraum, aus dem es durch die Arbeitsöffnungen *qq* herausgeholt wird. Die Schweisschlacke fliesst durch die Stichöffnung *u* ab. Die Abhitzgase gehen schliesslich aus dem Gewölbe des Vorwärmherdes in die Esse, deren unterer Raum *p* hinreichend erweitert ist, um einen Röhrenapparat zur Erhitzung der Verbrennungsluft aufzunehmen. Die Platten *u* und *v* dienen zur Auflage der Zangen und Schaufeln.

Schweissarbeit im Flammofen.

Die Arbeit am Schweissofen ist sehr einfach. Das erste Eisenstück (der Schirbel, Zain, Zaggel) oder das aus mehreren Stücken gebildete Packet wird auf einer eisernen Schaufel in den Ofen geschoben und bei fortlaufender Arbeit an den kühlestn Ort, nämlich an die Fuchsbrücke, bei unterbrochener Arbeit an die Feuerbrücke gelegt. Im ersteren Falle wird nun unter Fortschiebung der in Zwischenräumen hintereinander eingeführten Stücke, im letzteren Falle ohne Unterbrechung der ganze Ofen gefüllt. Ist im ersteren Falle das zuerst eingesetzte Eisen oder Packet schweiswarm, so wird es mit einer Zange herausgeholt, die folgenden werden entsprechend vorgeschoben und die entstandene Lücke wird durch ein neues Stück ergänzt. Bei unterbrochener Arbeit wird bei geschlossenem Ofen der ganze Inhalt in Schweissglut versetzt und dann ohne weitere Unterbrechung, als es die Verarbeitung unter Hämmern oder Walzen erfordert, entleert. Einzelne Abweichungen kommen bei der Fabrikation der besonderen Eisenarten zu näherer Erläuterung.

Der Regel nach erkennt man den richtigen Grad der Temperatur an der Farbe des Eisens, welche besser als mit dem blossen Auge durch eine blaue Brille beobachtet werden kann. Die Schweisshitze muss saftig, d. h. es muss genügend Schlacke vorhanden sein, welche der Regel nach ähnlich wie Fettblasen auf einer Flüssigkeit auf der Oberfläche des Eisens entlang zieht, durch Capillarwirkung in die Fugen eindringt und den Hammerschlag aufnimmt.

Fig. 233.

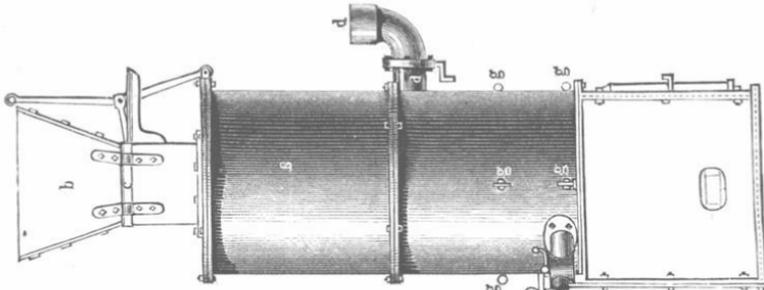
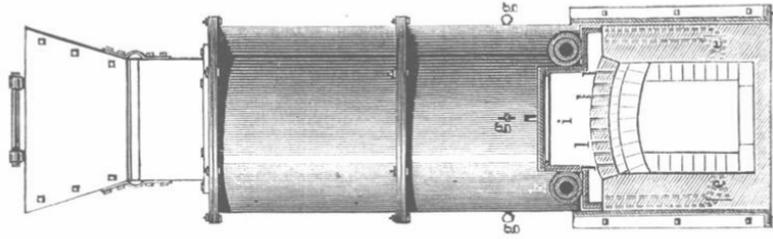
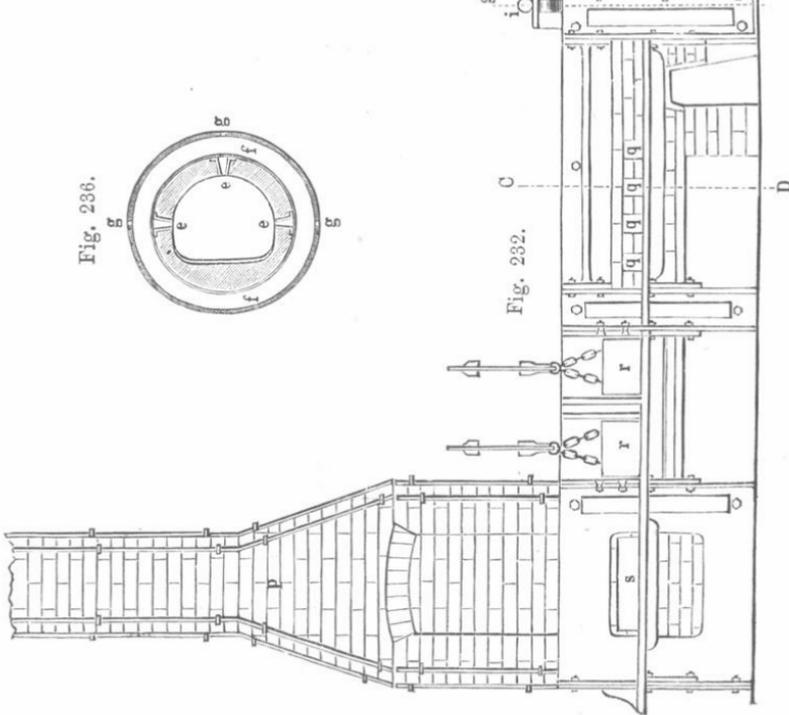
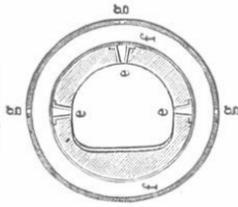


Fig. 236.



Centim. 100 50 0 1 2 3 Meter

Fig. 232. Seitenansicht des Ekman'schen Gasschweißoofens. — Fig. 233. Verticalschnitt nach E.F. — Fig. 236. Horizontalschnitt nach H.J.

Fig. 238.

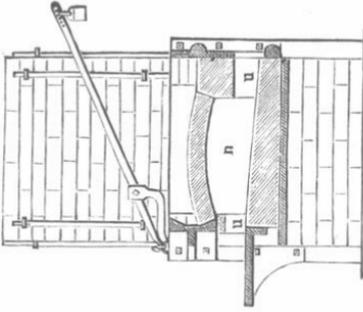


Fig. 237.

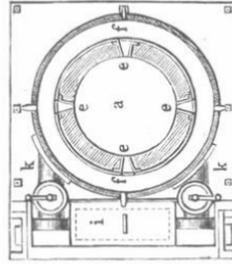


Fig. 234.

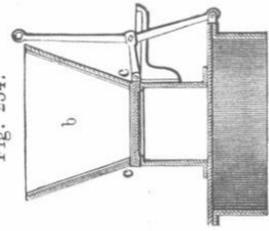


Fig. 235.

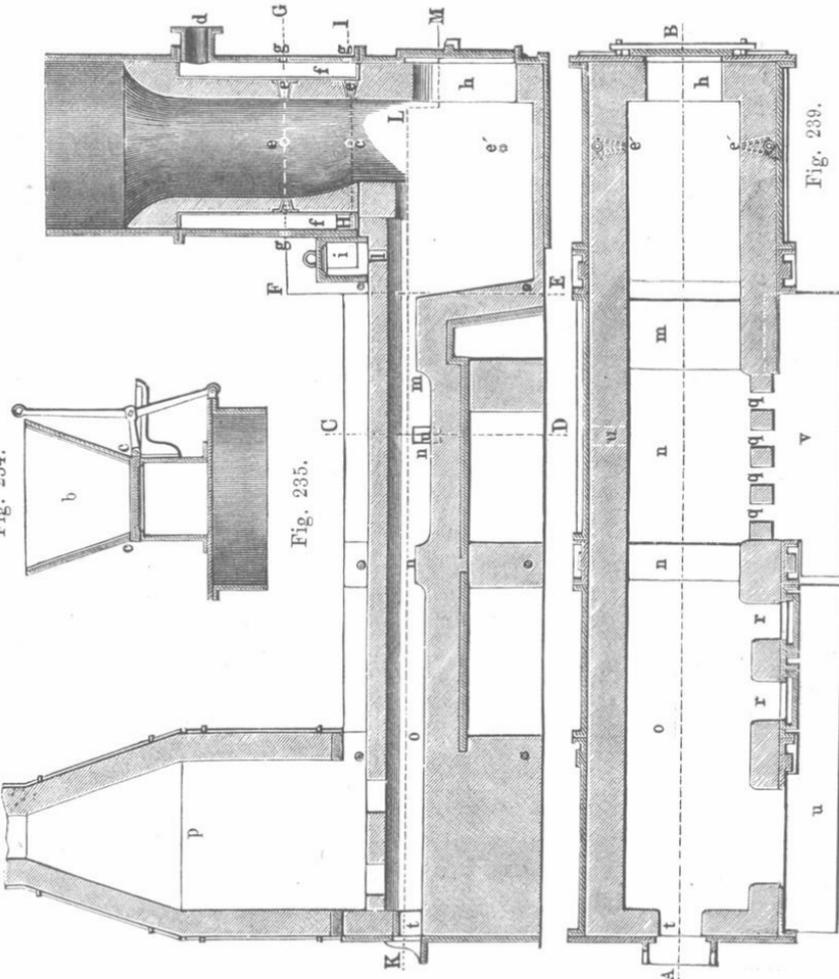


Fig. 239.

Fig. 235. Verticalsechnitt nach *A B*. — Fig. 239. Horizontalsechnitt nach *K L M*. — Fig. 237. Horizontalsechnitt nach *F G*. —
 Fig. 238. Verticalsechnitt nach *C D*. — Fig. 234 Aufgeschieber.

A u f w a n d.

Brennmaterial.

Der Brennmaterialverbrauch hängt, abgesehen von der Construction des Feuers oder Ofens, von der Grösse der Eisenstücke und von der Art der Arbeit ab. Man kann nicht ohne weiteres angeben, ob eine fortlaufende oder eine unterbrochene Arbeit günstiger für den Brennmaterialverbrauch ist, da bei der ersteren die Arbeitsthüren verhältnissmässig häufig, wenn auch jedes Mal auf kürzere Zeit geöffnet sein müssen, während bei der letzteren, einer starken und gleichmässigen Erhitzung des ganzen Ofens, eine verhältnissmässig lange Abkühlung durch die länger hintereinander geöffneten Thüren folgt.

Beim Schweissen im Frischherde verbraucht man, wenn dasselbe während des Roheisenschmelzens geschieht, kein besonderes Brennmaterial. Benutzt man getrennte Schweissfeuer (wie bei der Zweimal- und Einmal-Schmelzerei), so rechnet man auf 100 Kg Stangeneisen 0·3 bis 0·5 cbm Holzkohle.

In den Hohlfeuern werden auf 100 Kg Eisen 70 Kg Koks verbraucht.

Bei Steinkohlenschweissfeuern, welche in regelmässiger Folge kleinere Stücke (Schirbeln) verschweissen, rechnet man auf 100 Kg fertiges Eisen 45 bis 62 Kg Steinkohle.

In den Schweissöfen werden an Steinkohlen zwischen 35 und 150, ja bis 200 Kg verbraucht, im Durchschnitt 50 bis 70 Kg. Zum Anheizen eines kalten Schweissofens, welches der Regel nach circa sechs Stunden dauert, gehen 1000 Kg Steinkohlen auf, dann rechnet man pro Stunde 200 bis 275 Kg Steinkohle, wonach sich unter Zugrundelegung der Production der Verbrauch pro 100 Kg Eisen richtiger berechnen lässt.

Bei directen Braunkohlenfeuerungen rechnet man auf 170, bei Braunkohlengasfeuerungen auf 100 Kg für 100 Kg geschweisstes Eisen.

Derartige allgemeine Angaben haben nur einen Werth für Vorschläge. Im Einzelnen weichen die Verhältnisse, selbst abgesehen davon, ob die Abhitze zur Dampferzeugung oder anderweitig verwendet wird, sehr von einander ab.

Beispiele. Zu Königshütte in Oberschlesien¹⁾ werden auf 100 Kg Rohschienen 56 Kg Steinkohlen verbraucht bei einmaliger Schweissung zu gewöhnlichen Packeten für Deckschienen; dagegen betrug im Durchschnitte einer 25jährigen Betriebsperiode (1844 bis 1869) der Kohlenverbrauch einschliesslich der für die Dampfhämmer und Dampfmaschinen der Walzwerke verbrauchten Feuerungskohlen und der Feuerung der Puddelöfen, also der Kohlenverbrauch vom Roheisen bis zur

¹⁾ Nach officiellen Quellen.

fertigen, hauptsächlich in Eisenbahnschienen bestehenden Waare ¹⁾ auf 100 Kg, 505·9 Kg.

Zu Maximilianshütte ²⁾ in Bayern und zu Prävali in Kärnthen werden auf 100 Kg Luppeneisen 126 bis 129 Kg, zu Krems auf 100 Kg geschweisstes Eisen 170 Kg Braunkohle gebraucht.

Zu Rhonitz ²⁾ braucht man im Ekman'schen Holzgasschweißofen (S. 721) 0·158 bis 0·221 cbm Holz auf 1 Ctr. Stabeisen.

Zu Andervilliers ²⁾ in der Schweiz werden auf 100 Kg Walzeisen 0·138 cbm oder 85 Kg Torf verbraucht.

Bessere Beispiele wird der nächste Abschnitt liefern.

Eisenabgang.

Der Gewichtsverlust beim Schweissen hängt ab von der Menge der eingemengten und ausgepressten Schlacke und von der Menge des oxydirten Eisens, er ist daher am grössten beim Schweissen der Schirbeln und Rohstäbe und nimmt ab mit der Wiederholung der Schweissungen; er ist ferner um so geringer, je grösser das Verhältniss zwischen Volumen und Oberfläche ist.

Es kann bei sehr grossen Stücken der Fall eintreten, dass eine weitere Zulage von Eisen nicht mehr ausführbar erscheint, weil der Abbrand den Zuwachs aufwiegt. Ein solcher Fall trat z. B. beim Schmieden der Panzerplatten zu Thames Hütte bei London ein, wo man schliesslich eine weitere Verstärkung der durch Hämmern hergestellten Platten aufgeben musste.

Wegen der eingemengten Schlacken ist der Schweissabgang beim Puddelisen am grössten, geringer beim Herdfrischeisen und am geringsten beim Bessemer- und Flussstahl.

Beim Herdfrischen beträgt vom Roheisen an bis zum fertigen Stabeisen der Abgang zwischen 9 und 30, durchschnittlich 20 bis 25 Proc., auf das Schweissen bei Holzkohle allein darf man 9 bis 12 Proc. rechnen.

Im Hohlfeuer beträgt der Abgang durchschnittlich 17 Proc.

Bei den Schweissflämmöfen wird der Abbrand zu 8 bis 21 Proc., je nach der Grösse der Packete, unter der Voraussetzung gut ausgehämmerter Luppen, im Durchschnitt zu 15 bis 17 Proc. veranschlagt.

Den Abgang vom Roheisen bis zum Stabeisen pflegt man für Puddeln und Schweissen zusammen auf 20 bis 25 Proc. anzunehmen.

Bei den angegebenen Zahlen wird vorausgesetzt, dass die Abschnitte, welche als sogenannte Enden fallen, wieder verwerthet werden. Genauere Beispiele wird ebenfalls erst der folgende Abschnitt liefern; hier folgt vorläufig nur eine Uebersicht über den Abgang, welcher für verschiedenartige Producte in einem 25jährigen Zeitraume (1844 bis 1869) zu Königshütte in Oberschlesien erfolgte.

Der gesammte Abgang vom Roheisen bis zum Fertigproducte betrug in diesem Zeitraume 33·47 Proc.

¹⁾ Vergl. Tabelle S. 626. — ²⁾ Nach Kerl, Metall. 2. Auflage III, S. 495.

	Z u s a m m e n s t e l l u n g													Abgang Proc.	
	Gefertigt sind			Verarbeitet sind											Summe
	Producte	Abfälle	Summe	Roh-		Deck-		Abfälle	Kolben	Verschiedenes Material	Blechkolben	Brammen	Geschmiedete Päckete		
				Schienen	Schienen	Ctr. (50 Kg)	Ctr. (50 Kg)								
Ctr. (50 Kg)	Ctr. (50 Kg)	Ctr. (50 Kg)	Ctr. (50 Kg)	Ctr. (50 Kg)	Ctr. (50 Kg)	Ctr. (50 Kg)	Ctr. (50 Kg)	Ctr. (50 Kg)	Ctr. (50 Kg)	Ctr. (50 Kg)	Ctr. (50 Kg)	Ctr. (50 Kg)	Ctr. (50 Kg)		
Eisenbahnschienen . .	2 313 168	525 960	2 839 128	1 456 830	1 292 765	3 667	154 336	1 411	—	48 794	175 339	3 132 142	11·25		
Stabeisen und Deck- schienen (bis 1861 incl.)	1 712 251	244 182	2 755 905	2 271 885	126 234	128 029	534 703	37 898	351	—	—	3 099 100	15·08		
Feineisen	288 891	33 418	322 309	79 338	2 153	4 888	285 503	751	—	—	—	372 633	14·83		
Kesselblech	244 441	42 499	277 940	27 487	26 344	5 585	—	—	279 528	—	—	338 944	20·57		
Modelleisen	38 098	7 433	45 531	9 520	4 971	50	32 140	448	7 215	—	—	54 344	18·79		
Kolben und Deckschie- nen (v. 1862 ab) . .	2 270 365	139 563	2 409 928	1 483 895	123 817	752 121	222 946	85 589	14	92 909	—	2 761 291	13·40		
Kesselblechkolben . .	286 872	24	286 896	290 346	8 456	41 298	1 020	746	89	—	—	341 955	16·10		
Brammen	141 703	—	141 703	173 340	—	—	—	—	—	—	—	173 340	18·23		
Geschmiedete Bram- menpäckete	175 339	—	175 339	82 116	100 385	—	23 926	—	—	—	—	206 437	15·06		
Summe . .	8 170 600	993 079	9 163 679	5 872 757	1 685 125	935 638	1 254 584	126 843	287 197	141 703	175 339	10 479 186	14·08		

Production.

Eine bestimmte Production ist im allgemeinen kaum anzugeben, im Durchschnitt darf man für gewöhnliches Handelseisen 50 000 Kg per Woche rechnen.

Rinman¹⁾ macht folgende mittlere Angaben: Einsatz nach der Packetgrösse 400 bis 600 Kg. In 12 Stunden 5 bis 6 Einsätze. Ausbringen: von Packeten aus Rohschienen 86 bis 90 Proc., von vorgewärmten einmalgeschweissten Eisenpacketen 95 Proc., von denselben kalt 90 bis 95 Proc.

In Frankreich findet man zum Theil sehr hohe Productionen. So liefert in Creuzot im Durchschnitt ein Schweissofen wöchentlich 60 000, selbst 75 000 Kg, wobei dann auch der Kohlenverbrauch sinkt und nur 45 bis 50 Proc. erreicht.

Angaben für einzelne Fabrikationszweige finden sich ebenfalls im folgenden Abschnitte.

Schweisschlacke.

Die Schweisschlacke (*Mill cinder, balling furnace cinder, flue cinder, reheating cinder*) schwankt in ihrer Zusammensetzung in allen Stufen von beinahe reiner Kieselsäure bis zu beinahe reinem Hammerschlag. Ersteres ist der Fall, wenn in die Sandsohle des Ofens oder in den aufgestreuten Schweissand nur unbedeutende Eisenmengen gelangt sind, welche Singulosilicat bildend neben reichlicher Menge freier Kieselsäure bestehen, während im anderen Falle nur geringe Mengen Singulosilicat neben überwiegenden Quantitäten oxydirten Eisens vorhanden sind.

Die beste Schweisschlacke, d. h. diejenige, welche gerade ihren Zweck erfüllt, wird das einfache Singulosilicat sein.

Schweisschlacke krystallisirt oft und zwar theils im rhombischen System (nach Olivin), theils im regulären Systeme (nach Magneteisenerz), je nachdem das Singulosilicat oder das Oxydoxydul überwiegt.

Der Eisengehalt schwankt meist zwischen 45 und 60 Proc. und da im übrigen die Schlacken selten noch grössere Mengen von Phosphor oder Schwefel enthalten, bilden sie ein werthvolles Zuschlagsmaterial für die Frischprocesse, lassen sich aber selbstverständlich ebensowohl im Hochofen verwerthen, nur werden sie hierfür der Regel nach zu kostspielig.

¹⁾ Ingeniörkalender 1876.

Analysen.

Die folgenden Analysen 1 bis 3 sind von Percy¹⁾ mitgeteilt:

	1.	2.	3.
Kieselsäure	28·71	33·47	34·00
Eisenoxydul	66·01	65·83	55·36
Eisenoxyd	—	—	8·49
Manganoxydul	0·19	0·74	—
Thonerde	2·47	—	—
Kalkerde	0·81	—	0·36
Magnesia	0·27	—	Spuren
Schwefel	0·11	—	—
Phosphorsäure	1·22	—	—
Kupfer	Spuren	—	—
Kohlenstoff und Verlust	—	—	1·79
	99·79	100·04	100·00
Eisen Procent	51·34	51·20	49·00

No. 1. ist von E. Riley zu Dowlais-Hütte analysirt. Die Zusammensetzung nähert sich der Formel Fe_2SiO_3 oder $2\text{FeO}, \text{SiO}_2$, also einem Singulosilicate.

No. 2. ist von Dugendt in Rammelsberg's Laboratorium²⁾ gemacht und rührt aus einem Gasschweissofen in Schweden.

No. 3. ist von Rammelsberg³⁾ analysirt und stammt aus einem Gasschweissofen zu Wasseralfingen. Sie hatte die gewöhnliche Farbe, war grossblättrig und mit Krystallblättern, ähnlich denen des Spiegeleisens, bedeckt. Specificisches Gewicht 3·755.

Wird das Eisenoxyd im Zustande des magnetischen Oxydoxyduls angenommen, so entspricht die Zusammensetzung einer Mischung von 6 Atomen Zweidrittelsilicat mit einem Atom Eisenoxydoxydul.

Percy wirft wohl mit Recht dazu die Frage auf: „Sollte es nicht ursprünglich ein Singulosilicat gewesen sein, welches nachträglich (bei der Abkühlung) einer höheren Oxydation unterlegen hat?“⁴⁾

Von mehreren durch Kerl⁴⁾ zusammengestellten Analysen von Schweisschlacken zeigt die folgende eine sehr kieselsäurearme Varietät:

Kieselsäure	14·42
Eisenoxydul	81·01
Eisenoxyd	— ⁵⁾
Manganoxydul	2·33
Kalkerde	Spur
Thonerde	1·18
Schwefel	1·01
Phosphor	Spur

¹⁾ Iron p. 724. — ²⁾ Confr. Rammelsberg, Lehrbuch der chemischen Metallurgie S. 125. — ³⁾ 3. — ⁴⁾ Metallurgie 2. Auflage Bd. I, S. 873 und Grundriss der Metallurgie Bd. III, S. 425. — ⁵⁾ Wahrscheinlich nicht bestimmt.

Sie stammt aus einem Schweisssofen von Wittkowitz in Mähren.
Die Quelle ist leider nicht angegeben.

Beschaffenheit des geschweissten Eisens.

Im allgemeinen wird die Beschaffenheit eines Eisens durch Schweissprocesse so lange verbessert, als der Kohlenstoffgehalt in den Grenzen bleibt, welche den verlangten Eigenschaften des Productes entsprechen; denn bei jeder Schweissung und nachfolgenden Bearbeitung wird die zwischen den Eisentheilen (Körnern und Sehnen) befindliche Schlacke vermindert, das Eisen also homogener und gleichzeitig von den in die Schlacke übergehenden Bestandtheilen, z. B. Phosphor, mehr und mehr befreit. Auch Schwefel oxydirt sich fortlaufend. Ein Mangangehalt des Eisens wird auch bei dem Schweissprocesse durch Bildung einer leichtflüssigen Schlacke günstig wirken.

Für sehniges Eisen, welches einen sehr geringen Kohlenstoffgehalt verträgt, wird der Schweissprocess schliesslich dadurch begrenzt, dass ein völlig entkohltes und dann ein verbranntes, d. h. innig mit Oxydoxydul imprägnirtes Eisen entsteht, welches grobkristallinisch und brüchig erscheint und nur durch Reduction wieder in brauchbaren Zustand versetzt werden kann, da die Schweisschlacke nicht mehr genügt, das sich nach der Entkohlung in sehr reichem Maasse bildende Oxydoxydul aufzunehmen.

Für Stahl ist aber die Grenze des entsprechenden Kohlenstoffgehaltes viel enger gezogen und daher ist auch der Stahl schneller dem Verderben durch den Schweissprocess ausgesetzt und bedarf einer sehr sorgfältigen Behandlung, namentlich muss bei der Packetirung darauf Bedacht genommen werden, die luffterfüllten Zwischenräume zwischen den einzelnen Stücken möglichst gering zu machen.

Am schwierigsten ist ein grafithaltiger Stahl zu behandeln, weil der Grafitgehalt ganz unberührt zurückbleibt, während sich der amorphe Kohlenstoff vermindert und endlich ganz verschwindet. Aus diesem Grunde lassen sich ihrem Gesamtkohlenstoffgehalte nach zwar noch schweiszbare kohlenstoffreiche, aber schon grafithaltige Stahlsorten (z. B. Werkzeuggussstahl) so schwierig behandeln.

Mittel zur Verhütung des Abbrandes und der Entkohlung.

Das beste Mittel zur Verminderung des Abbrandes und Verhinderung der Entkohlung ist die Anwendung reichlicher Mengen Schweissand. Es bildet sich dann aus der ganzen Menge vorhandenen Eisen-

oxydoxydul ein Eisenoxydul-singulosilicat (Rohschlacke) und es fehlt, da dieses die Oberfläche überzieht und eine weitergehende Oxydation verhindert, an dem entkohlenden Oxydoxydul. Bei sorgfältiger Arbeit wendet man, da ein gewöhnlicher Quarzsand nicht hinreichend haftet, für diesen Zweck einen etwas thonhaltigen Sand an, welcher mit Wasser zu einem Brei angerührt und übergestrichen wird. Quarzhaltiger Thon oder Lehm erfüllen denselben Zweck.

Für Stahl ist eine sehr grosse Zahl von Schutzmitteln anempfohlen worden, welche entweder nur den Zweck haben, eine dünnflüssige Schlacke zu bilden, oder aber allein oder gleichzeitig Reductionskohlenstoff zuführen sollen. Zu den ersteren Mitteln gehören gestossenes Glas, Borax, Kochsalz, Soda, Potasche, Salmiak, Braunstein, Schwerspath und Flusspath. Zu den letzteren: Cyankalium, Blutlaugensalz, Colophonium, Theer, Pech, Paraffin, Petroleum.

Durch die Feuerführung, und zwar bei directer Feuerung durch Bildung einer russenden Flamme, bei Gasfeuerung durch Ueberschuss von Kohlenoxyd, kann man wesentlich auf Verminderung des Abbrandes hinwirken.

Beispiele. Englischer Gärbstahl. Ein Beispiel der regelmässigen Anwendung von Thon liefert die Fabrikation des Gärbstahls aus Cementstahl in England. Die Cementstahlstäbe werden in circa 42 cm lange Stücke zerbrochen, welche unter dem Hammer bei Rothglut zu Stangen von circa 4 cm Breite und 1.3 cm Dicke ausgereckt werden. Mehrere (oft bis 36) dieser Stangen werden packetirt und die Garbe wird an einem Ende durch einen mit Handgriff versehenen Ring zusammengefasst. Das freie Ende kommt ins Hohlschweissfeuer, nachdem es mit feingepulvertem Thone überstreut ist. Hat es Schweisshitze, so wird es unter dem Hammer zu einem circa 5 cm starken Quadratstabe ausgeschmiedet. Hierauf wird das ausgeschmiedete Ende gefasst und das andere ebenso behandelt. Nun nennt man den Stahl einfachen Gärbstahl (*single shear steel*). Dieser Stahl wird abermals zerbrochen und in zwei oder mehreren Stücken packetirt, gegärbt und zu den Dimensionen ausgehämmt, welche für die Weiterverarbeitung erforderlich erscheinen. Er heisst nun Doppelgärbstahl (*double shear steel*¹⁾.

Am schwierigsten ist die Schweissung von Eisenstücken sehr verschiedenen Kohlenstoffgehalts, z. B. von hartem Tiegelgussstahl und weichem sehnigen Eisen, eine Arbeit, die unter dem Namen des Anstählens oder Vorstählens (*steeling*) besonders zur Herstellung von Werkzeugen oft vorkommt.

¹⁾ Der Name Scheerenstahl (*shear steel*) rührt nach Percy, (Iron, p. 859) von dem vorzüglichen Gebrauche dieses Stahles zu den Klingen der Wollenscheermaschinen.

Obwohl man zu diesem Zwecke der Regel nach die einzelnen, an den Schweissstellen mit leichtflüssigen Schweissmitteln bestreuten, vorher in passende Form gebrachten Stücke zuerst zusammenlegt und dann gemeinschaftlich erhitzt, ist doch das allerdings weit grössere Geschicklichkeit erfordernde Verfahren rationeller, wonach die einzelnen Stücke besonders auf die ihrem Kohlenstoffgehalte entsprechende Schweisstemperatur gebracht und dann erst vereinigt werden.

Im ersten Falle ist ganz besonders schnelle Erhitzung unter möglichstem Luftabschlusse Bedingung eines guten Gelingens.

Auch hier bedient man sich neben dem Sande oder Thone leichtflüssiger Schweissmittel, wie gepulverten Glases, des geschmolzenen und wieder gepulverten Borax, des Schwerspaths u. s. w. Man bestreicht die Berührungsflächen mit einem Brei dieser Pulver oder überstreut sie trocken und behandelt die Aussenfugen ebenso.

Karmarsch ¹⁾ giebt noch folgende als bewährt gefundene Schweisspulver an:

Für Stahl auf Eisen

35·6	Gewichtstheile	Borsäure,
30·1	"	Kochsalz,
26·7	"	Blutlaugensalz,
7·6	"	Kolophonium;

für Stahl auf Stahl

41·5	Gewichtstheile	Borsäure,
35·0	"	Kochsalz,
15·5	"	Blutlaugensalz,
8·5	"	entwässertes kohlen-saures Natron.

Ferner

7	Gewichtstheile	durch Erwärmen in ein weisses Pulver verwandeltes Blutlaugensalz,
2	"	entwässertes kohlen-saures Natron,
		Wechselnde Mengen von Borax;

oder

8	Gewichtstheile	Schwerspath,
1	"	Glasgalle,
1	"	Braunstein;

oder

12	Gewichtstheile	getrockneter Lehm,
3	"	calcinierte Soda,
2	"	Potasche;

oder

8	Gewichtstheile	Borax,
1	"	Salmiak,
1	"	Blutlaugensalz;

zusammen in Wasser aufgelöst und unter beständigem Umrühren bei gelinder Wärme zur Trockniss abgedampft.

¹⁾ Technologie I, S. 199, 4. Auflage.

Man sieht, dass auch diese Mischungen neben der Bildung einer leichtflüssigen, den Hammerschlag aufnehmenden Schlacke der Regel nach noch eine Zuführung von Kohlenstoff als Gegengewicht gegen unvermeidliche Oxydation beabsichtigen.

P a c k e t i r u n g .

Die Packetirung des Eisens hat entweder den Zweck, ungleichförmige Beschaffenheit auszugleichen, oder verschiedenartige Eisentheile in einem Stücke zu vereinigen.

Die Regel ist, dass ein Packet aus Stäben oder Platten gebildet wird, welche behufs der sicheren und guten Aufeinanderlage einen oblongen Querschnitt haben. Um diese einzelnen Stäbe und Platten zusammenzuhalten, wenn sie in den Schweissapparat kommen, pflegt man ihnen als Unterlage, oft auch als Decke eine grössere Platte (Platine, Fuss- oder Deckstück) zu geben. Kleinere Stücke bindet man durch Drath zusammen oder legt sie auf ein Brettchen, welches im Schweisssofen durch Verbrennung verzehrt wird.

Der Regel nach ist ein Packet von parallelepipedischer Form, in dem kleineren Verticalschnitt ganz oder nahezu quadratisch.

Fig. 240.

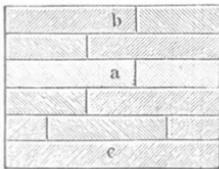


Fig. 241.

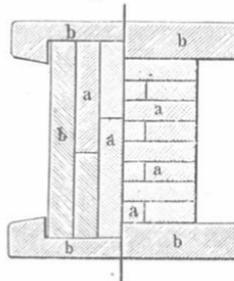
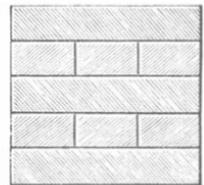


Fig. 242.



Ein solches Packet für eine Eisenbahnschiene mit Puddelstahlkopf und stark ausgebildetem Sehnenfuss (Vignolschiene) ist in der Figur 240, abgebildet. *aa* sind hier Rohschienen, welche in zwei Breiten ausgewalzt waren, um die Fugen in Verband zu bringen. Als Fussstück dient eine doppelt geschweisste Platte *c* aus gutem sehnigem Eisen, welche

Fig. 243.

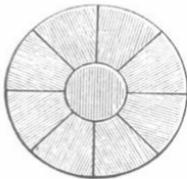


Fig. 244.



an den Wänden noch zwei gleichbeschaffene Quadratstäbe trägt. Als Decke dienen Stahlschienen (*b*), welche oft durch eine einzelne

doppelgeschweisste Stahlplatte mit darunter liegenden Quadratstäben aus demselben Material ersetzt werden.

Bei sehr grossen Stücken von stark ausgebildetem Profil pflegt man der Form des Productes schon im Packete vorzuarbeiten. So zeigt Fig. 241 zwei Arten einer Packetirung für grosses Doppel-T-Eisen. Links findet sich eine theilweis horizontale, theilweis verticale, rechts eine gleichartige Packetirung. *b* bedeutet wieder doppelgeschweisste Eisenplatten, *a* Rohschienen.

Blech, welches nach allen Seiten gleiche Zugfestigkeit haben soll, wird aus sogenannten Kreuzpacketen hergestellt, Fig. 242, d. h. es werden die Stäbe in horizontaler Lage krenzweis aufgestapelt.

Ausnahmsweise Packetirungen kommen für einzelne Gegenstände vor, welche besonders grosse Festigkeit haben sollen, so z. B. für Eisenbahnwagenaxen, die in Fig. 243 angegebene Anordnung.

Abfälle und Enden schliesst man in einen aus Deckschienen gebildeten kastenartigen Raum ein und umbindet das Ganze mit Drähten oder Flacheisen.

Schwierig ist es oft, Abfälle und Enden von Façoneisen, z. B. Eisenbahnschienen, zu packetiren. Man hilft sich dann nach den vorhandenen Beständen durch Gegeneinanderlegen verschiedener Sorten, wovon Fig. 244 ein Beispiel zeigt.

Beim Stahl muss sehr sorgfältig vorgegangen werden. Zuvörderst werden die einzeln zu schweisenden Stäbe unter dem Hammer geglättet, eine Arbeit, die man Plätten nennt, dann gerade gerichtet (geschient). Aus diesen Stäben legt man erst das hier Garbe genannte Packet zusammen, welches am sichersten im Holzkohlenfeuer geschweisst (gegärbt) wird.

Bei der Feststellung des Gewichts eines Packetes muss man zu dem verlangten des fertigen Productes den Schweissverlust und das Gewicht der Abfälle (Enden bei Stäben und Abschnitte bei Blechen) rechnen. Je höher das Gewicht, um so kleiner braucht die Zugabe zu sein. Deshalb pflegt man gern Eisenbahnschienen und ähnliche Gegenstände in langen Stücken zu walzen und diese dann zu zerschneiden. Auf beide Enden eines Stabes rechnet man 16 bis 90 cm Länge bei Sehneisen, 8 bis 40 cm bei Stahl.

Rinman¹⁾ nimmt für Stabeisen und Schienen 15 bis 45 cm an jedem Ende, für mittelstarke Bleche 20 Proc. an Abschnitten, für dünne, lange und schmale Bleche 25 bis 40 Proc. des fertigen Products an.

¹⁾ Ingeniörkalendern 1876.

Behandlung der schweisswarmen Packete.

Sind die Schirbeln oder Packete schweisswarm, so gehen sie entweder unter den Hammer oder unter die Walzen, um zusammengedrückt und von der eingeschlossenen Schlacke befreit zu werden. Man holt sie mit Zangen aus dem Schweissapparat und bringt sie auch mit denselben Werkzeugen zwischen die Walzen. Beim Hämmern pflegt man hin und wieder einen Eisenstab (Schweif) anzuschweissen, der als Handhabe dient. Sehr grosse Packete zieht man durch mechanische Mittel, wie diese bei den einzelnen Fabrikationszweigen näher beschrieben werden sollen, aus den Oefen.

Der Transport zum Walzwerk oder zum Hammer erfolgt bei kleineren Stücken durch Tragen oder Schleifen auf dem mit Eisenplatten belegten Hüttenboden, bei grösseren Stücken auf Schaufeln oder in Haken, welche mittelst Rollen an Hängeschielen laufen, bei noch grösseren Packeten auf zwei- oder vierrädrigen Wagen.

Zuweilen führen beständig rotirende, aus der Hüttensohle etwas hervorragende Rollen längere Stäbe, z. B. dreifache Eisenbahnschienen, zu den Walzen und von diesen zu den Oefen zurück.

Schweissen von flüssigem Stahl und Schmiedeisen.

Man hat vielfach und auch mit gutem technischen, wenn auch meist schlechtem ökonomischen Erfolge versucht, geschmolzenen Stahl mit schweisswarm gemachtem Schmiedeisen zu vereinigen. Es gehört hierzu nur eine reine Oberfläche des letzteren, welche am besten durch gepulverten Borax, der den Hammerschlag sehr leichtflüssig macht, hervor gebracht wird.

Die so vorbereitete Stange wird in die Form gestellt, welche den flüssigen Stahl aufnimmt.

Die Monkbridge Hütte bei Leeds in England hat nach Percy ¹⁾ das Material für Eisenbahnradreifen längere Zeit hindurch so hergestellt. Als Kern diente hierbei bestes Yorkshireisen, als Hülle Tiegelsstahl. Das erstere wurde durch Biegen und Zusammenschweissen der Enden in Ringform gebracht, dann im Ganzen schweisswarm gemacht, mit Borax überstreut und in die Form eingelegt, deren freier Theil darauf schnell mit Stahl ausgegossen wurde. Der erstarrte Reif

¹⁾ Iron, p. 859.

wurde nachher unter dem Hammer geschmiedet und dann fertig ausgewalzt. Die Schweissstelle soll bei guter Arbeit vollkommen gesund und weder beim Brechen noch beim Biegen zu trennen gewesen sein.

Das umgekehrte Verfahren, d. h. das Ausgiessen eines schmiedeeisernen schweisswarm gemachten und mit Borax ausgestreuten Rohres mit Gussstahl, hat man für gezogene Gewehrläufe, auch für Kanonen anzuwenden vorgeschlagen.

Bei diesem Verfahren der Schweissung fällt der Druck fort, aber das geringe specifische Gewicht der gebildeten flüssigen Schlacke begünstigt deren Entfernung von der Trennungsfläche und das Aufsteigen in der gleichfalls flüssigen Stahlsäule, so dass der Zweck, eine reine metallische Berührungsfläche zu erhalten, in der That so erreicht wird.

B. Formgebung des schmiedbaren Eisens.

1. Formgebung des Herdfrischeisens unter dem Hammer.

Nachdem der Deul der Herdfrischprocesse zerschrotten und die einzelnen Theile, Schirbel oder Kolben in demselben Frischapparate oder in einem besonderen Ausheizapparate wieder erhitzt worden sind, erfolgt das Ausrecken durch Handarbeit unter mechanisch, meist durch Wasserräder, bewegten Hämmern.

Helmhämmer¹⁾.

Diese Hämmer kommen alle darin überein, dass sie einen schweren Eisentheil, den Hammerkopf, an einem Stiel oder Helm tragen, der sich um horizontale Zapfen dreht, und sie werden deshalb auch mit dem gemeinschaftlichen Namen der Stiel- oder Helmhämmer belegt. Der Hammer wird durch Vermittelung einer mit Hebedaumen besetzten Welle gehoben und fällt frei nieder auf das auf einer festen Unterlage, dem Amboss, liegende Eisenstück.

Die Hebedaumen greifen entweder zwischen der Drehaxe des Hammerhelms und dem Hammerkopf an — Aufwerfhämmer und Patschhämmer — oder an dem über den Kopf hinaus verlängerten Helme — Stirnhämmer — oder endlich an dem über die Drehaxe hinaus verlängerten Helme — Schwanzhämmer.

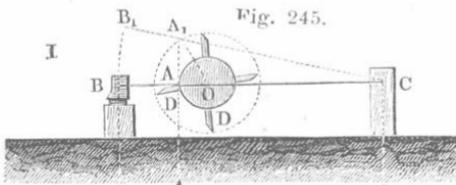
Diese drei Arten von Helmhämmern sind schematisch in den drei folgenden, der Weisbach'schen Ingenieur- und Maschinen-Mechanik entnommenen Zeichnungen enthalten²⁾ (Fig. 245, 246 u. 247 a. f. S.).

¹⁾ Tunner, Stabeisen- und Stahlbereitung; Weisbach, Ingenieur- und Maschinen-Mechanik; Hauer, Hüttenwesens-Maschinen.

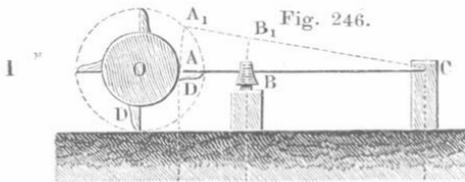
²⁾ III. Bd., 2. Abth., 1. Auflage.

Percy, Metallurgie. II. Abthl. 3.
(Wedding, Schmiedeeisen u. Stahl.)

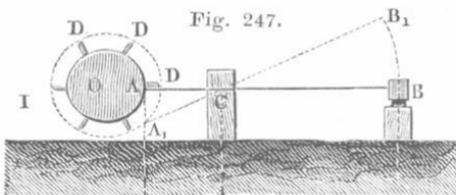
Hier bedeutet überall C den Drehpunkt, A den Angriffspunkt der Daumen D , B den Hammerkopf, O die Daumenwelle, $B_1 B$ die beim freien Fall vom Hammerkopf zurückgelegte Kreisbogenbahn, $A_1 A$ die entsprechende Bahn am Angriffspunkte.



Aufwerfhammer.



Stirnhammer.



Schwanzhammer.

Die lebendige Kraft des Hammers beim Aufschlagen ist $= Gh$, wenn G das gesammte Gewicht (Hammerkopf und Helm), h die Fallhöhe des Schwerpunktes bedeutet. Nennt man den Kraftarm oder den Abstand des Angriffspunktes der Kraft von dem Drehpunkte $CA = a$ und den Abstand des Schwerpunktes des Hammerkopfes vom Drehpunkt $CB = b$,

so ist $P = \frac{b}{a} Q$. Daher muss bei gleichem Verhältnisse von $\frac{b}{a}$ zur Erzielung gleicher lebendiger Kraft ein Hammer mit kleiner Hubhöhe ein grosses Gewicht haben und umgekehrt.

Wird ferner die Fallhöhe des Schwerpunktes des ganzen Hammers $= h$, diejenige des Hammerkopfes $= l$ genannt, so ist, wenn die Entfernung des ersteren von der Drehaxe mit c bezeichnet wird, $\frac{h}{l} = \frac{c}{b}$. Es kann daher bei gleicher Hubhöhe zur Erreichung derselben lebendigen Kraft das Gewicht des Hammerkopfes um so kleiner sein, je

mehr die beiden Schwerpunkte zusammenfallen. Der Regel nach construirt man die schwersten Hämmer als Stirn-, die leichtesten als Schwanzhämmer.

Der Helm ist einer Biegung ausgesetzt, wie jedesmal Nr. II in den Figg. 245 bis 247 zeigt. Diese Biegung ist am stärksten beim Schwanzhammer, am geringsten beim Aufwerfhammer, nämlich

beim Schwanz-, Stirn-, Aufwerfhammer

$$= 1 : 1 - \frac{b}{a} : 1 - \frac{a}{b}$$

Daher muss unter sonst gleichen Umständen der Helm beim Schwanzhammer am stärksten ausfallen. Letzterer wird der Regel nach nur zum Ausschmieden schwächerer Eisensorten benutzt.

Um die Schlagdauer zu verkürzen, ohne die lebendige Kraft zu verringern, begrenzt man die dem freien Hube entsprechende Fallhöhe durch einen elastischen Körper (Prellung), d. h. man lässt den Hammerkopf nicht bis zu der Höhe aufsteigen, welche dem Momente der ihm durch die Daumen erteilten Bewegung entsprechen würde, sondern fängt denselben vorher auf.

Diese Prellung legt man in der Form eines elastischen Balkens (Reitel) bei Aufwerfhämmern über den Helm, in der Form eines Buffers (Prellklotz) bei Schwanzhämmern unter den Schwanz. Bei Stirnhämmern ist der Regel nach eine Prellung nicht erforderlich, weil wegen ihrer Schwere nur eine geringe Schlagzahl nöthig erscheint.

Die Drehaxe der Helmhämmer hat die Form eines den Helm umschliessenden Auges mit zwei Zapfen, welche in Lagern ruhen. Diese Lager sind in einem eisernen oder hölzernen Gerüste befestigt, welches oft gleichzeitig die Prellvorrichtung trägt.

Die Daumenwelle, welche meist ohne jede Uebersetzung eine Verlängerung der Wasserradwelle bildet, liegt bei Schwanz- und Stirnhämmern der Regel nach rechtwinklig zum Hammerhelm, bei Aufwerfhämmern dagegen parallel, doch kommen beiderseitig vielfache Ausnahmen vor.

Der Hammerhelm besteht aus Holz (Esche oder Buche), selten aus Schmiedeseisen, oder bei Stirnhämmern, wo er mit dem Kopfe ein Stück bildet (Patschhammer), aus Gusseisen.

Der Hammerkopf wird sowohl aus Schmiedeseisen mit verstärkter Bahn, als aus Gusseisen mit abgeschreckter Bahn, oder aus Stahl mit gehärteter Bahn hergestellt.

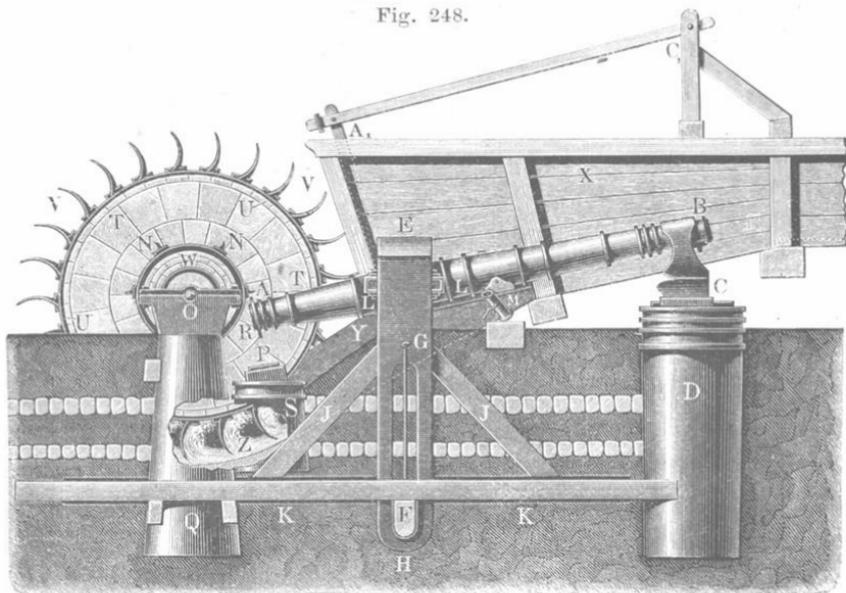
Das zu bearbeitende Eisenstück ruht auf dem Amboss. Der Amboss bildet daher den festen Widerstand und darf den Schlägen des Hammers nicht ausweichen. Da er aber gleichzeitig mit seiner Bahn eine bestimmte, meist der Hammerbahn parallele Lage haben soll und darauf eingerichtet werden muss, so stellt man ihn aus gleichen Materialien wie den Hammerkopf, mit verhältnissmässig geringem Gewichte her und befestigt ihn in einer schweren Unterlage, der Schabotte (Chabotte, Chavatte, Chabatte), die meist aus einem einzigen Stücke Gusseisen besteht und auf dem tief in das Erdreich eindringenden Hammerstocke ruht.

Der Hammerstock besteht der Regel nach aus einem Baumstamme von hartem Holze, bei ganz leichten Hämmern aus einem mit Sand gefüllten, fassdaubenartig zusammengefügtten cylindrischen Gefässe.

Schwanzhämmer.

Fig. 248 stellt einen steierischen Schwanzhammer dar, welcher durch ein sogenanntes Stockwasserrad *TT'* mit gekröpften eisernen Schaufeln *VV* betrieben wird. Das Aufschlagswasser kommt aus dem Gerinne *X*. Die

Fig. 248.



Steierischer Wasserradschwanzhammer.

den Zapfenring tragenden Lager *L* ruhen in den Gerüstständern *GH*, welche unten geschlitzt sind und den Verbindungsbalken *F* tragen, der seinerseits wieder an einer schmiedeisernen Stange *G* aufgehängt ist. Ueber den Querbalken laufen die Verbindungsstücke (Schwerbrückenbalken) *K*, welche die Lagerständer *Q* der Daumenwelle *W* und den Hammerstock *D* gleichfalls mit dem noch durch Querspreizen *J* gestützten Gerüstständer *G* zu einem festen Ganzen verknüpfen.

Die Daumen *V* drücken den mit eisernen Ringen armirten Schwanz *A* nieder. Der Prellklotz *P*, der aus einem Holzstock *S* und einer darauf liegenden eisernen Platte besteht, fängt den Schwanz auf. Der Hammerkopf *B* fällt auf den Amboss *C*, welcher in einer gusseisernen Schabotte befestigt ist, deren Unterlage der Hammerstock *D* bildet. Soll der Hammer ohne Anhalten des Wasserrades stillgestellt werden, so wird die

Stütze *M* (der sogenannte Bauer oder Knecht) vermittelt eines Handgriffs aufgestellt, während der Hammer in höchster Lage sich befindet. Die Schnelligkeit der Hammerschläge wird nur durch die Menge des Aufschlagwassers vermittelt der Schütze *A*₁ regulirt.

Ein durch eine oscillirende Dampfmaschine betriebener Schwanzhammer ist in Fig. 249 dargestellt. Der schmiedeiserne, ca. 100 Kg

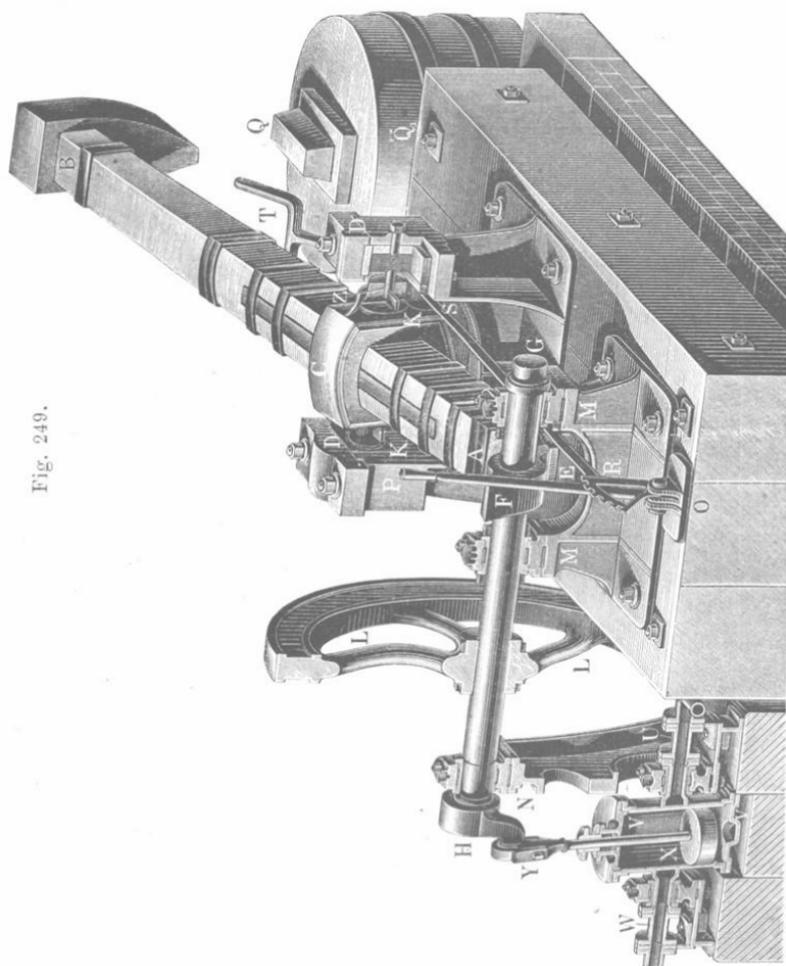


Fig. 249.

Dampfschwanzhammer.

schwere Hammer macht bei 0,39 m Hub per Minute 120 Schläge. Der Hammerhelm *AB* ist aus Buchenholz gefertigt und in dem Ringe *CK* verkeilt. Zum Niederdrücken dienen nur zwei Daumen *F*, welche auf eine an den Schwanz angesetzte, also denselben verlängernde Eisenplatte oder Knagge *E* drücken. Ebenso schlägt der Schwanz mit einer daumartigen Platte auf den Prellstock auf.

Der Durchmesser des Dampfkolbens *X* ist 212 mm, der Kolbenhub 316 mm, der Dampf hat $4\frac{1}{2}$ Atmosphären Spannung. Die Dampfmaschine ist mit Schwungrad versehen. Um den Hammer stillzustellen, ohne die Maschine anzuhalten, wird die Gabel *T* mittelst der Vorrichtung *OPRS* aufgerichtet.

Die beiden Hebelarme eines Schwanzhammers legt man im Verhältniss von 4 : 9 bis 4 : 12 an. Die Hubhöhe wechselt zwischen 30 und 60 cm, beträgt der Regel nach aber 50 cm; das Gewicht des Hammerkopfes schwankt zwischen 100 und 750 Kg, beträgt der Regel nach aber von 200 bis 320 Kg; die Zahl der Schläge ist für Zänge- und grobe Schmiedarbeit durchschnittlich 120.

Soll ein Schwanzhammer nur für Schmiedarbeit verwendet werden, so kann man die Hubhöhe auf 30 cm und das Gewicht bis auf 75 Kg verringern, die Zahl der Schläge dagegen auf 200 und darüber, je nach der Geschicklichkeit der Arbeiter, vermehren.

Die Schwanzhämmer haben den grossen Vortheil, für die Arbeiter den Raum am Amboss hinreichend frei zu lassen.

Die Hammerbahn macht man bei 12 bis 54 mm Breite 310 bis 630 mm lang. Dieselbe wird so gelegt, dass sie beim Aufliegen den Amboss nur vorn berührt, um bei einer mittleren Eisenstärke mögliche Parallelität der beiden Bahnen zu erreichen. Hammerkopf wie Amboss erhalten häufig besondere Bahnen, welche durch schwalbenschwanzförmige Feder und Nut mit dem Haupttheile verbunden sind. Die Schabotte wird 5- bis 8mal, besser 10- bis 20mal so schwer als der Hammer gemacht. Der Hammerstock, der mittelst Reifen gegen das Spalten durch Eintreiben der Schabotte geschützt ist, erhält ca. 1 m Durchmesser und 2 bis 3 m Länge und ruht oft noch auf einem Lager von Schotter, Holz, oder selbst auf einem Gerüste von Pfählen auf. Die oben erwähnten mit Sand gefüllten, von Fassdauben begrenzten Schabotten kommen nur bei kleinen Hämmern vor.

Die Hammer- oder Daumenwelle besteht aus einem gesunden Baumstamm von der Regel nach 6 bis 7 m Länge und 60 bis 80 cm Stärke. Die Daumen oder Ertel sitzen an einem starken eisernen Ringe und sind an beiden Seiten mit hartem Holz armirt. Ihre Druckfläche sollte eine Epicykloide sein, wird aber nur annähernd durch Beschneiden des Holzes in diese Form gebracht.

Das Hammergerüst der Schwanzhämmer ist äusserst einfach und beschränkt sich auf die zwei die Zapfenlager (Büchsen) tragenden Säulen.

Für Schwanzhämmer sind als Motoren unterschlägige Wasserräder, Poncelet-Räder und Turbinen mit horizontaler Axe am besten direct zu verwerthen, ober- und mittelschlägige Wasserräder verlangen Vorgelege zur Verdoppelung der Geschwindigkeit. Hochdruckdampfmaschinen kann man bei Krummzapfenverbindung zum directen Betriebe der Daumenwellen gebrauchen.

Aufwerfhämmer.

Die Aufwerfhämmer sind die im Norden Europas verbreitetsten Helmhammer beim Frischfeuerbetriebe.

In nachstehender Fig. 250 (a. f. S.) ist ein schwedischer abgebildet. Ein überschlägiges Wasserrad l treibt die Hammerwelle i , welche parallel dem Helme läuft und mit dem Daumenkranz kk' armirt ist. Der Hammerkopf b ist an den walzenförmigen Holzhelm (aus Birkenholz) c festgekeilt. Der letztere dreht sich mit den Zapfen d'' in den Lagern. Die Lager liegen in einem eigenthümlich geformten, auf einer Holzunterlage ruhenden, mit dem Fundamente gh und dessen Holzsohle h' durch Bolzen fest verbundenen Gerüste d und sind leicht herausnehmbar. Dasselbe Gerüst trägt den aus zwei federnden Holzstücken zusammengesetzten Reitel e , der durch Bänder und Keile fest damit verbunden ist.

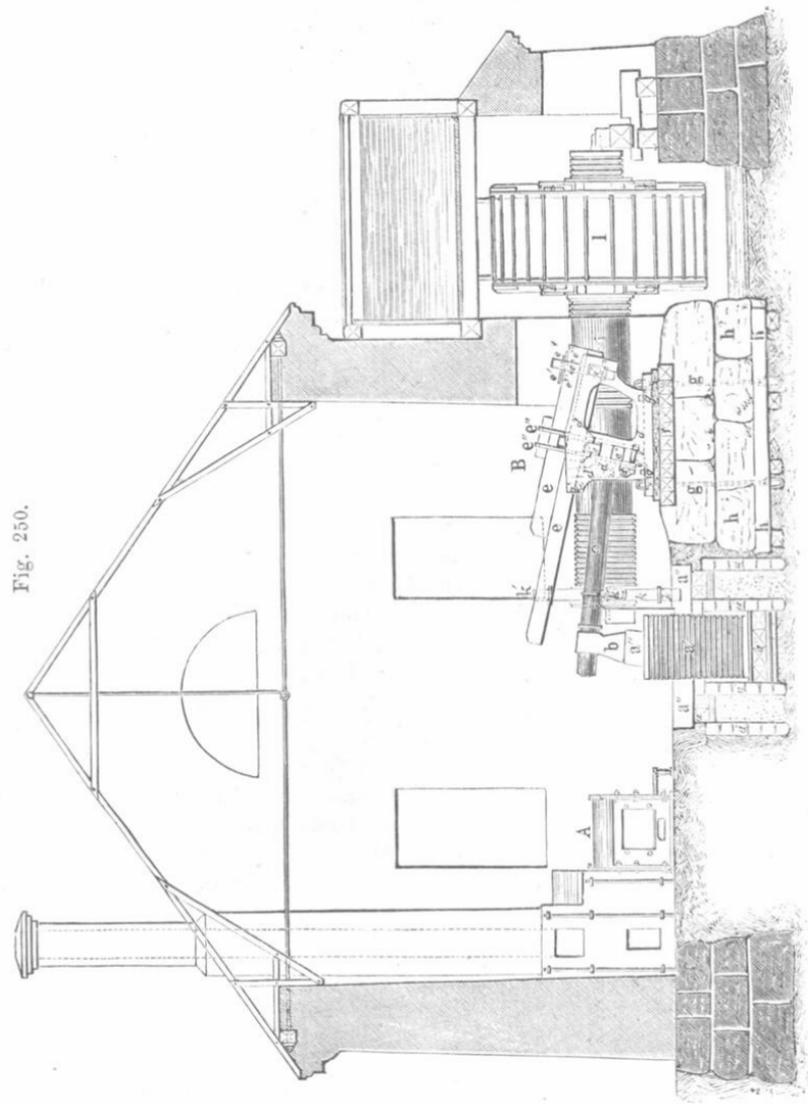
Der Amboss a und die Schabotte ruhen auf dem hier im Horizontalschnitt quadratischen, aus vier Holzblöcken bestehenden und mit Eisenreifen armirten Hammerstock. Der letztere liegt auf einem Holzfundamente und ist von dem benachbarten Erdreich durch eine doppelte hölzerne Spundwand $a''a''$ isolirt.

Die alten deutschen Aufwerfhämmer, wie sie noch um Mitte des Jahrhunderts in grosser Zahl in Oberschlesien existirten, waren in mächtigen Holzgerüsten angeordnet, wie deren eins in der Fig. 251 (a. S. 745) abgebildet ist. Ein solches Gerüst bestand aus vier Paar Säulen, den Reitel- oder Drahmsäulen KM und LN , in denen der Reitel HL gelagert war, den Büchsenäulen, welche die Drehzapfen aufnahmen, CS , und den Hüttenäulen Q . Alle waren durch den Drahmbaum OP verbunden und noch sonst durch Streben abgesteift.

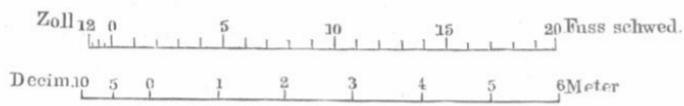
Dem verstorbenen Oberhütteninspector Wachler zu Malapane war namentlich die Einführung der eisernen Hammergerüste zu danken, welche viel einfacher ausfielen, durch ein eisernes Fundamentgitter hinreichende Festigkeit erhielten und die Zugänglichkeit des Hammers wesentlich beförderten. Der eintretende Holzangel zwang schnell zu allgemeiner Einführung der eisernen und zum Verlassen der Holzgerüste.

Die Zeichnung, Fig. 252 (a. S. 745), stellt ein eisernes Hammergerüst dar. Die gusseisernen Gerüstsäulen KUM und LVN tragen den Reitel. In dem Ständerpaar ST , den Büchsenäulen, liegen die Lager für die Zapfen des Helms AD . Die Säulen sind verbunden und gehalten durch das auf dem Holzfundament O ruhende eiserne Gerüst QRR_1Q_1 , welches einen Kasten von 2,8 m Länge, 1,6 m Breite und 1,65 m Höhe bildet. Die angegossenen Kästen N und M nehmen die Reitel-Säulenfüsse auf. Der Hammerstock steht getrennt. Aus der Zeichnung ist die Einrichtung des Daumenkranzes und die Anfügung der Holzstücke E gut zu ersehen. Der Helm ist am Angriffspunkte der Daumen mit einem Blechstücke armirt.

Die Aufwerfhämmer haben wohl zuerst Veranlassung zum Uebergange auf directen Dampftrieb gegeben. Zwar kommt es nur selten vor,

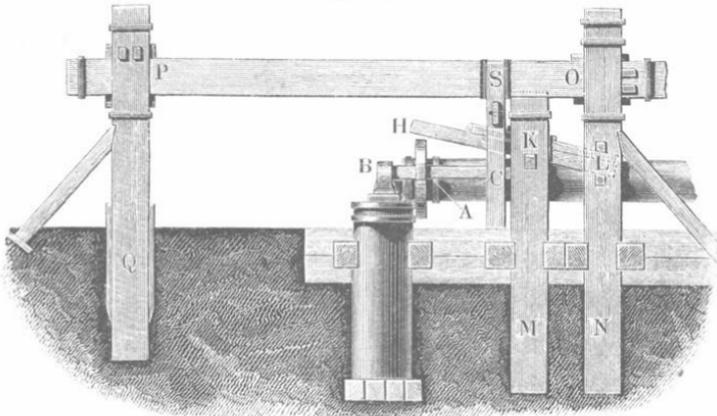


Schwedischer Aufwerfhämmer.



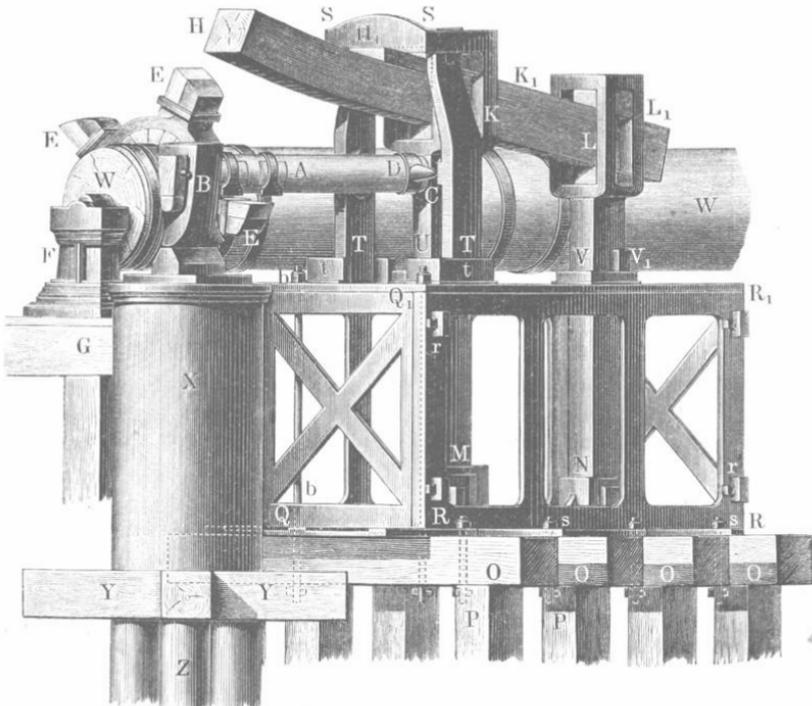
dass an Stelle des Wasserrades zum Umtrieb einer Daumenwelle eine rotirende Dampfmaschine benutzt wird, häufiger dagegen, z. B. in den

Fig. 251.



Schlesisches hölzernes Hammergerüst.

Fig. 252.



Eisernes Hammergerüst.

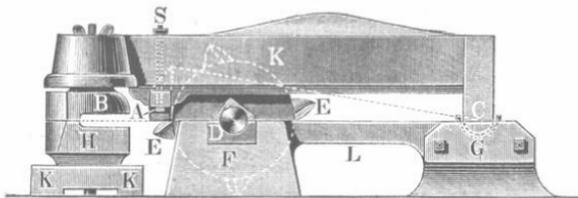
älteren Werkstätten von Fr. Krupp zu Essen, dass die Kolbenstange eines einfach wirkenden Dampfzylinders direct am Helm angreift. Während hier der Cylinder unterhalb des Helms steht, hat Reveley¹⁾ hinter dem Hammer einen liegenden Cylinder angeordnet, welcher den durch eine Feder niedergezogenen Helm vermittelt der Geradrichtung eines Kniehebels emporhebt.

Bei den Aufwerfhämmern greifen die Ertel der Regel nach in $\frac{2}{3}$ der Helmlänge von der Drehungsaxe aus an. Die Hubhöhe beträgt 52 bis 65 cm, die Anzahl der Schläge 80 bis 120 pro Minute, das Gewicht des Hammerkopfes 200 bis 300 Kg.

Brusthämmer oder Patschhämmer.

Zu der Kategorie der Aufwerfhämmer gehören auch die Brust- oder Patschhämmer, welche der Regel nach das schwerste Gewicht (300 bis 5000 Kg) und eine geringe Hubhöhe haben, auch durch das Fehlen des Reitels charakterisirt sind. Bei ihnen liegt die Daumenwelle rechtwinklig zum Helm. Der Angriffspunkt der Daume wird oft tief unter den Helm gelegt und der letztere, welcher oft aus Eisen besteht, erhält zu diesem Zwecke einen Ansatz (Fuss), welcher mit einem abnehmbaren Streichblech *A*, Fig. 253,

Fig. 253.



Brust- oder Patschhammer.

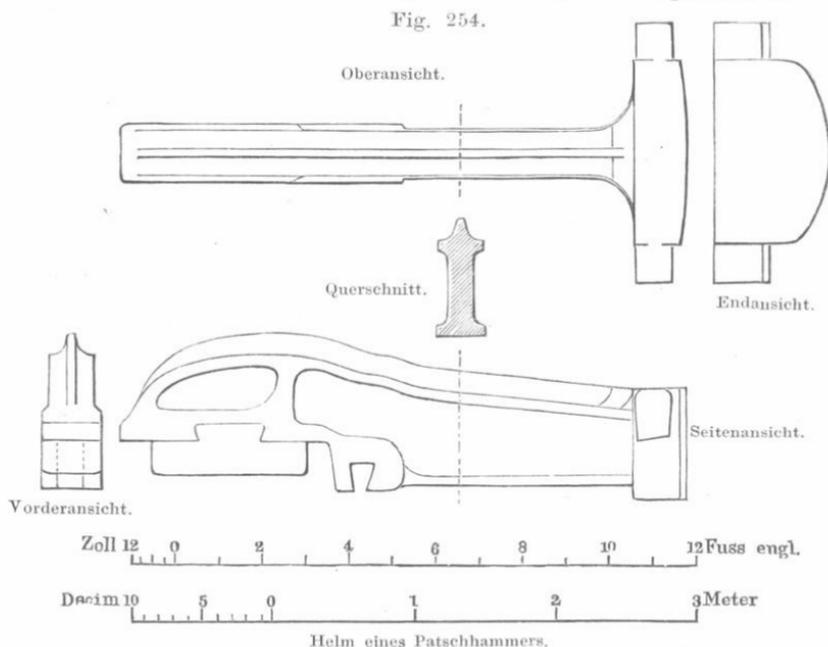
armirt ist. Der Helm *K* ist am hinteren Ende nach unten verlängert (*C*) und ruht mit dem abgerundeten unteren Theil dieser Verlängerung auf gusseisernen Axenständern *G*. Die Zapfenständer *F* sind mit den letzteren durch starke gusseiserne Streben *L* verbunden. *B* bedeutet den eingesetzten Hammerkopf von kreuzförmiger Gestalt, *H* ist der in der Schabotte *K* befestigte Amboss.

Der dargestellte Hammer hat ein Gewicht von 4000 bis 4500 Kg, einen Hub von ca. 37 cm und macht pro Minute 70 bis 90 Schläge.

Die Hämmer werden zum Zängen von Stahlruppen, ganz besonders aber auch zum Dichten und zum Schweißen von Blechbrammen verwendet.

¹⁾ Polyt. Centralbl. 1865, S. 505.

Der gusseiserne Helm eines grossen Patschhammers von den Mersey-Stahl- und Eisenwerken bei Liverpool ist in Fig. 254 abgebildet ¹⁾.



Stirnhämmer.

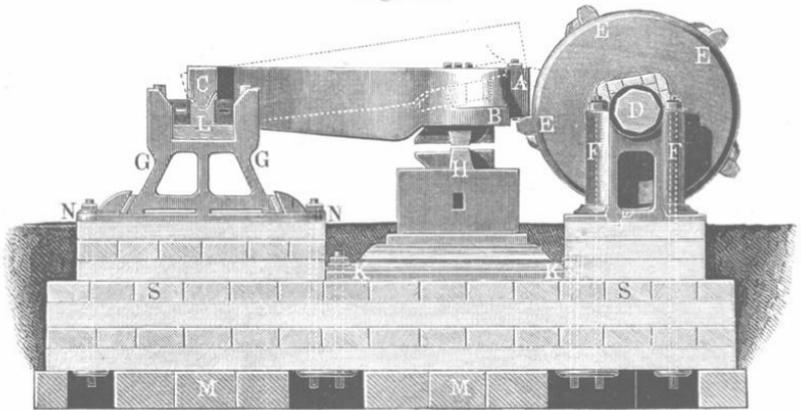
Die Stirnhämmer schliessen sich in ihrer ganzen Anordnung eng an die Brusthämmer an, von denen sie sich im Wesentlichen nur dadurch unterscheiden, dass der Angriffspunkt der Daume über den Hammerkopf hinaus verlegt ist. Fig. 255 (a. f. S.) zeigt einen solchen Hammer in Seiten- und Oberansicht. Der ganze Apparat steht auf einem schweren Holzfundamente *SS*, welches durch Mauerwerk *M* getragen wird. Der Ambosstock ist zu einer Platte *KK* zusammengeschrumpft. Schabotte und Amboss *H* nehmen die tiefste Stellung ein. Die Lagerböcke *G* tragen die Drehaxe *C*, welche mit dem Helme in einem Stücke angefertigt ist. Die Daumen *E* greifen unter die Nase *A*, welche hier nicht die bei den Brusthämmern erforderliche Verlängerung nöthig hat.

Die Stirnhämmer haben theils zwar hölzerne Helme, in der Regel bestehen aber, wie bei dem Patschhammer, Helm, Hammerkopf (in welchen nur die Hammerbahn eingesetzt wird) und Drehzapfen aus einem Stück

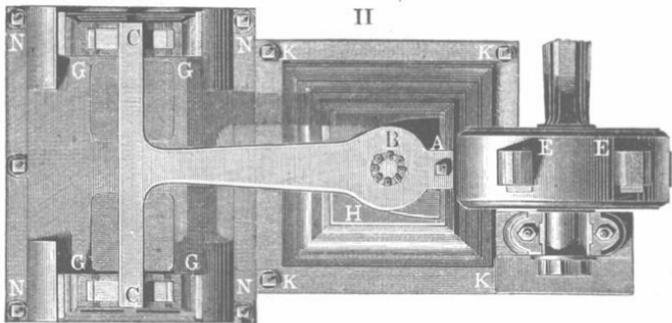
¹⁾ Während die Schwanzhämmer im Englischen *Tilt-hammers* heissen, werden Aufwerfhämmer und Stirnhämmer zusammen *Helves* oder *Lift-hammers* genannt, die Brusthämmer besonders *Belly-helves*.

Gusseisen, seltener aus Schmiedeisen. Die Hubhöhe beträgt 60 bis 100 cm, die Anzahl der Schläge 40 bis 60 pro Minute, das Gewicht 700 bis 1400 Kg.

Fig. 255.



Stirnhammer (Ansicht).



Stirnhammer (Grundriss).

Der Wirkungsgrad dieser Hämmer kann zu 80 Procent angenommen werden ¹⁾.

¹⁾ Ist G wieder das Gewicht des ganzen Hammers, c die Entfernung des Schwerpunkts von der Drehaxe, b die Entfernung des Schwerpunkts des Hammerkopfs von der Drehaxe, h die Hubhöhe, so ist der für jeden Hub nöthige reine Effect $E = G \cdot h \cdot \frac{c}{b}$; bedeutet n die Anzahl Hammerschläge pro Minute, so ist beim Wirkungsgrad 0,8 der von der Kraftmaschine an die Hammerwelle zu übertragende Effect $E_1 = \frac{n \cdot E}{60 \cdot 0,8}$. Das Verhältniss der Entfernung zweier Daumen zum Bogen, welchen der Daumen während der Hebung des Hammers zurücklegt, wird hier, wie bei allen Helmhämmer zu 2,5 angenommen. (Hauer, Hüttenwesens-Maschin. 2. Aufl., S. 313.)

Ausschmiedung der Schirbeln.

Während zum Zängen der Deule hauptsächlich die Aufwerfhämmer, aber auch alle anderen genannten Arten von Helmhämmern benutzt werden, kommen zum Ausschmieden der Schirbeln zu Stäben der Regel nach bei größeren Sorten ebenfalls Aufwerfhämmer, bei feineren Sorten Schwanzhämmer, zum Ausschmieden in Blechform fast nur Schwanzhämmer zur Anwendung.

Stabeisen. Die groben Stabeisensorten pflegt man Reckeisen zu nennen, die feinen Zain- oder Krauseisen — letzteres, wenn die Hammerschläge als regelmässig wiederkehrende Furchen darauf sichtbar bleiben —; wenn das Eisen breit, aber sehr schwach ist, heisst es Bändeisen.

Die Form der Hammerbahn richtet sich wesentlich nach der Art des herzustellenden Eisens.

Bei Zängehämmern beträgt

die Länge der Hammerbahn	47 bis 63	cm
„ Breite „ „	{vorn 3·9 „ 5·2	„
	{hinten 2·6	cm.

Die Ambossbahn ist der Regel nach einige Centimeter länger und ca. 0·6 bis 0·7 cm breiter.

Bei Reckhämmern ist

die Länge der Hammerbahn	31 bis 47	cm
„ Breite „ „	{vorn 2 „ 4	„
	{hinten 1·3 „ 2·6	„

Wie bereits erwähnt, soll die Hammerbahn beim Aufliegen auf dem Eisen genau parallel der Ambossbahn sein. Da sich dies indess für jede Eisenstärke ändern müsste, so pflegt man da, wo verschiedene Eisenstärken abwechselnd hergestellt werden sollen, den mittleren Abstand als Anhalt zu nehmen. Beim Berühren der Ambossbahn wird daher selbstverständlich der Hammer bloss vorn aufliegen; man sagt: „Der Hammer geht im Spitz.“ Je breiter die zu schmiedenden Stäbe sind, um so schwieriger ist eine gute Ausführung und um so länger muss zur Vermeidung eines starken Spitzes die Entfernung des Hammerkopfes von der Drehaxe sein.

Hammer- und Ambossbahn müssen genau in derselben Verticalebene liegen. Abweichungen von dem Parallelismus in dieser Richtung erschweren das Glattschmieden (Schlichten) ungemein, obwohl es geschickte Schmiede giebt — oder vielleicht nur gab —, welche das sogenannte Wellenschmieden verstehen, d. h. die Stäbe quer über den Amboss ausrecken können.

Das Ausschmieden des gewöhnlichen Reckeisens geschieht nur nach dem Augenmaasse; das Strecken wird sowohl durch Einfallen der Hammerbahn bei Schräghaltung des Stabes, als durch Einkerbung befördert,

das Gleichmachen (Schlichten) aber durch Parallelhaltung. Die Stäbe werden bald flach-, bald hochkantig geschmiedet, bis sie die gewünschten durch eine Lehre nachzumessenden Dimensionen erhalten haben.

Kommt viel auf äusseres Ansehen an, so werden sie nach dem Schlichten mit Wasser besprengt oder in Wasser getaucht und bis zum Dunkelwerden (kalt) geschmiedet.

Rundeisen wird in Gesenken von quadratischem Querschnitte bei fortwährender Drehung des Stabes geschmiedet, anderes Façon-eisen in entsprechenden Gesenken.

Blechschmieden. Das Blechschmieden ist schneller als das Stab- schmieden durch das Walzen verdrängt worden, weil der Erfolg gegen das letztere ein sehr ungünstiger ist. Es bleibt selbst für den geschickten Arbeiter eine überaus schwierige Aufgabe, eine Blechtafel überall von gleicher Stärke und dabei ohne Beulen auszuhämmern.

Blechhämmer erhalten oblonge Bahnen, welche nach der Breite etwas convex gestaltet sind; 15 bis 37 cm lang, 2 bis 18 cm breit. Auch hier ist die Ambossbahn etwas grösser als die Hammerbahn und entweder ganz eben oder umgekehrt convex.

Die Hammerschmiede ist im Allgemeinen von den Walzwerken verdrängt worden; wenn sie trotzdem noch hier und da besteht, so hat dies seinen Grund darin, dass einerseits die Art des Frischprocesses die nöthige Zeit für das Ausrecken der Schirbeln ohne Vermehrung der Arbeitskräfte zulässt, andererseits die ganze Anlage der Frischhütte der Regel nach nicht geeignet für die Aufstellung eines Walzwerks, aber sehr bequem für die Einrichtung eines Hammers ist.

Die Ungleichmässigkeit in den Abmessungen ist der grösste, selbst durch geschickte Arbeiter nicht ganz zu vermeidende Uebelstand des Hammereisens gegen das Walzeisen; die Möglichkeit, ja Nothwendigkeit, jeden Theil genau anzusehen und daher Fehler im Schweissen durch Einmischung von Schlacke etc. leicht zu vermeiden oder durch Aushauen zu verbessern, ist ein Vortheil, welcher namentlich beim Stahl nicht unterschätzt werden darf.

Das fertige Hammereisen wird auf äusseres Ansehen untersucht. Es muss scharfkantig, ohne Risse, frei von Aschenflecken (welche durch eingedrückten Glühspan entstehen) sein und Schlag- und Biegeproben aushalten.

Beim langsamen Brechen zeigt das Hammereisen eine dem Kohlenstoffgehalte entsprechende Textur, aber der Bruch ist bei kohlenstoff-

freieren Sorten nicht so schnig, als wenn das gleiche Eisen durch Walzarbeit hergestellt wird. Ein plötzlicher Bruch (nach Einhauen mit dem Kaltmeissel) zeigt eine körnige, lichtblaue, seidenartig glänzende Textur. Ein weisser, grobkörniger oder blättriger, stark glänzender Bruch ist ein Beweis von Kaltbruch (Phosphorgehalt), eine gleichzeitig gelbliche Farbe deutet auf verbranntes Eisen (Sauerstoffgehalt). Matte, dunkelgraue Stellen rühren von Schlackeneinmischung (Faulbruch) her. Ein dunkler, ungleichartiger Bruch zeigt unzureichende Gare (Rohbruch) an. Ein durch Kalthämmern spröde gewordenes Eisen ist sehr feinkörnig. Rothbruch (Schwefelgehalt) muss am heiss gemachten Eisen festgestellt werden. Tunner fasst die Eigenschaften eines guten Eisens folgendermaassen zusammen:

„Dunkle Farbe und starker Glanz oder lichte Farbe und wenig Glanz beweisen am frischen Bruch ein gutes Eisen. Je härter ein Eisen ist, desto später wird es bei der mechanischen Bearbeitung aus der ursprünglich stets körnigen Textur in ein faseriges Gefüge übergehen, wobei die Fasern nach der Richtung liegen, in der das Ausrecken geschehen ist, und um so feiner und schöner zu sein pflegen, je später sie entstanden sind.“

Das Sortiren des kohlenstoffreichen Stahls geschieht neben den Proben in vorgenannter Weise am besten nach der Beschaffenheit in gehärtetem Zustande, weshalb man die Stahlstäbe nach dem Ausschmieden ganz in Wasser zu werfen pflegt.

Rothbruch zeigt sich am leichtesten an einem dünnen gehärteten Stabe, dessen Kanten rauh und rissig werden und in den Rissen Glühspan enthalten, während bei gutem Stahl die Kanten rein von Glühspan und glatt anzufühlen sind.

Der Bruch eines guten Stahlstabs darf keine, leicht an dem gröberen Korn oder an Sehnen erkennbare, Eisenadern enthalten ¹⁾.

Je feiner die Abmessungen sind, zu denen der Stahl ausgereckt wird, um so feiner wird das Korn; unter sonst gleichen Umständen aber steigt die Feinheit des Kornes bis zu etwa 2 Proc. mit dem Kohlenstoffgehalte.

Ein harter Stahl erhält beim Einwerfen in Wasser mit hellem Klange feine Sprünge (Hartschricke). An den Trennungsflächen zeigen sich Anlaufsfarben in concentrischen Ringen (Rosen).

Schweissbarkeit, natürliche oder durch Härtung erreichbare Härte etc. müssen durch besondere Versuche festgestellt werden ²⁾.

¹⁾ Ein eisenärdriger Stahl heisst Mock.

²⁾ Vergl. Tunner, Stabeisen- und Stahlbereitung.

2. Rohstäbe.

Rohstäbe, Rohschienen, Luppenstäbe oder Puddelstäbe nennt man das aus gepuddelten Luppen dargestellte stabförmige Eisen, welches noch so mit Schlacken gemengt ist, dass eine weitere Verarbeitung erforderlich wird. Die Rohstäbe zeigen daher auch eine sehr unganze, schuppige und rissige Oberfläche. Aus dem Bruche lässt sich sehr gut bereits die Beschaffenheit des Eisens erkennen und man sieht, ob Faulbruch, Rohbruch, Rothbruch oder Kaltbruch, ob grobkörniges, feinkörniges, sehniges oder gemischtes Eisen, ob Schmiedeeisen oder Stahl vorhanden ist.

Die Rohstäbe werden nach ihrer Vollendung gebrochen und sortirt, um darauf zu den verschiedenen Arten von Handelseisen durch Packetirung und Schweissung verarbeitet zu werden.

Die Luppen, welche aus dem Puddelofen kommen, unterliegen zuvörderst einem Zängeproccesse unter Quetschen oder Hämmern, selten gehen sie direct unter das Walzwerk, welches in diesem Falle sich nur dadurch von den Walzwerken zum Ausrecken vorgehämmerter Luppen unterscheidet, dass es für die Aufnahme eines grösseren Querschnitts eingerichtet ist.

Luppenquetschen.

Es giebt auf- und abgehende und rotirende Luppenquetschen. Die ersteren gestatten eine vollkommene Auspressung der Schlacke, die letzteren erfordern weniger Handarbeit.

Auf- und abgehende Luppenquetschen¹⁾.

Die auf- und abgehenden Luppenquetschen waren früher in Deutschland und in England die allein angewendeten Zängeapparate, sie sind aber jetzt fast überall durch den Dampfhammer verdrängt worden. Die erste Luppenquetsche ist von John Hartop 1805 construirt worden²⁾.

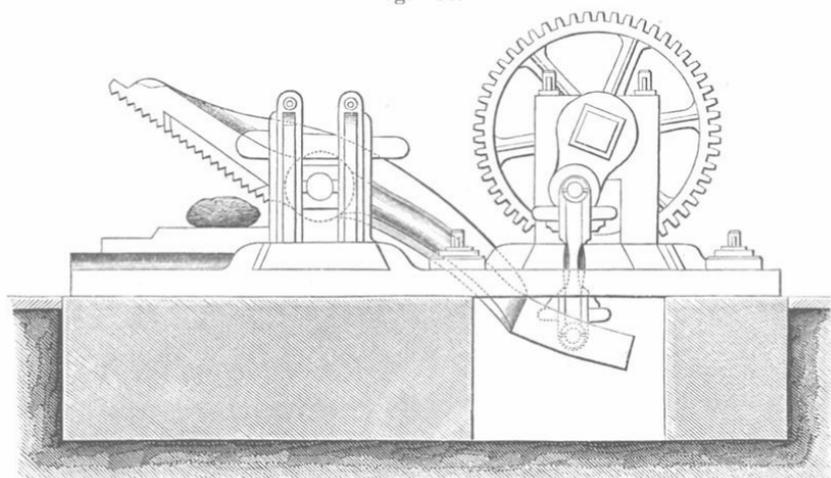
Die einfachste Art der auf- und abgehenden Luppenquetschen ist ein doppelarmiger Hebel, an dessen einem Ende ein Motor vermittelst Kurbel oder Excentrik, auch wohl direct mit der Kolbenstange angreift, während das andere Ende (Maul) zur Bearbeitung des Eisens auf einer festen Unterlage dient. Sowohl das Maul als die Unterlage, der Amboss sind behufs leichter

¹⁾ Hauer, Hüttenwesensmaschinen; Percy, Iron; Karsten, Eisenhüttenkunde.

²⁾ Patent, 1805, Nov. 7, Nr. 2888.

Erneuerung im Falle von Beschädigungen mit auswechselbaren Platten von Hartguss oder Stahl armirt. Die eingesetzten Pressplatten erhalten

Fig. 256.



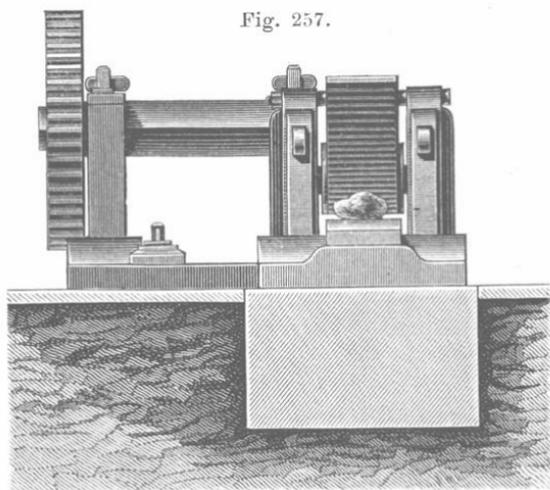
Zoll 12 0 4 8 12 Fuss engl.

Decim. 10 5 0 1 2 3 Meter

Alligatorquetsche (Seitenansicht).

der Regel nach 1 bis 1·2 m Länge und 0·5 m Breite; die Hebelarme

Fig. 257.

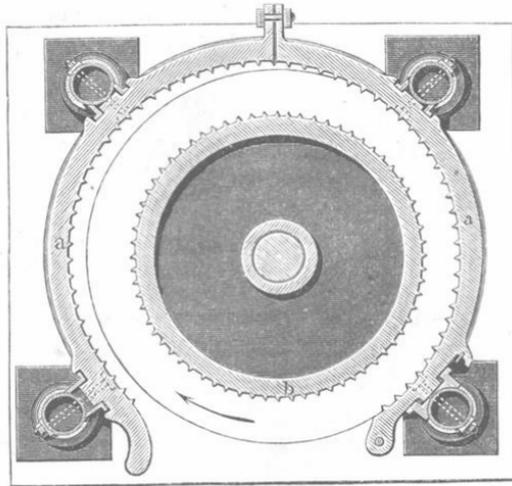


Alligatorquetsche (Vorderansicht).

werden 1·3 bis 2·5 m lang gemacht und der Hub beträgt selten mehr als 0·25 bis 0·3 m am äusseren Ende der Pressplatten. Um indessen die in Kolbenform zusammengequetschten Luppen auch nach der Längsaxe pressen (stauchen) zu können, versieht man den Amboss an der äusseren Kante mit einer tiefer liegenden Stufe. Die Zahl der Hübe ist durchschnittlich

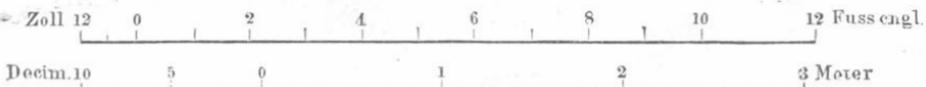
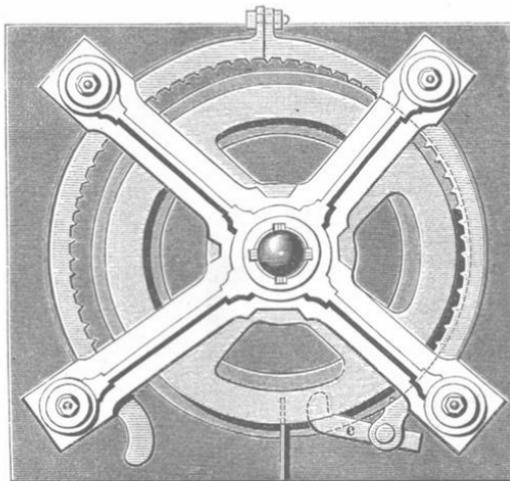
40 bis 50, höchstens 60 bis 80. Eine 10 bis 16 Puddelöfen bedienende Quetsche erfordert 8 bis 12 Pferdekräfte.

Fig. 258.



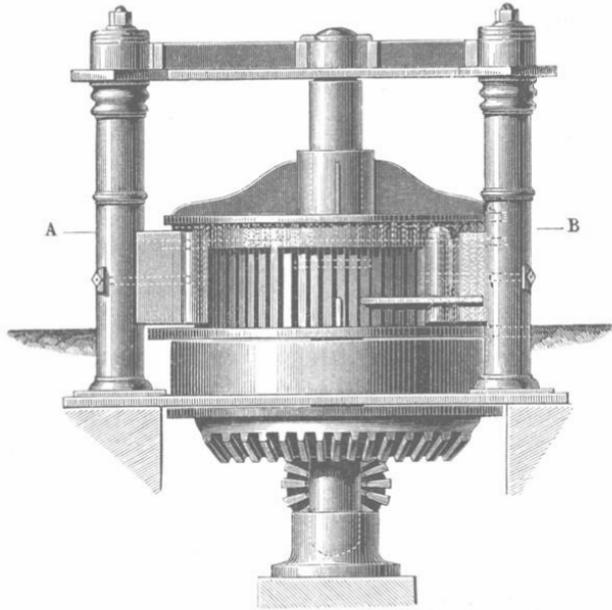
Luppenmühle, Grundriss nach AB (Fig. 200).

Fig. 259.



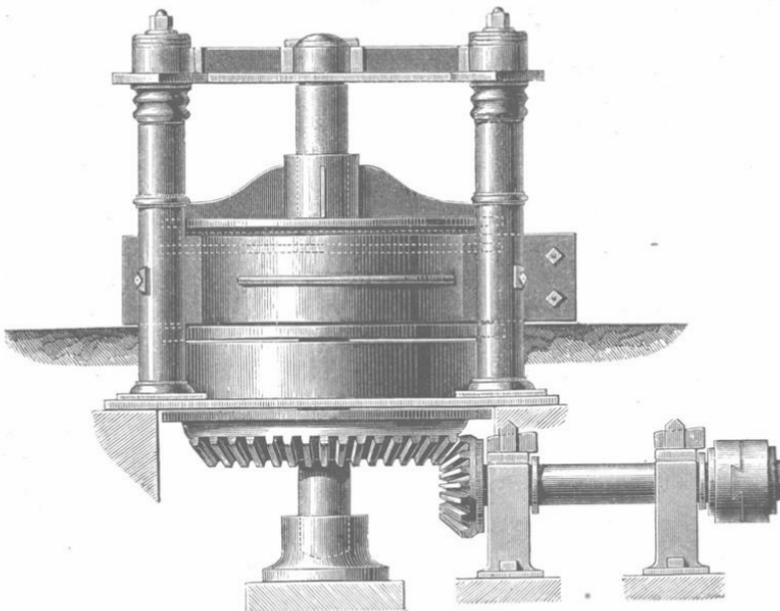
Luppenmühle (Obere Ansicht).

Fig. 260.



Luppenmühle (Vorderansicht).

Fig. 261.



Luppenmühle (Seitenansicht).

In den Figuren 256 und 257 (a. S. 753) ist die einfachste Art von Luppenquetschen, die sogenannte Alligator- oder Krokodil-Quetsche, in zwei Ansichten dargestellt ¹⁾. Der Apparat ist auf dem Bromford-Eisenwerk bei Birmingham in Thätigkeit.

Abgesehen von den bereits erwähnten Abweichungen in Bezug auf den Angriff des Motors finden sich zuweilen noch Veränderungen der dargestellten Construction darin, dass die beiden Arme des Hebels zum Pressen benutzt werden, oder dass ein einarmiger Hebel angewendet wird, der dann die Form eines Dreiecks erhält, an dessen oberem Ende die Kurbelstange des Motors angreift.

Vorgeschlagen ist noch worden, den Amboss durch Federn oder Gegengewichte beweglich zu machen, damit, falls eine zu starke Luppe gepresst wird, in Folge der Nachgiebigkeit ein Bruch des Presshebels vermieden werde. Indessen hat sich diese complicirte Einrichtung nirgends Eingang verschafft. Wasserkühlung der beiden Pressplatten ist ebenfalls vorgeschlagen, auch versucht, aber nur ausnahmsweise angewendet worden.

Luppenmühlen.

Die Luppenmühle ist eine amerikanische Erfindung von Gerard Ralston aus dem Jahre 1840 ²⁾, hat sich in Nordamerika in grosser Verbreitung erhalten, ist auch nach England und Deutschland verpflanzt, aber hier überall wieder durch den Dampfhammer verdrängt worden.

Die Figuren 258 bis 261 (a. S. 754 u. 755) stellen eine Luppenmühle in Grundriss, oberer Ansicht, Verticalschnitt und Seitenansicht dar. Die Luppenmühle besteht aus einer rotirenden gerieften Walze mit verticaler Axe, welche von einem gleichfalls gerieften excentrischen Mantel umgeben ist. Der Mantel *a* (Fig. 258), welcher der Regel nach aus zwei Hälften zusammengesetzt ist, wird mittelst starker Bolzen an die Grundplatte befestigt und durch ein starkes eisernes Kreuz gehalten. Meist ist unter dem Kreuze (Fig. 259) eine Platte angebracht, welche den Arbeitsraum ganz oder nur ringförmig überdeckt, um so ein Hervorquellen des Luppeneisens zu verhindern und eine, wenn auch nur schwache Stauchung hervorzubringen. Die Walze *b* (Fig. 258) rotirt in der Richtung des Pfeiles und nimmt die Luppe mit, welche sie zu Kolbenform rollt. Ein Abstreifer *c* (Fig. 259) bringt den Kolben heraus.

Die Nachtheile der Luppenmühle gegen die Luppenquetsche liegen auf der Hand. Ein Stauchen ist nur ganz unvollkommen möglich; die Luppe muss ferner auf bestimmte Dimensionen vorgearbeitet sein, um einerseits gefasst zu werden und andererseits nicht zu grossen Wider-

¹⁾ Percy, Iron p. 703.

²⁾ Englisches Patent, 1840, Febr. 22, Nr. 8389. Improvements in rolling puddleballs or other masses of iron.

stand zu bieten, die Schlacke ist schlecht aus dem Apparat zu bringen und verunreinigt leicht das gehende Zeug. Es ist ganz auffallend, dass sich dieser unvollkommene Apparat in Nordamerika so lange hat halten können, und diese Erscheinung nur durch die Absicht, Handarbeit zu ersparen, erklärbar.

Luppenmühlen mit horizontaler Axe.

Man hat zuerst in England versucht, den Luppenmühlen eine horizontale Axe zu geben. Schon 1843 nahm George Benjamin Thorneycroft¹⁾ ein Patent auf eine solche. Sie bedarf nur eines halbkreisförmigen Mantels, der als Trog die untere Hälfte der Walze umschliesst. Vortheil hat sich aus dieser Construction eben so wenig ergeben, als aus einer von Abbot²⁾, bei welcher zwei horizontal gelagerte Walzen, von einem S-förmigen Mantel umgeben, über einander liegen, so dass die Luppe zweimalige Pressung erleidet. Eine solche Vorrichtung besteht oder bestand zu Highfield-Eisenhütte bei Bilston.

Zur Ersparung der Handarbeit construirte dann Brown in England eine nur zu complicirte Vorrichtung mit drei Walzen, welche indessen von Interesse ist, weil sie den Uebergang zu den neuesten Luppenmühlen dieser Art bildet.

Dieselbe ist in Fig. 262 u. 263 (a. f. S.) in Ansicht und Querschnitt abgebildet. Sie besteht aus drei symmetrisch angeordneten Zängewalzen *a*, *b* und *c*. Die Walze *b* hat nach aussen zu Spurkränze *d*, um die Stellung der beiden anderen Walzen zu begrenzen. Die Lager der Walzen *a* werden durch Schrauben *ee* von oben her fixirt; die Lager der Walze *c* stützen sich gegen steilgängige Schrauben *f*, um bei zu grossem Volumen der Luppe nachgeben zu können. Am Kopf dieser Schrauben befinden sich die Getriebe *g*, welche im Eingriff mit dem Getriebe *h* stehen. Letzteres hat mittelst des mit Gewicht *j* beschwerten Hebels *i* das Bestreben erhalten, sich umzudrehen.

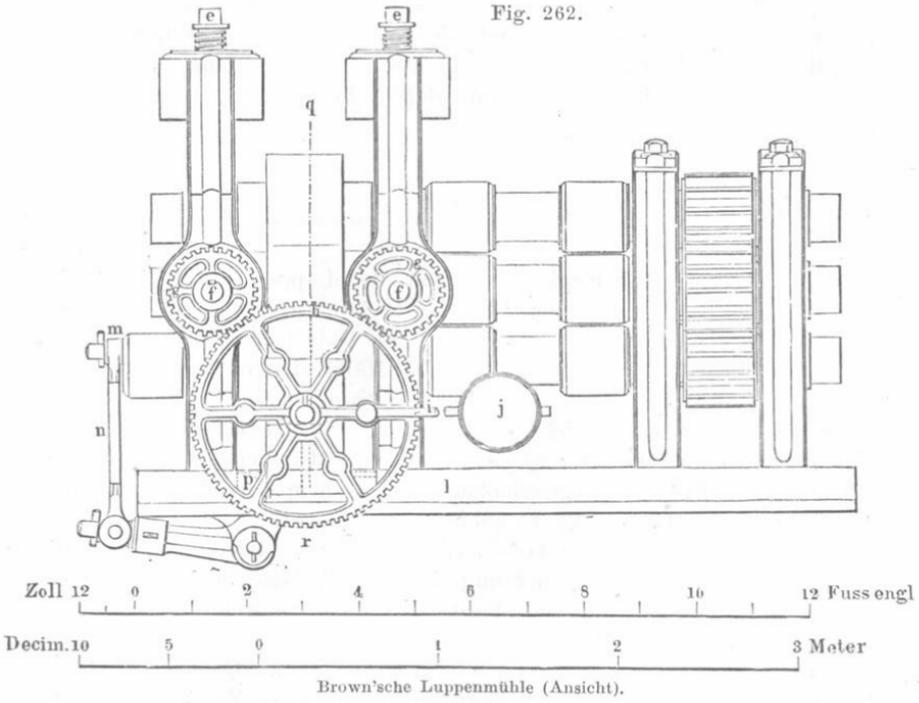
Die Luppe wird eingeführt, wenn Walze *a* und *b* eine solche Stellung einnehmen, dass der grösste Abstand ihrer Mäntel nach links hin liegt. Bei weiterer Drehung gleitet die Luppe in den Hohlraum, den alle drei Walzen bilden, wenn ihr kleinster Durchmesser radial zu dem gemeinschaftlichen Centrum liegt. Mit dem Fortschritte der Drehung wird jetzt beständig der Zwischenraum zwischen den Walzen verkleinert und die Luppe auf Kolbenform von abnehmendem Querschnitt gebracht, bis sie die Stellung *k* (Fig. 263) erreicht hat.

Während dieser Zeit nähern sich die Walzen nur dann unregelmässig, wenn in Folge zu grossen Widerstandes die Schraube *f* zurück-

¹⁾ A. 1843. Dec. 28, Nr. 9996.

²⁾ James Abbot jun., Richard Handby Thomas, John Young and James Edward Hunt, 1857, Nov., Nr. 1413.

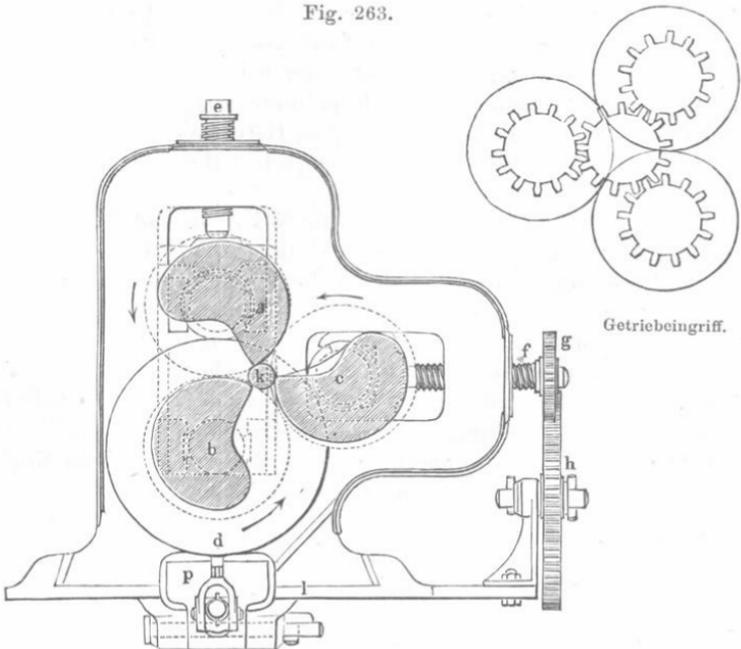
Fig. 262.



Brown'sche Luppenmühle (Ansicht).

Fig. 263 a.

Fig. 263.



Brown'sche Luppenmühle, Querschnitt nach *qr* (Fig. 262).

gedrängt wird. Um den Eingriff der Getriebe in solchem Falle zu erhalten, sind dieselben, wie Fig. 263 a zeigt, langzahnig. Sobald die Stellung der Fig. 263 durch weitere Drehung überschritten wird, entsteht wieder ein grosser Raum zwischen den Walzen *b* und *c* und der Kolben fällt nach unten auf die Sohlplatte *l* der Maschine.

Fig. 264.

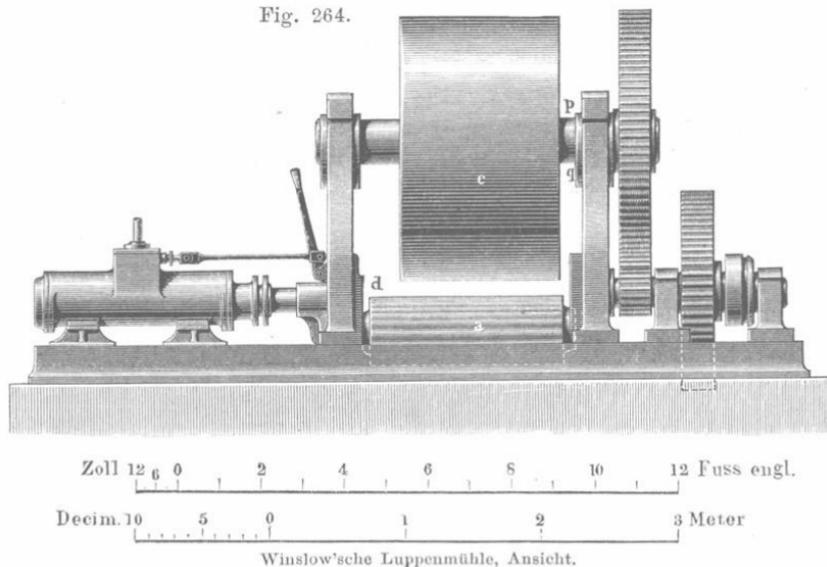
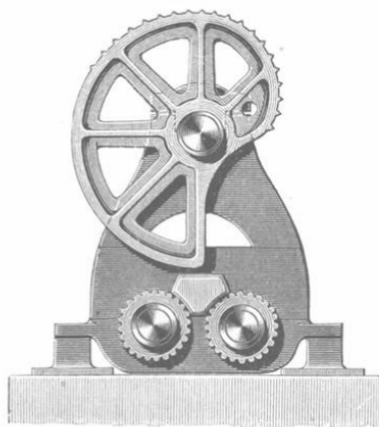


Fig. 265.

Winslow'sche Luppenmühle, Querschnitt von *pq* (Fig. 264).

An der Axe der untersten Walze ist noch ein Krummzapfen *m* angebracht, welcher mittelst der Leitstange *n* einen Winkelhebel *op* bewegt, der die Kolben gegen ein an die Sohlplatte angegossenes Eisenstück presst und sie so staucht.

Zu Ebbw Vale in Südwesten, wo der Verfasser diese Vorrichtung im Gebrauch sah, hatte man mit ihr noch einen Arm verbunden, welcher die auf denselben gebrachten Luppen selbstthätig zur rechten Zeit den Walzen überlieferte, während die gestauchte Luppe in einen Wagen rollte, der sie zum Walzwerk brachte.

Aus dieser Luppenmühle ist die für die Danks'schen Puddelöfen ¹⁾ jetzt fast überall eingeführte Wins-

¹⁾ Vergl. S. 300.

low'sche Luppenmühle hervorgegangen. Sie ist in den Figuren 264 und 265 (a. v. S.) abgebildet.

Bei dieser Mühle sind zwei längsgefurchte, in gleichem Sinne mit 15 bis 20 Umgängen in der Minute rotirende Walzen a und b von 0.40 bis 0.60 m Durchmesser und 1.2 m Länge in einer Horizontalebene angeordnet, während eine dritte grössere, den bei der Brown'schen Luppenmühle beschriebenen analog geformte Walze c darüber angebracht ist. Die Umfangsgeschwindigkeit der letzteren ist gleich der der beiden anderen. Während des Zängens, oder meist erst, nachdem diese Arbeit vollendet und der grösste Durchmesser der Oberwalzen den Kolben verlassen hat, wird ein Horizontalhammer d in Thätigkeit gesetzt, welcher, zwischen die Walzen greifend, die Stauchung ausführt.

Die Abmessungen einer solchen Luppenmühle auf dem Eisenwerke von Graff, Bennet & Comp. in der Nähe von Pittsburgh in Nordamerika sind folgende: Die kleinen Walzen haben 61 cm Durchmesser. Die grosse Walze hat auf $\frac{3}{8}$ ihres Umfanges einen Radius von 101 cm, der dann gleichmässig bis auf 61 cm abnimmt. Die Höhe des Tangentendreiecks zwischen den Walzenmänteln beim tiefsten Stande der Oberwalze ist 32 cm. Die Länge der Walzen beträgt 142 cm.

Rammen- oder Rahmenhämmer ¹⁾.

Der zweckmässigste und daher auch am häufigsten angewendete Apparat zum Zängen der Luppen ist der Dampfhammer.

Die Dampfhammer gehören zu der grösseren Gruppe der Rammen- oder Rahmenhämmer, d. h. derjenigen Apparate, bei welchen der Hammerkopf, welcher hier Fallblock, Bär oder Hammerblock, auch Hammerklotz oder kurzweg Hammer genannt wird, vertical in einer Führung herabfällt und das, wie bei den Helmhämmern, auf einem Amboss befindliche Eisen bearbeitet.

Die Rahmenhämmer haben den Vorzug vor den Helmhämmern, geringeren Raum einzunehmen und bei gleichem Gewichte eine grössere lebendige Kraft zu liefern. Bei Helmhämmern war die lebendige Kraft

(S. 738) $= Gh \frac{c}{b}, \frac{c}{b}$ aber stets ein echter Bruch. Bei den Dampf-

hämmern ist $\frac{c}{b} = 1$, also die lebendige Kraft $= Gh$, wenn G das Hammergewicht, h die Fallhöhe bedeutet.

Man hat zwar ausser den Dampfhämmern zum Zängen noch andere Rahmenhämmer vorgeschlagen, jedoch werden dieselben dazu nur sehr selten angewendet. Da indessen solche Vorrichtungen zum Ausschmieden namentlich kleinerer Gegenstände öfters vorkommen, so mögen sie hier kurz erwähnt werden.

¹⁾ Weisbach, Ingenieur- und Maschinen-Mechanik, Hauer, Hüttenwesensmaschinen.

Daumenhämmer¹⁾. Der Hammer wird, wie beim Erzpochwerk (Abth. II, S. 521), an seinem Stempel mittelst der Daumen einer rotierenden Welle gehoben. Eine Prellung verringert die Hubhöhe. Als Prellvorrichtung dienen Federn, Gummibuffer oder Luftkissen, welche der Regel nach in einem Cylinder über dem Stempel angebracht sind.

Kurbelhämmer²⁾. Zum Anheben dient eine Kurbel oder ein Excentrik. Entweder wird durch diese Vorrichtung der ganze Hub ausgeführt, oder der Hammer fällt nach Erreichung des höchsten Hubs frei nieder. Als Prellung dienen dieselben Vorrichtungen, wie bei den Daumenhämmern, am häufigsten aber Gummibuffer. Diese Hämmer werden ganz besonders zum Schmieden von Bolzen, Schraubenmuttern und ähnlichen kleinen Gegenständen benutzt und deshalb auch oft Schmiedemaschinen genannt.

Eng hieran schliessen sich die **Federhämmer**³⁾, bei denen der Bewegungsmechanismus mit dem Stempel durch eine Feder von Stahl, Holz oder Gummi verbunden ist.

Frictionshämmer⁴⁾. Zum Anheben wird die Friction zwischen einer oder zwei Rollen und dem Hammerstempel benutzt. Ist der höchste Hub erreicht, so entfernt man eine der Rollen und der Hammer fällt frei nieder. Eine Prellung fehlt meist, doch kommen auch hier zuweilen Federn und Luftkissen vor.

Pneumatische Hämmer⁵⁾. Der Fallblock ist durch eine Kolbenstange mit einem Kolben verbunden, welcher sich in einem auf dem Hammergerüst befindlichen Cylinder bewegt und durch gepresste Luft, welche unter ihn tritt, auch wohl gleichzeitig durch Verdünnung der Luft über ihm gehoben wird.

Hydraulische Hämmer⁶⁾, bei denen eine Flüssigkeit, Wasser oder häufiger Oel, als Transmissionsmittel dient und die, wie die vorigen, mit einem Kolben ausgerüstet sein müssen, kommen sehr selten vor. Zu

¹⁾ Hauer, Hüttenwesensmaschinen S. 321, Annales des Mines 1861, IV. Reihe, 17, Bd. 2, S. 87; Uhland's Maschinen-Constructeur 1870, 3. Bd., S. 322; Dingler's polyt. Journal 133, S. 342 und 188, S. 17; Rittinger, Pariser Ausstellung 1867; Weisbach III, S. 1228.

²⁾ Hauer, Hüttenwesensmaschinen S. 326; Revue universelle Bd. VII, S. 380; Althaus, Berg- und Hüttenwesen zu Philadelphia 1876, S. 37.

³⁾ Hauer, Hüttenwesensmaschinen S. 327; Revue universelle 1869, Bd. 25, S. 239; Uhland's Maschinenconstructeur 1875, 8. Jahrg., S. 98; Dingler's polyt. Journal 1874, Bd. 213, S. 194 u. 214, S. 429; Polyt. Centralblatt 1875, S. 93.

⁴⁾ Hauer, Hüttenwesensmaschinen S. 325; Zeichnungen der Hütte 1855; Polyt. Centralblatt 1855, S. 466; Dingler's polyt. Journal Bd. 155, S. 16; Weisbach, Bd. III, S. 1244.

⁵⁾ Hauer, Hüttenwesensmaschinen S. 331; Dingler's polyt. Journal Bd. 101, S. 409; Bd. 176, S. 176; Bd. 215, S. 397; Polyt. Centralblatt 1867, S. 8; Preussische Zeitschrift für Berg-, Hütten- und Salinenwesen 1867, Bd. 15, S. 220; Annales des mines, V. sér., T. VIII, p. 507.

⁶⁾ Hauer, Hüttenwesensmaschinen S. 334.

ihnen gehören indessen auch die Presshämmer, welche später genauer beschrieben werden sollen.

Dampfhämmer.

Von allgemeinerer Bedeutung sind unter den Rammen nur die Dampfhämmer. Bei denselben ist der Fallblock entweder durch eine Kolbenstange mit dem Kolben verbunden, welcher letztere sich in einem Cylinder durch Vermittelung von Dampf auf- und abbewegt, oder der Fallblock ist mit einem Cylinder verbunden, welcher sich um einen mit einer Kolbenstange verbundenen feststehenden Kolben bewegt.

Hiernach entstehen zwei Systeme, welche man nach ihren ersten Erfindern als Nasmyth'sches und Condie'sches unterscheidet.

Die erste Erfindung rührt freilich von James Watt selbst her, welcher 1784 bereits die deutlichen Ideen zum Dampfhämmer gab¹⁾. Deverell kam 1806 der praktischen Ausführung schon näher²⁾, aber erst Nasmyth gab ihm seine wirkliche Form im Jahre 1842. Das Patent des letzteren vom 9. Juni desselben Jahres enthält bereits die ersten Zeichnungen des vollständigen einfach wirkenden Hammers³⁾.

John Condie erfand seine Construction 1846⁴⁾. Von weiterem Interesse für die Entwicklungsgeschichte sind die Patente von Wilson⁵⁾, Nasmyth und Gaskell⁶⁾, R. Morrison⁷⁾, W. Naylor⁸⁾ und W. Rigby⁹⁾.

In der Fig. 266 ist ein 750 Kg Nasmyth-Dampfhämmer von der Atlas-Hütte zu Sheffield dargestellt, zu dem in den folgenden Figuren einige Einzelheiten gegeben werden. Fig. 272 (a. S. 764) giebt die Grundplatte in Oberansicht, Fig. 268 die Befestigung der Ständer mit Eisen- (a) und Holz- (b) Keil. Fig. 269 die Zugschraubenbolzen. Fig. 271 zeigt die Seitenansicht der Schabotte und Fig. 270 die Oberansicht des Pfahlfundamentes. Fig. 267 endlich ist der zum Schmieden von Rundeisen benutzte Amboss.

Der Hammerblock hat 750 Kg Gewicht, der Hub beträgt 100 cm. Der Amboss sammt Schabotte hat das Siebenfache des Hammerblockgewichts. Die Grundplatte hat über $5\frac{1}{2}$ qm Fläche. Die Schabotte lehnt nicht dicht an diese Platte an, sondern lässt einen kleinen Spielraum frei.

Die Steuerung des Hammers ist so eingerichtet, dass noch Oberdampf gegeben und dadurch der freie Fall beschleunigt werden kann.

1) Patent vom 28. April 1784, Nr. 1432.

2) Patent vom 6. Juni 1806.

3) Patente vom 9. Juni 1842 und 4. Januar 1843, Nr. 9850.

4) Patent vom 15. October 1846, Nr. 11411.

5) 26. Juni 1847, Nr. 11767.

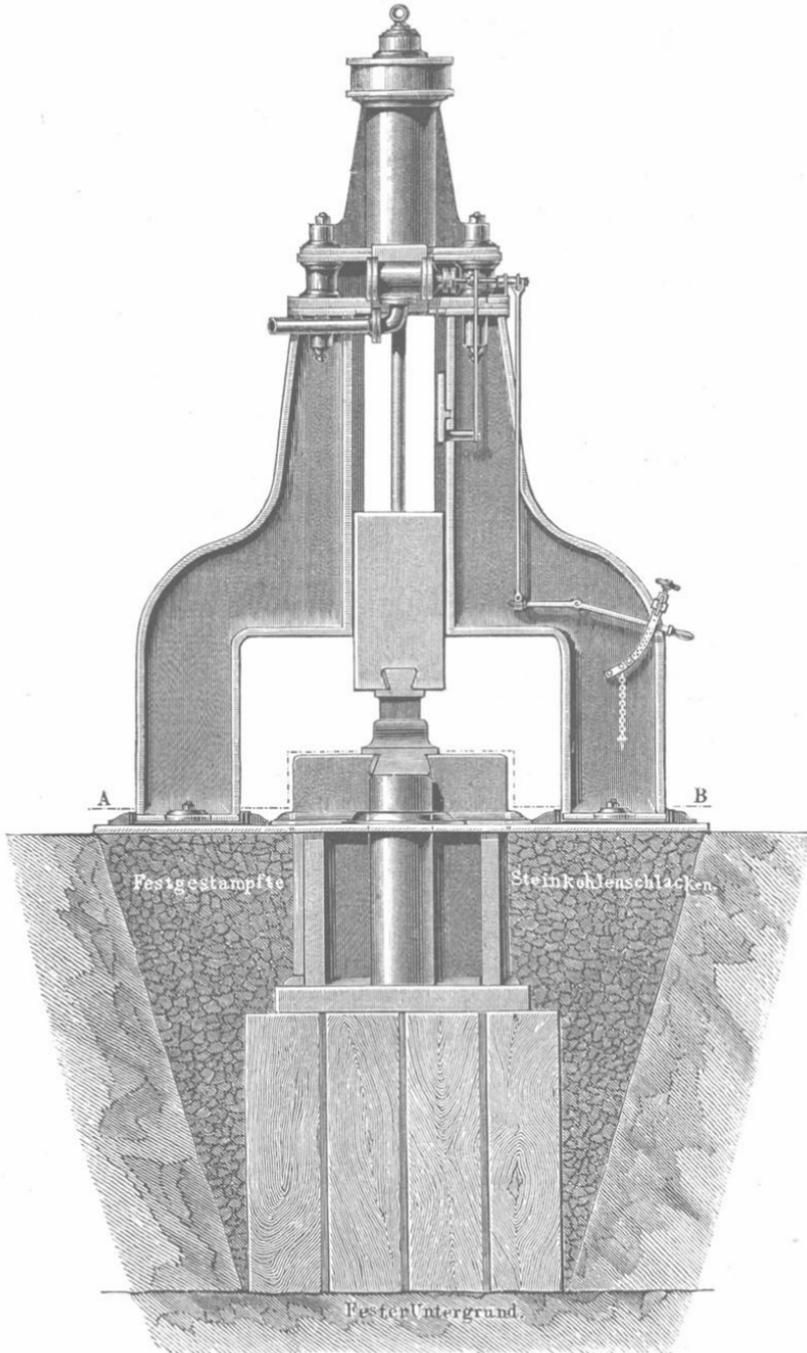
6) 23. Februar 1848, Nr. 12074.

7) 6. August 1853, Nr. 1843.

8) 7. April 1854, Nr. 821 und 30. October 1855, Nr. 2419.

9) 3. September 1854, Nr. 25.

Fig. 266.



Nasmyth-Dampfhammer.

Fig. 267.



Fig. 268.

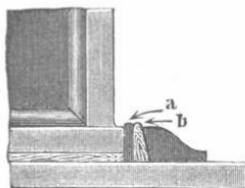


Fig. 269.



Zoll 12 6 0 1 Fuss engl.

Cent. 10 5 0 1 2 3 4 5 6 Decim.

Maassstab zu Fig. 267 bis 269.

Fig. 270.



Fig. 271.

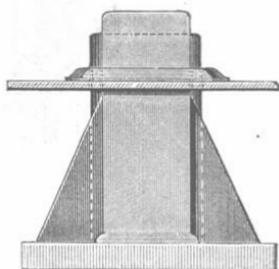
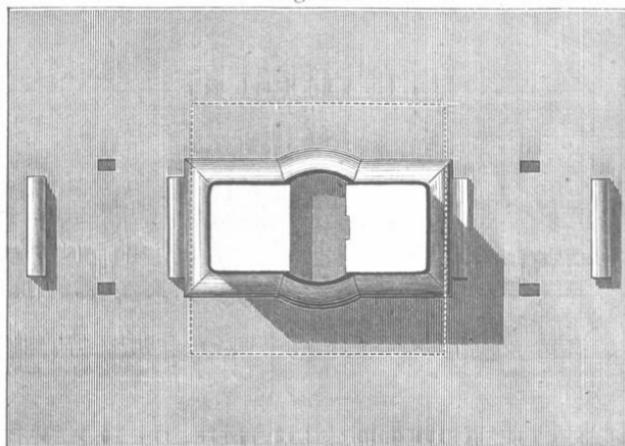


Fig. 272.



Einzelheiten eines Nasmyth-Hammers.

Zoll 12 6 0 2 4 6 8 Fuss engl.

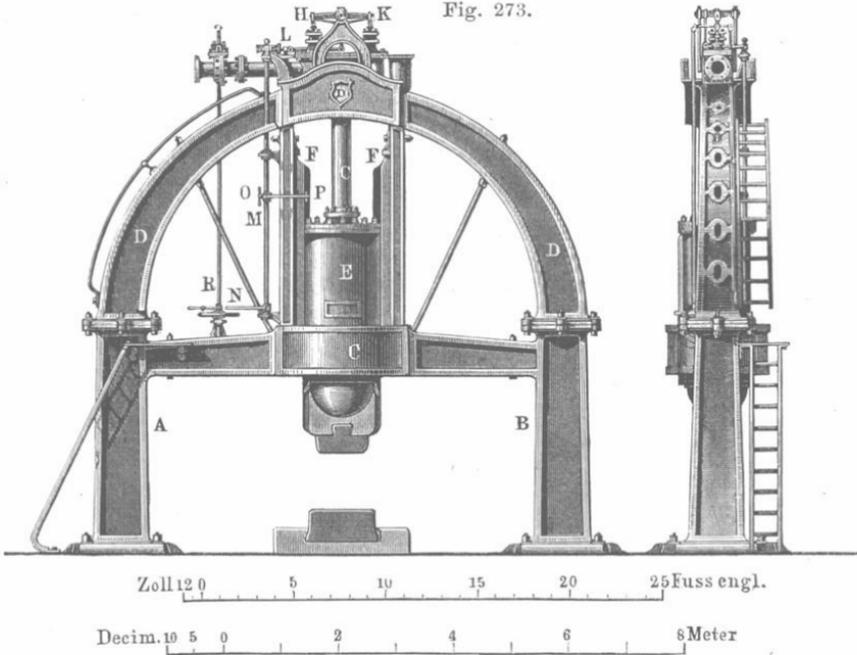
Decim. 10 5 0 1 2 Meter

Maassstab zu Fig. 266 und 270 bis 272.

In Fig. 273 ist ein Condie-Hammer dargestellt.

Die beiden gusseisernen Säulen *A* und *B* sind durch das Querstück *C*, welches in der Mitte ringförmig für den Durchlass des Hammers geformt ist, verbunden und von einem als Gerüst dienenden Bogen *D* überragt. Dieser Bogen besteht aus drei Stücken, deren mittelstes die

Fig. 273.



Condie-Dampfhammer.

Dampfventile und die Kolbenstange trägt. Der Hammerblock ist mit dem Cylinder *E* verbunden. Beide zusammen wiegen hier 15000 Kg. Der Cylinder wird von den Gleitstücken *F* geführt, welche zwischen dem Gewölbe und dem Kreuzstück *C* aufgestellt sind. Die hohle zum Ein- und Auslass des Dampfes dienende Kolbenstange ist durch Kugelgelenk mit dem Gewölbstück verbunden, damit die Erschütterungen beim Schlage nicht zum Bruche derselben führen. Die Kolbenstange besteht übrigens aus zwei concentrischen Röhren, deren äussere, von oben bis nahe zum Kolben reichend, die Dampfleitung für den Hub bildet, während das innere Rohr, oder die eigentliche Kolbenstange, den Kolben trägt und zur Zu- und Ableitung für den unter den Kolben tretenden Dampf, welcher den freien Fall beschleunigen soll, dient.

Die Einlass- und Ausblase-Ventile *HK* sind an einem gleicharmigen Hebel befestigt, welcher von der Verticalwelle *M* aus bewegt wird. Die Bewegung erfolgt entweder mechanisch durch den Arm *O*, oder mit Hand durch den Arm *N*. Der Arm *O* kann vertical beliebig verstell

werden. Das Keilstück L bewirkt die Drehung der Welle M , um den Arm O ausser Thätigkeit zu setzen, wenn der Hammer fällt. Diese Bewegung erfolgt durch einen kleinen Dampfeylinder, welcher also als der eigentliche Steuermechanismus anzusehen ist.

Folgendes sind die Hauptabmessungen des vorliegenden Hammers:

Gewicht des Hammerblocks (G)	15000 Kg
Hub	2'44 m
Pressung des Arbeitsdampfes	3'65 Kg pro qem
Arbeitsraum zwischen den Ständern	6'10 m
Ganze Höhe des Gerüsts	9'14 m
Gewicht des Hammergerüsts sammt Sohlplatte .	115000 Kg
Schabottengewicht	90000 Kg,
also das Sechsfache des Hammerblocks.	

Die Schabotte hat die Form eines abgestumpften Kegels und ist aus zwei Theilen gegossen. Sie ist vom umgebenden Erdreich und den Fundamenten der Ständer vollständig isolirt.

Man ersieht aus den beiden Beispielen, dass der Hauptunterschied in der Wirkungsweise des Dampfes zwischen den Nasmyth- und Condie-Hämmern der ist, dass beim ersteren der Hebedampf unter, beim letzteren über den Kolben gelangt.

Die meisten Dampfhammer, welche zum Zängen der Luppen dienen, arbeiten nur mit Hebedampf, d. h. der Hammer fällt lediglich durch sein eigenes Gewicht nieder, den Hebedampf durch das geöffnete Ventil austreibend; es hängt also die auszuübende lebendige Kraft lediglich von dem Hammergewicht und der Hubhöhe ab und da das Hammergewicht nicht geändert werden kann, muss die Hubhöhe verändert werden, wenn die Stärke des Schlages variirt werden soll; jedoch lässt sich das nur in sehr engen Grenzen ausführen.

Sollen Schmiedarbeiten unter dem Dampfhammer verrichtet, oder sollen Flusseisenblöcke gedichtet werden, so bedarf man kräftiger, mehr veränderter Schläge und beschleunigt dann den freien Fall durch Gegendampf, der dann also als Druckdampf wirkt und bei der Nasmyth'schen Construction Ober-, bei der Condie'schen Construction Unter Dampf ist.

Eine weitere Variation kann bei beiden Systemen dadurch hervor gebracht werden, dass bei oder vor Einführung des Gegendampfes noch Druckdampf zurückgelassen wird, welcher dann als Dampf kissen oder Prellung dient und bewirkt, dass der Schlag nur momentan erfolgt, weil durch Expansion des Dampf küssens der Hammer sofort wieder gehoben wird.

Sodann kann durch Einführung wesentlich verschieden grosser Kolbenflächen, z. B. Anwendung einer verhältnissmässig starken Kolben-

stange, ein Differentialdampfdruck hervorgebracht werden, wodurch man in die Lage kommt, auf beiden Seiten mit gleichgespanntem Dampf zu arbeiten.

Der Differentialdampfdruck wird wieder auf verschiedene Weise verwertet. Bei den Hämmern nach Türck'schem System ist beständig gespannter Hebedampf (unter dem Kolben) vorhanden und Druckdampf wird abwechselnd (über dem Kolben) ab- und zugeführt, bei den Daelen'schen Hämmern wird der Hebedampf (unter den Kolben) zugeführt und strömt beim Niedergange in den Druckraum (über den Kolben), wo wegen Mangels der Kolbenstange sich die grössere Druckfläche befindet.

Endlich lässt sich durch Expansion, entweder nur des Hebedampfes, oder gleichzeitig des Druckdampfes noch eine weitere Reihe von Variationen erreichen.

Die Intensität der Schläge eines Dampfhammers lässt sich sowohl durch Vergrößerung der Fallhöhe, als des Hammergewichts vermehren und zwar leichter durch erstere, da die lebendige Kraft dem Quadrate der Endgeschwindigkeit proportional wächst, aber nur im geraden Verhältniss zum Gewichte des Hammers. Trotzdem kann man die Fallhöhe, oder was gleichbedeutend ist, die Wirkung des Gegenampfes nicht beliebig vergrössern. Es zeigt sich in der Praxis nämlich, dass zur besseren Fortpflanzung der Erschütterungen in das Innere des zu bearbeitenden Eisenstücks nur eine Vergrößerung des Fallgewichtes beiträgt. Aus diesem Grunde wendet man zur Bearbeitung sowohl sehr grosser als sehr harter Eisenmassen möglichst schwere Hämmer an, während für das Zängen der weicheren Luppe sich leichtere empfehlen. Diese Eigenthümlichkeit hängt von der Fortpflanzung des Stosses ab, welche der Masse der Körper entgegengesetzt proportional ist.

Nach Hauer¹⁾ wendet man für kleine (Zänge-) Hämmer zur Berechnung der wirklichen Hubhöhe, welche gleich der Differenz zwischen theoretischer Hubhöhe und mittlerer Stärke des zu bearbeitenden Eisenstücks ist, die Formel $H = 0.026 \sqrt{G}$ Meter an.

Anordnung der Dampfhammer.

Ständer²⁾. Die üblichsten Anordnungen der Dampfhammer sind den beiden Figuren 266 und 273 S. 763 und 765 analog. Zwei Ständer, an denen die Gleitschienen angebracht sind, tragen die festliegenden Theile des Bewegungsmechanismus, also entweder den Cylinder oder die Kolbenstange direct oder durch Vermittelung eines die Köpfe verbindenden

¹⁾ Hüttenwesensmaschinen S. 342.

²⁾ Hauer, Hüttenwesensmaschinen S. 447. Revue universelle T. II, p. 451, T. III, p. 112 u. p. 131, T. XI, p. 221. Zeichnungen der Hütte 1859, Taf. 11, 1863, Taf. 2. Uhlund, Maschinenconstruction 1872, Bd. 5, S. 113. Dingler's polyt. Journ. 1868, Bd. 189, S. 93.

Brückenbalkens. Die Ständer sind der Regel nach gusseiserne, mit Rippen verstärkte Platten von ungefähr C-förmiger Gestalt im Horizontalquerschnitt. Bei grösseren Hämmern erhalten sie die Form hohler Säulen.

Kleinere Hämmer giebt man nur einen Ständer und erreicht dadurch eine grössere Zugänglichkeit des Ambosses. Solche einseitige oder vorhängende Hammerständer bedürfen wegen des Uebergewichtes einer sehr kräftigen Unterstützung.

Grosse Hämmer, welche ebenfalls eine grosse Zugänglichkeit des Ambosses, etwa wegen des Ausschmiedens langer Gegenstände, verlangen, erhalten gusseiserne Oberconstruction, wie Fig. 273 zeigt, oder einen starken Blechbalken, oder einen Gitterbalken aus Doppel-T-Eisen und Winkeleisen.

Grundplatte. Die Ständer stehen mit ihren Füßen in der Fig. 268 S. 764 angegebenen Art festgekeilt entweder auf einer gemeinschaftlichen oder auf getrennten Grundplatten, welche mittelst kräftiger Anker an dem Fundament befestigt sind und durchschnittlich 10 cm Stärke enthalten. Zwischen ihnen liegt frei die Schabotte. Bei kleineren Hämmern lässt man die Grundplatte wohl auch gleichzeitig die Schabotte tragen, jedoch ist dies keine empfehlenswerthe Construction.

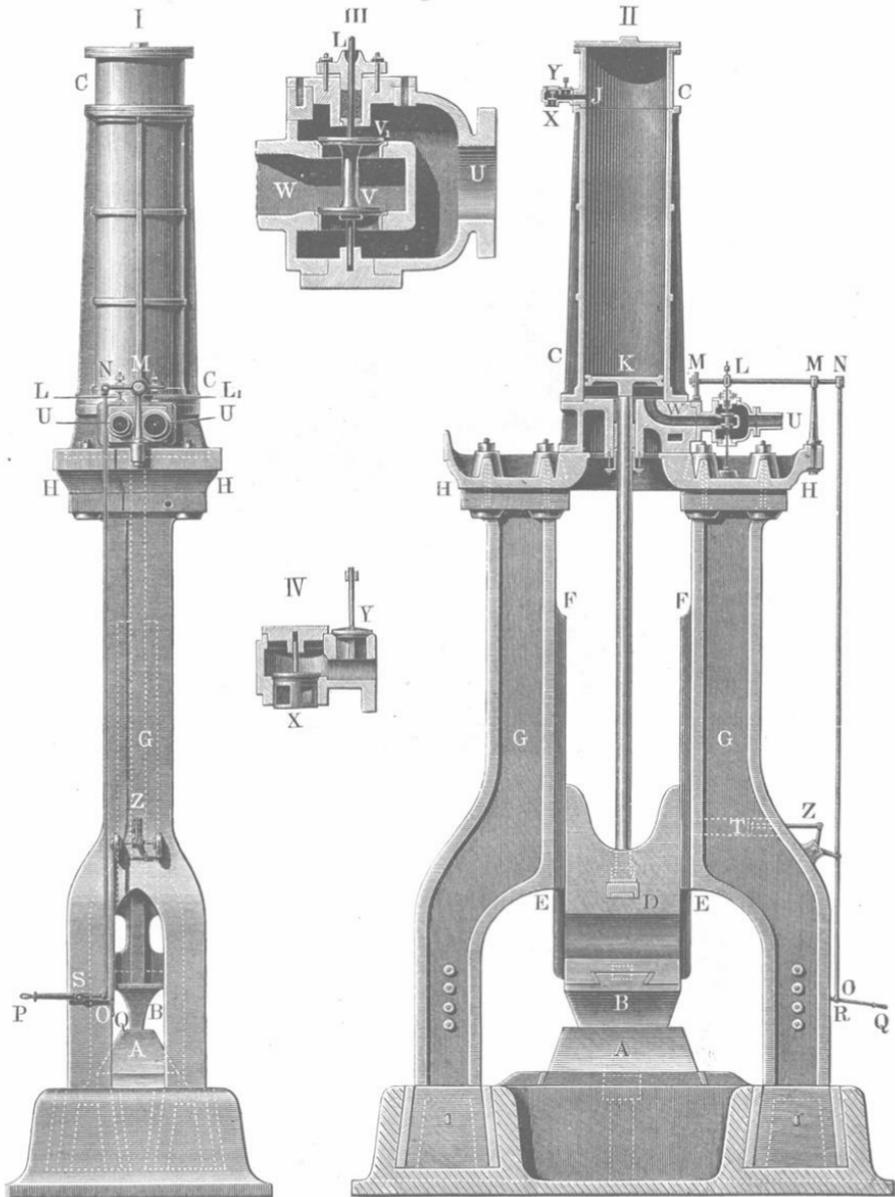
Dampfmaschine sammt Steuerung. Bei Nasmyth-Hämmern (Fig. 274 I und II): Der den Hammer *B* tragende Kopf *D* ist durch Keilverbindung fest mit der Kolbenstange *DK* vereinigt. Er geht zwischen Führungen *EF*, welche an den Ständern *G* festsitzen. Die Kopfplatte *HH* trägt den Cylinder *C*. Der letztere hat einen besonderen mit dem Sicherheitsventil *XY* (Fig. 274, IV) verbundenen Aufsatz, um das Ueberheben zu verhindern. Die dünne Kolbenstange ($\frac{1}{2}$ bis $\frac{1}{5}$ des Kolbenquerschnitts) *K* geht durch eine lange Stopfbüchse. Die Dampfcanäle sind durch den Cylindersockel *W* geführt. Der Dampf tritt aus dem Rohre *U* zu.

Fig. 274 III zeigt den Durchschnitt der Dampfkammer mit dem Zulassventil *VV*₁, und den nach dem Cylinder führenden Dampfcanal *W*. Wird das Doppelventil *VV*₁ mittelst des Stiels *L* gehoben, so strömt der Dampf von *U* nach *V* und *V*₁, und tritt unter den Dampfkolben *K*. Wird das Auslassventil geöffnet, so entweicht derselbe Dampf. Die Ventilstäbe *L* und *L*₁ lassen sich von dem Handhebel *PO* aus abwechselnd bewegen. Um den Hammer plötzlich während des Hubes festzustellen, dient hier ein durch den Winkelhebel *Z* beweglicher Keil *T*, welcher vorgeschoben wird.

Bei Condie-Hämmern (Fig. 275, S. 770): Die beiden gusseisernen Ständer *GG* tragen auch hier die Leitschienen des Hammers *EF*. Das Querhaupt *P* dient als Träger der Kolbenstange und Dampfkammer. Die Kolbenstange *LM* ist sowohl über dem Kolben *K*, als in der Dampfkammer mit Seitenöffnungen versehen. Die Steuerung besteht aus zwei Glockenventilen, deren Stäbe *HJ* mittelst Federn an dem gleicharmigen

Hebel mit dem Drehpunkt *O* aufgehängt sind. Mittelst des Handhebels *N* wird noch der im Dampfrohr befindliche, zum Sperren und Re-

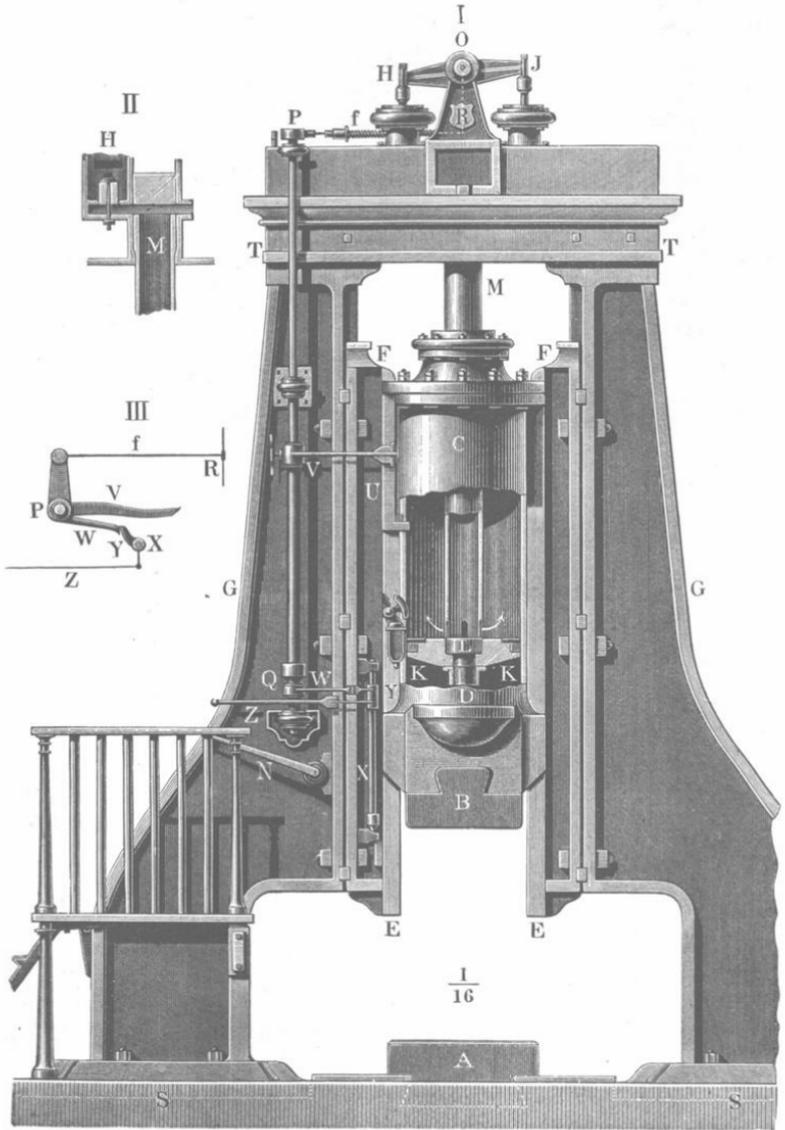
Fig. 274.



Nasmyth-Hammer.

gühren des Dampfzutritts dienende Dampfschieber bewegt. Die Steuerung geschieht durch die Steuerwelle *PQ* und die Steuerstange *PR*. Eine Feder *f* (Fig. 275 I) zieht die Stange *PR* sammt Hebel *OR* von

Fig. 275.



Condie-Hammer.

rechts nach links und hält hierbei das Zulassventil unter *H* offen, sowie das Auslassventil *J* verschlossen (vergl. Fig. 275 II). Ist das Drosselventil durch die Hand des Arbeiters eröffnet, so strömt der Dampf durch das Zulassventil in das Innere der Kolbenstange, durch die Löcher *L* über den Kolben *K* und treibt den Cylinder *C* sammt angehängtem Hammerkopf *B* in die Höhe. Wird dann die Steuerwelle *PQ* der Kraft der Feder *f* entgegengesetzt umgedreht, dabei das Zulassventil *H* geschlossen, das Auslassventil *J* geöffnet, so strömt der Dampf durch die Kolbenstange zurück in die freie Luft und der Cylinder sammt Hammer fällt. Soll Selbststeuerung angewendet werden, so wird die Steuerwelle *PQ* durch die Knagge *U*, welche am Cylinder *CD* festsetzt, und mittelst eines auf *PQ* verstellbaren Hebels *V* soweit umgedreht, dass sich das Admissionsventil schliesst und das Emissionsventil öffnet. Der Dampf strömt ab und der Cylinder fällt. Da aber während dieser Bewegung der Keil *U* allmählig wieder unter dem Hebel *V* zurückgezogen wird, so verschliesst die Feder *f* das Auslassventil *J* und der Cylinder bleibt schweben. Erst wenn der Keil unter dem Hebel *V* ganz fortgezogen ist, löst sich eine Sperrvorrichtung und der Hammer fällt auf den Amboss. Neuer Dampf tritt erst ein, wenn die Sperrvorrichtung, welche in Fig. 275 III dargestellt ist, wieder von Hand ausgelöst wird. In dieser letzten Figur zeigt *P* die Steuerwelle mit dem Arm *V* und der Feder *f*, *W* ist die Sperrklinke, *Y* der auf der stehenden Welle *X* befestigte Sperrhaken. Um nach vollbrachtem Schlage den Hammer wieder aufsteigen zu lassen, bedarf es der Auslösung des Sperrhakens mittelst der Zahnstange *Z*, wonach die Feder *f* das Einlassventil öffnet. Beim Zurückdrehen der Steuerwelle durch den Daumen *U* und damit erfolgendem Schluss des Zulassventils fällt auch der Sperrhaken wieder in die Sperrklinke.

Starke Kolbenstangen. Soll Differentialdampfdruck angewendet werden, so wird die Kolbenstange, welche oft hohl ist, zu $\frac{1}{2}$ bis $\frac{5}{8}$ des Cylinderdurchmessers genommen. Kolben, Stange und Hammer bestehen dann zuweilen aus einem Stücke. Bei den Daelen'schen Hämmern ist in die hohle Kolbenstange eine den Kolben und Hammer verbindende schmiedeeiserne Stange eingefügt. Bei Condie-Hämmern ist die Kolbenstange zwar ebenfalls stark, aber da sie immer mit gleichgespanntem Dampfe, wie der Cylinder, erfüllt ist, entsteht aus ihrem ringförmigen Querschnitte nur eine geringe Druckdifferenz.

Abgesehen von der Differentialwirkung haben dicke Kolbenstangen auch noch den Vortheil einer grösseren Stabilität, einmal wegen der sichereren Führung in der Stopfbüchse und das andere Mal wegen des grösseren Widerstandes gegen das Biegen bei schieferm Aufschlage des Hammers. Dagegen ist aber auch die Liderung schwieriger zu erhalten, und aus letzterem Grunde hat man die dicken Kolbenstangen vielfach wieder aufgegeben oder ist wenigstens auf mittlere Dimensionen zurückgegangen.

Die Nasmyth'sche Construction hat sich nicht durch die spätere Condie'sche verdrängen lassen. Die grössere Leichtigkeit, bei einem

etwaigen Brüche der beweglichen Theile eine Kolbenstange im Gegensatz zu einem Dampfzylinder wieder herzustellen, ist wohl die wesentlichste Veranlassung. Weiter ist ein Grund die grössere Leichtigkeit, Variationen in der Steuerungsmethode, namentlich Expansionsvorrichtungen an Nasmyth-Hämmern anzubringen, als dies an Condie-Hämmern möglich erscheint.

Ventilsteuerung ist bei Dampfhämmern jeder Art am häufigsten, jedoch kommen auch, dann entlastete, Muschelschieber vor (namentlich bei Daelen'schen Hämmern), die zuweilen in zwei für Ein- und Auslass getrennt werden. Neuere Hämmern haben Röhrenschieber von der Form eines hohlen Cylinders, welche zweckmässig an Stelle der älteren Drehhähne getreten sind. Endlich finden sich auch Steuerungen, bei denen der Kolben selbst die Dampfvertheilung in die die Cylinderrandung durchbohrenden Zu- und Abführungscanäle besorgt (Schwarzkopff).

Handsteuerung zieht man bei Luppenhämmern, bei denen die Zahl der Hübe und die Stärke der Schläge beständig wechseln muss, vor; bei Schmiedhämmern kann man sich mit selbstthätiger Steuerung begnügen, doch ist es besser, neben der letzteren, namentlich für den Anfang der Arbeiten, Handsteuerung zu haben. Dies gilt jedoch nur für den Aufhub, der Beginn des Falles wird fast ausnahmslos durch selbstthätige Umsteuerung hervorgerufen.

Absolute Dimensionen.

Die Hubhöhe der Zängehämmer wird zu 2 bis 2.5 m gegeben, bei grossen Hämmern kommen Hubhöhen bis 3.2 m, bei kleinen Schnellhämmern solche bis zu wenigen Centimetern hinab vor.

Das Hammergewicht der Zängehämmer beträgt 1000 bis 2500 Kg, grössere Dichthämmer gehen von 5000 bis 15000, ja selbst bis 50000 Kg hinauf, Schmiedhämmer bis 150, Schnellhämmer bis zu 50 Kg und selbst noch weniger hinab.

Die grössten Hämmern sind auf den Gussstahlwerken von Krupp in Essen: 50000 Kg, 3.16 m Hub, ohne Oberdampf, und zu Perm in Russland: 50000 Kg, 3.2 m Hub, mit Oberdampf.

Die Hubzahl pflegt pro Minute bei Zängehämmern 200 nicht zu übersteigen, bei sehr grossen Hämmern kaum 60 zu erreichen und bei Schnellhämmern auf 400 bis 500 zu steigen.

Amboss und Schabotte, sammt Fundament.

Ein allen Anforderungen genügender Amboss darf weder dem Hammerschlage ausweichen, noch die ihm durch den Schlag erteilten

Schwingungen in horizontaler Richtung fortpflanzen. Beides ist niemals vollkommen, sondern nur annähernd zu erreichen und kann hauptsächlich durch ein möglichst grosses Gewicht, in zweiter Linie durch eine bis auf den festen Boden gehende und von dem benachbarten Erdreich isolirte Fundamentirung erzielt werden.

Wird für das Hammergerüst und den Amboss eine fest verbundene gemeinschaftliche Fundirung angewandt, so hat das zwar den Vortheil, dass bei einem Nachgeben des Grundes, welches kaum jemals ganz zu vermeiden ist, ein gleichmässiges Sinken des ganzen Hammers stattfindet, sich also keinerlei Veränderung der Hübhöhe zeigt und selbst kleine Abweichungen vom Lothe nicht anders, als in der ungleichmässigen Inanspruchnahme der Kolbenliderung und der Stopfbüchsen zum Ausdruck kommen. Aber der Nachtheil, welcher, durch die beständigen Erschütterungen aller Maschinentheile entsteht, ist so sehr überwiegend, dass man es mit Recht, namentlich bei allen schweren Hämmern, vorzieht, Amboss- und Gerüstfundament getrennt anzulegen. Freilich ist eine Vereinigung auf dem gewachsenen Boden, auf dem beiderlei Fundamente ruhen müssen, und durch diesen eine Uebertragung der Erschütterungen nicht zu vermeiden, aber letztere wirken bei gehöriger Tiefe der Fundamente, und namentlich, wenn das Ambossfundament um einige Meter tiefer in den festen Boden geführt ist, weniger empfindlich. Die Schwingungen, welche das Ambossfundament erhält, pflanzen sich im Boden in concentrisch kugelförmigen Wellen fort. Diese Wellen, deren Länge, wie es scheint, von den einmal gegebenen Bodenverhältnissen weit mehr abhängt, als von der Stärke oder der Wiederholung der Schläge, pflanzen sich aber, wenn bis zum gewachsenen Boden Isolirung des Ambossfundamentes vorhanden ist, nur von der Auflagestelle aus fort und treten daher erst in grosser Entfernung vom Hammergerüst und abgeschwächt durch den Widerstand des Erdreichs an die Oberfläche. Es ist sehr interessant, die Knotenpunkte der Wellen zu beobachten. An diesen Stellen ist keine Erschütterung zu spüren, während vielleicht in einigen Schritten grösserer Entfernung vom Hammer eine heftige Vibration wahrgenommen werden kann. Aus diesem Grunde empfiehlt es sich, bei sehr schweren Hämmern zuerst den Hammer zu errichten und in Betrieb zu setzen, ehe man zu den Fundirungen des Hammergebäudes schreitet, welche man nach Möglichkeit in die Knotenlinien der Schwingungswellen zu legen hat.

Gegen den durch den Hammerschlag entstehenden Stoss ist der Amboss nicht als unelastischer Körper anzusehen. Es pflanzt sich mithin die Bewegung in begrenztem Maasse fort, und zwar um so vollständiger, je geringer das Gewicht des Ambosses sammt Schabotte und Fundament ist, wenn diese einen zusammenhängenden Körper bilden. Bestehen diese Theile aber aus einzelnen Stücken, so erhält jedes folgende die Bewegung des darunter liegenden, bis endlich das unterste (ähnlich der

letzten Elfenbeinkugel bei dem bekannten physikalischen Experiment) fortgeschleudert wird, oder hier dem darunter liegenden Erdreich die Erschütterung mittheilt. Aus diesem Grunde ist es erforderlich, nicht nur die Unterlage des Ambosses, — der selbst wegen der nothwendigen Leichtigkeit des Richtens nicht schwerer ausfallen darf, als dass er leicht durch Hand bewegt werden kann, — sehr gewichtig zu machen, sondern sie auch aus einem oder wenigstens wenigen möglichst grossen Stücken herzustellen. Der Versuch, die Schabotte sammt Fundament ganz unelastisch aus Stein oder Cement aufzubauen, ist bisher stets misslungen, weil die rückwirkende Festigkeit der Materialien nicht hinreichend gross ist, um sie vor Zertrümmerung zu schützen. Erfahrungen zu Bochum wie zu Reschitza haben dies bestätigt.

Man gibt daher stets eine Unterlage oder auch eine Einlage von Holz, welches bald vertical gestellt bei mildem Grunde gleichzeitig als Pfahlrostfundament dienen kann, bald horizontal in einer oder mehreren Balkenlagen angeordnet wird.

Wo hinreichend fester Grund nicht zu erreichen ist, muss als Unterlage stets ein Pfahlrost dienen.

Die Isolirung findet durch Freilassen eines entsprechenden Schlitzes rings um das ganze Fundament und die Schabotte statt. Ist Gefahr des Abbröckelns von Erdreich oder Mauerwerk vorhanden, so wird der Schlitz durch Spundwände oder Blechtafeln geschützt.

Abmessungen und Construction der Schabotte¹⁾.

Der Regel nach bemisst man in der Praxis das Gewicht der Schabotte sammt Fundament als Vielfaches des Hammergewichts, und zwar bei grösseren Hämmern auf Steinboden, welcher die Erschütterungen gut fortpflanzt, auf das 20- bis 25fache, auf Sandboden, welcher die Erschütterungen sehr wenig fortpflanzt, auf das 10fache; indessen ist es selbstverständlich richtiger, von der lebendigen Kraft des vollen Hubes auszugehen. Ist G das Gewicht des Hammerklotzes sammt Kolbenstange und Kolben oder sammt Cylinder in Kilogrammen, h die Fallhöhe in Metern, so macht man das Gewicht Q der Schabotte bei kleineren Reckhämmern $= 2 Gh$, bei mittleren Zängehämmern $= 4$ bis $5 Gh$, bei grösseren Zängehämmern $= 8 Gh$ und bei sehr grossen Hämmern $= 10$ bis $15 Gh$ K. Bei dem schweren Krupp'schen Hammer (S. 772) ist das Gewicht der Schabotte $= 10 Gh$, bei dem Hammer zu Perm trotz Anwendung von Oberdampf (wofür man ca. 30 Proc. zuschlagen sollte) nur $= 4.2 Gh$.

¹⁾ Hauer, Hüttenwesenmaschinen S. 456, Zeitschrift deutscher Ingenieure 1867, S. 355, 1870, S. 94 und 1858, S. 119. Oesterr. Jahrbuch 1854. Schönfelder, Bauliche Anlagen, 2. Jahrg., 1. Lief., S. 17. Polyt. Centralblatt 1873, S. 624. Zeichnungen der Hütte 1859 und 1862.

Um indessen ein Anhalten beim Bau zu haben, welches unabhängig von der Fallhöhe, von der Spannung des anzuwendenden Druckdampfes u. s. w. ist, pflegt man häufig, wie oben angegeben, nur das eigentliche Hammergewicht zu berücksichtigen und nimmt mit ausreichender Sicherheit als Gewicht der Schabotte, dem man das Gewicht des Ambosses und des Fundamentes, soweit es als isolirter Hammerstock auftritt, hinzurechnet, das 25fache an ¹⁾.

Der Beginn der Fundirungsarbeiten besteht stets zuvörderst im Aufsuchen des festen Baugrundes oder, wenn dieser nicht zu erreichen ist, im Schlagen eines Pfahlrostes. Auf die geebnete Sohle kommt in beiden Fällen eine Schicht Asphalt, Pech oder Beton. Hierauf folgt der Regel nach nun das Holzkissen, welches den Hammerstock der Helmhämmer vertritt.

In Oesterreich pflegt man dasselbe aus aufrecht stehenden Stämmen zusammenzufügen, welche durch starke Eisenbänder umschlossen sind. Zu Neuberg z. B. hat der Dampfhammer von 17500 Kg Fallgewicht und 2·7 m Hub einen aus vier um einen Mittelpfahl concentrisch angeordneten Pfahlreihen gebildeten Hammerstock. Die einzelnen Pfähle sind dicht durch Feder und Nut mit einander verbunden. Schwere (350 Kg) Eisenreifen umgeben den ganzen Stock. Die äusserste Pfahlreihe hat aussen einen kammartigen Vorsprung, um die Lage der darauf kommenden Schabottentheile zu begrenzen.

In Deutschland und England wählt man mit Vorliebe horizontale Holzlager, welche von zwei bis zu sechs Schichten gekreuzt über einander angeordnet werden. Die jede Schicht begrenzenden beiden Endbalken werden in die darunter liegenden entsprechenden Querbalken verzapft oder mit denselben durch Bolzen verbunden. Die dazwischen liegenden, ebenfalls behauenen Balken liegen frei, aber dicht aneinander geschlossen.

Zuweilen, so z. B. bei dem grossen Dampfhammer zu Woolwich, hat man beide Systeme vereinigt und ausserdem zwischen die Stücke der darüber folgenden eisernen Schabotte noch eine Holzschicht eingefügt. Hier bedeckt die Pfahlrostköpfe eine Eisenplatte, auf welche zwei kreuzweis gelegte Reihen horizontaler Balken folgen. Darauf ist ein Hammerstock von verticalen Balken in 0·65 m Höhe errichtet, welcher wieder durch eine Eisen-

¹⁾ Wäre die Unterlage vollkommen unelastisch, so würde die auf das Erdreich übertragene und sich in Erschütterungen kundgebende Arbeitsgrösse gleich sein der Differenz der lebendigen Kraft des Hammers und der zum Schmieden verwendeten Arbeit, d. h.:

$$R = G_1 h - \frac{G_1 G_2}{g(G_1 + G_2)} \cdot \frac{2gh}{2} = G_1 h - \frac{G_1 G_2 h}{G_1 + G_2} = \frac{G_1^2 h}{G_1 + G_2},$$

wenn G_1 das Gewicht des Hammers, G_2 das Gewicht des Ambosses, der Schabotte etc. und des zu schmiedenden Eisenstücks, h die Fallhöhe bedeutet. Ist z. B. $G_1 = 8000$ Kg, $G_2 = 32000$ Kg, $h = 2$ Meter, so wird $R = 320$ Meterkilogr., unter sonst gleichen Umständen bei $G_2 = 60000$, $R = 1882$; $G_2 = 80000$, $R = 1454$; $G_2 = 120000$, $R = 1$ und weiter nur Bruchtheile von 1 Meterkilogr.

platte überdeckt ist. Nun folgt nochmals eine Lage von Eichenbohlen und Filz und auf der diese bedeckenden Eisenplatte ruht endlich die Schabotte.

Dies stückförmige Aufbauen der Schabotte empfiehlt sich aus dem vorher angeführten Grunde indessen nicht, und man hat sich bei neueren Fundirungen schwererer Hämmer mit einer Doppellage gekreuzter Balken (von Eichen- oder Lärchenholz) begnügt, auf welchen dann die eiserne Schabotte ruht. Letztere kann, wenn sie die nöthige Schwere erhalten soll, im Ganzen kaum transportirt werden, und man hat sie deshalb aus drei oder vier auf einander liegenden Gusseisenklötzen von quadratischem oder achteckigem Querschnitt hergestellt. Jeder untere hat einen vorspringenden Rand, um die Stellung des darüber liegenden zu sichern. Richtiger ist es indessen, die ganze Schabotte an Ort und Stelle aus einem Stück zu gießen. Die Form wird hierzu in umgekehrter Lage hergestellt. Das Gussstück erhält zwei Zapfen, deren Axe durch den Schwerpunkt geht. Der Guss erfolgt aus Kupolöfen oder Flammöfen, welche rings um die Fundamentpfeiler errichtet sind ¹⁾.

Die Form ist durch verlorenes Mauerwerk unterfangen, welches nach der Erstarrung des Eisens bis auf die Stützen der Drehzapfen zerstört wird, worauf durch Dampfwinden die Drehung des Gussstückes erfolgt. Man erhält so den dichtesten Theil des Gusses nach oben. Entweder wird sodann das Fundament bis zur Unterfläche der Schabotte aus Stein oder Holz hochgeführt, oder es werden nunmehr auch die Zapfenlagermauern zerstört und die Schabotte bis zur Auflage auf das Fundament gesenkt.

Selten wird auf dem festen Boden oder dem Pfahlrost noch ein Quadersteinfundament aufgeführt, zwischen dessen einzelne Lagen dann wohl auch noch Balken kommen. So ist z. B. zu Perm ein solches Fundament von drei Sandsteinquader-Lagen angewandt, zwischen denen je zwei kreuzweise Lagen von Balken (0.3 m im Quadrat) sich befinden. Letztere sind mit Pech übergossen und mit einer Lage Filz bedeckt ²⁾.

Es ist schon darauf aufmerksam gemacht, dass sich Beton- oder Cementfundamente wegen des geringen Widerstandes gegen die Zerstörung nicht empfehlen. Zu Bochum klopfte man die ganze aus Cement in einem eisernen Mantel bestehende Schabotte allmählig in Form von Staub heraus. Sandunterlagen, wie bei kleinen Hämmern ³⁾, sind wohl vielfach vorgeschlagen, aber selten ausgeführt worden. Der Sand wird dann statt in einen Holzcyylinder in einen solchen von Eisen gefüllt.

Wenn es schon im Interesse der Erhaltung des Hammers und der Hammerhüttengebäude geboten ist, auf eine Verringerung der Erschütterungen Bedacht zu nehmen, so ist dies auch von Werth, um Einwendungen von benachbarten Anwohnern zu vermeiden.

Die besten Gegenmittel bleiben Herstellung einer schweren, aus

¹⁾ Bei dem Guss der Schabotte zu Perm, welche unten die Form einer quadratischen Säule von 5 m Seite und 1.6 m Höhe hat, oben aber in 3 m Höhe pyramidal auf 3 m Seitenlänge verjüngt ist, waren 14 Kupolöfen thätig.

²⁾ Hauer, Hüttenwesenmaschinen S. 462. ³⁾ Siehe S. 740.

möglichst wenig Theilen bestehenden Schabotte, und einer Isolirschicht zwischen Fundament und benachbartem Boden.

Abweichende Arten von Dampfhammern.

Zweicylindrige Hämmer. Um den Nachtheil eines schiefen Schlages weniger fühlbar für den Mechanismus zu machen, hat man den Hammer an einem Querhaupte befestigt, welches an jeder Seite von einer Kolbenstange getragen wird. Die Dampfzylinder liegen unten neben der Schabotte (Thwaite und Carbutt¹⁾ oder an dem Gerüste (Voisin²⁾). Solche Hämmer sind complicirt, nehmen einen grossen Raum in Anspruch und haben sich daher keinen allgemeinen Eingang verschafft.

Horizontalhämmer. Um das kostspielige Fundament des Ambosses zu sparen, hat Ramsbottom vorgeschlagen, zwei horizontale Hämmer einander gegenüber aufzustellen und mit ihnen gleichzeitig das dazwischen befindliche Eisen zu bearbeiten. Der Bewegungsmechanismus kann hierbei verschieden sein: Entweder ruhen zwei horizontale Dampfzylinder, welche die Hämmer tragen, auf Wagen und rollen gleichzeitig gegen einander, wobei die Kolben und Kolbenstangen festliegen; oder die beiden horizontalen Dampfzylinder behalten ihre Lage bei, während die Kolben, an deren Stange die Hammerblöcke befestigt sind, gegen einander rücken; oder die beiden Hammerblöcke, welche dann ebenfalls auf Rollen laufen, sind mit Leitstangen verbunden, mittelst deren sie durch eine unter dem Centrum liegende vertical stehende Dampfmaschine gegen einander geführt werden. Das Eisenstück befindet sich auf einer Kippvorrichtung etwas beweglich angebracht, um bei einem nicht ganz gleichzeitigen Antreffen der beiden Hammerblöcke leicht in die entsprechende mittlere Lage geführt zu werden.

Der Nachtheil der directen Uebertragung aller Erschütterungen auf die Bewegungsmechanismen und der Mangel die Schwerkraft nicht benutzen zu können, sind Umstände, welche den Horizontalhämmern eine weitere Verbreitung verschlossen haben³⁾.

Bearbeitung der Luppen.

Die Zängearbeit ist bereits S. 595 besprochen. Es ist dort erwähnt, dass die Erschütterung des Hammers einen günstigeren Einfluss ausübt, als der allmälige Druck der Quetschen. Nimmt man hierzu noch die Möglichkeit, unter dem Dampfhammer die Stärke des Schlages nach Belieben zu reguliren, den Hammer unabhängig von Rotations-

¹⁾ Dingler's polyt. Journal 1868, Bd. 189, S. 93.

²⁾ Revue universelle T. III, p. 131.

³⁾ In dem Werke zu Crewe konnte man bei dem stets ruhenden Hammer lange Zeit hindurch ein schwarz angestrichenes Holzstück eingespannt sehen.

maschinen und Transmissionen aufstellen zu können, so ist es erklärlich, dass der Dampfhammer mehr und mehr alle anderen Zängeapparate verdrängt hat.

Die Puddelluppen erhalten sowohl unter den Quetschen wie unter dem Hammer, während sie von der Hauptmasse der Schlacke befreit werden, gleichzeitig die Form eines Kolbens, d. h. eines mehr oder weniger walzenförmigen Körpers. Die Arbeit muss hinreichend schnell geschehen, damit der Kolben ohne nochmalige Erhitzung unter dem Walzwerke zum Rohstabe ausgewalzt werden kann.

Die Luppe wird unter dem Hammer der Regel nach vermittelt einer Zange gewendet, seltener durch einen angeschweissten Eisenstab (Schweif) gelenkt¹⁾. Es ist hierzu in jedem Falle eine grössere Handgeschicklichkeit erforderlich, als zu dem einfachen Einstecken der Luppen in die Luppenmühle und selbst, als zu der Umarbeitung unter der Quetsche. Die Arbeitslöhne der Hammerschmiede sind daher überall höher als die der Arbeiter an Luppenmühlen und Quetschen. Zudem ist am Hammer noch ein besonderer Maschinist erforderlich. Trotzdem aber sind die Vorzüge des Hämmerns für die Qualität des Eisens so bedeutend, dass eine weitergehende allgemeine Verdrängung der anderen Apparate für den Zweck des Zängens kaum ausbleiben kann.

Umwandlung der gezängten Kolben in Rohstäbe unter dem Walzwerk.

Bei der Umwandlung der gezängten Kolben in Stäbe unter dem Walzwerke ist die Formgebung nicht der alleinige Zweck, sondern gleichzeitig soll auch die Schlacke noch weiter ausgepresst werden. Es wird daher der Kolben zuvörderst ohne Rücksicht auf den zu erzielenden Querschnitt gestreckt und dann erst in die Form eines Stabes mit der Regel nach oblongem, seltener quadratischem Querschnitte übergeführt.

Rohschienen-Walzwerk.

Allgemeine Vorbemerkungen über Walzwerke.

Ein Walzwerk besteht aus zwei in entgegengesetzter Richtung durch einen Motor umgedrehten Cylindern, zwischen welchen das durch die Reibung an den Walzenmänteln mitgenommene Eisen hindurchgeht, dabei seinen Querschnitt in der Richtung des Druckes, d. h. also seine Höhe verringert und seine Länge entsprechend vermehrt. Obwohl die Dichtigkeit des metallischen Eisens nur sehr unbedeutend durch die Walzarbeit zunimmt und obwohl der senkrechte Druck nur einen verhältnissmässig unbedeu-

¹⁾ Vergl. S. 734.

tenden Einfluss auf die Zunahme der Breite des Querschnitts ausübt, wie später erörtert werden wird, so steht doch die Verlängerung des gewalzten Eisens nicht im geraden Verhältnisse zur Verminderung der Höhe, sondern ist wesentlich geringer. Dies hat seinen Grund in einer Volumenverminderung durch Austreibung der Schlacke, für welche man nur durch Erfahrung den Maassstab finden kann. Die Austreibung der Schlacke wird am vollkommensten erreicht, wenn der Druck auf alle Theile des Querschnitts ein gleicher ist. Aus diesem Grunde wird das Eisen zu dem genannten Zwecke nicht zwischen Theilen der cylinderförmigen Walzenmäntel hindurch geführt, sondern durch Einschnitte, welche in die Walzen gedreht sind, halb in der Ober-, halb in der Unterwalze liegen und im radialen Querschnitte annähernd die Form von Quadraten besitzen. Der auf das Eisen vertical wirkende Druck zerlegt sich hier in eine Seitenkraft parallel zur Seite des Quadrats, welche verloren geht, und eine rechtwinklig zur Seite, welche auf Streckung des Eisens, also auf Ausquetschung der Schlacken wirkt.

Da der Eisenkolben durch Reibung zwischen die Walzen gezogen wird, muss die Kraft der Reibung grösser sein, als der Widerstand des Eisens gegen das Zusammendrücken. Die Reibungskraft wird um so grösser, je weniger die Höhe des Eisenquerschnitts von der Entfernung der Walzenmäntel von einander in der Verticalebene der Walzenaxen abweicht; der Widerstand gegen das Zusammendrücken wächst mit der Höhe des Querschnitts. Erreicht die Höhe des Querschnitts die Entfernung der beiden Walzenaxen in der Verticalebene, so kann eine Wirkung überhaupt nicht mehr stattfinden. Es muss also zwischen Höhe des Eisenstücks und Entfernung der Walzenmäntel in der Verticalebene der Walzenaxen stets ein bestimmtes Verhältniss bestehen, mit anderen Worten, es ist nicht möglich das Eisen mit einem Durchgang auf jeden gewünschten Querschnitt zu bringen, es muss vielmehr die Operation des Walzens mehrfach wiederholt werden, bis schliesslich das Verhältniss zwischen Walzenmantelabstand und Eisenhöhe erreicht ist, welches beim letzten Durchgange den gewünschten Endquerschnitt des Eisenstabes herbeizuführen gestattet. Bei jedem Durchgange kann und muss aber der Walzenmantelabstand geringer werden. Dies lässt sich auf zweifache Weise erreichen, entweder, indem nach jedem Durchgange die Walzen einander genähert werden, oder dadurch, dass die Abstände der Walzenmäntel an verschiedenen Stellen ungleichförmig sind, also ohne Aenderung der Walzenlage das Eisen jedesmal an fortlaufend engeren Stellen durchgeführt werden kann.

Zu letzterem Zwecke werden, wie bereits angedeutet, in die im Ganzen cylindrischen Walzen Furchen oder Kaliber von verschiedenen Tiefen eingedreht, welche gleichzeitig eine Begrenzung für das Eisen nach der Breite gestatten und wegen der Ausdehnung desselben in dieser Richtung eine scharfe Ausbildung der Seitenflächen herbeiführen. Die Construction solcher Reihen von Furchen nennt man die Furchung oder Kalibrirung der Walzen.

Schweiss- oder Vorwalzen.

Kommt es, wie bei den Puddelluppenkolben, zuvörderst wesentlich auf Zusammenpressen an, um die einzelnen Eisenkrystalle zu schweissen und die zwischen ihnen enthaltene Schlacke auszupressen, nicht aber in demselben Maasse auf die Form des Querschnitts, welchen das Eisenstück erhalten soll, so ist die Ausübung eines möglichst gleichmässig vertheilten Drucks die erste Bedingung. Da, wie oben hervorgehoben, der volle Druck von den Walzen nur in der Richtung der durch ihre Axen gelegten verticalen Ebene ausgeübt wird, so muss der günstigste Querschnitt der Furche der eines auf der Ecke stehenden Quadrats sein, und die Furchung in der Aneinanderreihung in ihrer Grösse entsprechend abnehmender Quadrate bestehen.

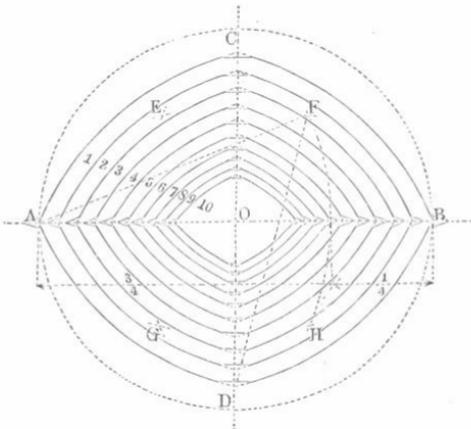
Da bei jedem Durchgange zwar die Höhe der senkrechten Quadratdiagonale entsprechend abnimmt, die Breite aber wächst, so würde bei gleicher Stellung des Eisenstückes für jeden Durchgang die quadratische Furchung überhaupt nicht möglich sein, sondern aus dem ursprünglichen Quadrat allmählig ein Rhombus mit ganz niedriger verticaler und wesentlich vergrösserter horizontaler Diagonale entstehen. Um dies zu umgehen, wird das Eisenstück vor jedem folgenden Durchgange um 90 Grad gedreht, so dass also die Breite des einen Kalibers zur Höhe der folgenden Furche wird, und ferner wird statt des genauen Quadrats ein Rhombus mit etwas grösserer Horizontal- als Vertical-Diagonale gewählt. Dann kann, da jedesmal die Höhe der vorigen Furche in der folgenden zur Breite wird, eine schnelle Abnahme des Querschnitts erfolgen.

Eine weitere Abweichung von der genauen Form eines Quadrats oder quadratähnlichen Rhombus wird durch die auszupressende Schlacke bedingt. Um denselben Raum zu geben, baucht man die Seiten des Rhombus etwas aus, macht sie also concav statt geradlinig. Eine jede solche Furche wird daher durch vier Kreisbogen begrenzt, welche sich in den Ecken schneiden, und es entsteht eine spitzbogige Form, daher auch die Furchen Spitzbogenfurchen genannt werden. Die Furchen sind auf beide Walzen gleichmässig vertheilt und die beiden Hälften stossen an der Berührungslinie der beiden Walzenmäntel zusammen. Zwischen je zwei Furchen bleibt ein Ring aus dem vollen Walzenkörper stehen. Um ein Abbrechen der Kanten dieses Ringes zu verhüten, was leicht durch ausgepresste und hier erstarrende Schlacke geschehen könnte, werden die Kanten dieser Ringe verbrochen. Endlich soll ein Anhaften des namentlich im Anfang des Walzens noch recht lockeren Eisens in den scharfen Spitzen der Furchen verhindert werden, und deshalb werden die Ober- und Unterkanten jedes Kalibers etwas abgestumpft.

So erhält man eine Aufeinanderfolge von Furchen, wie sie in Fig. 270 ersichtlich gemacht ist. Die hier gezeichnete Furchung ist von Daelen angegeben und in halbem natürlichem Maassstabe gezeichnet.

Der Luppenkolben wurde in einen Kolben von annähernd quadratischem Durchschnitt gehämmert oder zu einem solchen von annähernd

Fig. 276.



Spitzbogenfurchen.

kreisförmigem Durchschnitt gequetscht. Die Diagonale des ersteren oder der Durchmesser des letzteren giebt das Anhalten für den sogenannten Constructions-kreis des ersten Kalibers, welcher einen entsprechenden Durchmesser AB erhält. Auf den beiden rechtwinkligen Durchmessern trage man nun $\frac{7}{8}$ der Breite AB als Höhe $OC + OD$ an, schlage Kreise mit $\frac{3}{4} AB$ um A, B, C und D , und schaffe so in den Schnittpunkten

$EFGH$ die Mittelpunkte für die Spitzbogenkreise, also z. B. für Kreisbogen AD den Punkt F mit dem Radius FA . Die Höhe des ersten Kalibers wird nun gleich der Breite des zweiten u. s. f. Die Abstumpfung der oberen und unteren Ecke geschieht durch einen von der entgegengesetzten Ecke geschlagenen Kreisbogen. Die Erweiterung des Kalibers in der Breite, also die Abstumpfung der sich berührenden Walzenringkanten der Ober- und Unterwalze geschieht auf folgende Weise: $\frac{1}{8}$ bis $\frac{1}{10}$ des Horizontaldurchmessers wird von den Schnittpunkten der Spitzbogen auf der Horizontalen nach aussen abgetragen, die Hälfte dieser Ausladung über und unter dem Horizontaldurchmesser am Spitzbogen angetragen und durch diese beiden so erhaltenen Punkte ein Kreisbogen gelegt, welcher die Furchenbogen tangirt.

Fertigwalzen.

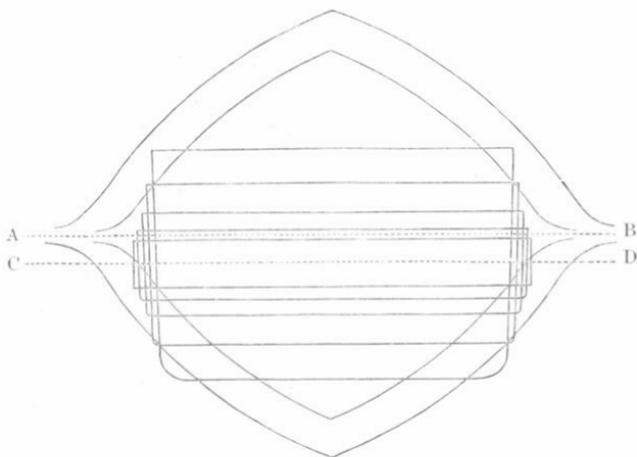
Aus den Vorwalzen, in welchen die Zängung vollendet sein soll und bereits eine ziemlich hinreichende Streckung erreicht sein kann, geht der ungefähr quadratische Stab nunmehr in die Fertigwalzen, wo er die gewünschte Form, meist einen oblongen, zuweilen einen quadratischen Querschnitt erhält. Der Regel nach genügt nunmehr ein Durchgang zur Vollendung. Es brauchte also das zweite Walzenpaar nur eine einzige Furche zu erhalten. Um indessen in den Vorwalzen nicht auf allzu kleinen Querschnitt des Eisens zu kommen, lässt man auch hier für geringere Dimensionen eine allmälige Verkleinerung mit Durchgang durch

mehrere Kaliber zu und richtet, um andererseits nicht jedesmal mit den Walzen wechseln zu müssen, sobald ein etwas veränderter Querschnitt verlangt wird, gleichzeitig die Fertigwalzen auf mehrere gebräuchliche Dimensionen ein.

Die Furchen zur Fertigstellung von Quadratrohstäben sind denen der Vorwalzen ganz ähnlich, nur tritt an Stelle des Spitzbogens die gerade Linie. Die Flachkaliber dagegen lassen nicht mehr eine diagonale Stellung der Furchen zu, können daher behufs Erzielung einer scharf begrenzten Form auch nicht mehr, wie jene, in beiden Walzen gleichmässig vertheilt sein, vielmehr werden sie lediglich in eine Walze, und zwar in die Unterwalze, eingeschnitten, weshalb man sie im Gegensatz zu den vorher beschriebenen offenen Kalibern versenkte Furchen nennt. Da nun der Durchmesser der Walzen an den die Furchen oben und unten begrenzenden Flächen gleich sein muss, weil sonst eine Verschiebung der Eisentheile die Folge sein würde, so greift die obere Walze mit entsprechendem vorspringenden Ringe in die Unterwalze ein. Man nennt daher hier die Oberwalze auch Patrizen-, die Unterwalze Matrizenwalze.

Damit das durchgehende Eisen sich leicht aus dem versenkten Kaliber löse, giebt man der Furche einen etwas trapezischen Querschnitt und rundet ausserdem die Ecken ab. Wie sich eine Reihe solcher Flächen an einander und beziehungsweise an das entsprechende Vorkaliber anschliesst, zeigt Fig. 277.

Fig. 277.



Flachfurchen der Fertigwalze.

Aus dieser Figur ergibt sich, dass die Halbiringlinie oder die Mittellinie der Furchen, AB , nicht ganz mit der Halbiringlinie des Abstandes der beiden Walzenachsen, CD , zusammenfällt. Dies ist nothwendig, um das

Eisen bequem aus der Walze zu bekommen. Bei ganz gleicher Beschaffenheit aller Eisenpartikeln und bei ganz gleichem Durchmesser der Druckflächen einer Furche muss freilich der Eisenstab vollkommen horizontal austreten. Nun aber ist diese gleiche Beschaffenheit nicht immer und namentlich nicht bei diesen rohen Producten vorhanden. Findet in Folge dessen an einer Seite des Stabes eine stärkere Streckung statt, so muss sich der Stab nach der entgegengesetzten Seite krümmen. Es kann dann eintreten, dass er im Bogen über die Walze zurückkehrt, sich zu einem Ringe zusammenschweisst und grosse Unordnung und Störung des Betriebes, ja selbst Bruch der Walzen herbeiführt.

Man giebt deshalb der Oberwalze stets einen etwas grösseren Durchmesser an der Druckfläche, d. h. man arbeitet darauf hin, den Stab nach unten zu krümmen. Vor dem Nachtheil einer solchen Krümmung kann man sehr leicht das Walzwerk bewahren, indem man einen Tisch mit Abstreifmeisseln ansetzt, welche das Eisen verhindern nach unten zu gehen, eine Vorrichtung, welche für die Oberwalzen nur schwer und unter Belästigung für den Walzwerksbetrieb anzulegen sein würde.

Das Flacheisen kann nicht um 90° gewendet werden; man dreht es vielmehr, falls es mehrere Durchgänge nothwendig hat, jedesmal um 180° , daher entsteht die durch die vorstehende Figur verdeutlichte Nothwendigkeit, die Breite jedes folgenden Kalibers grösser als die des vorhergehenden zu wählen.

Anordnung des Rohschienenwalzwerks.

Die Anordnung eines Rohschienenwalzwerks ergiebt sich aus den Figuren 278 bis 280 (a. S. 784 u. 785), welche die Walzvorrichtung sammt Quetsche von Ebbw Vale in Süd-Wales darstellen.

Die Walzen ruhen in Lagern, welche von Ständern getragen werden. Diese Ständer sind in wohlverankerten Grundplatten durch Bolzen und Keile befestigt. Die Walzenständer werden der Regel nach aus Gusseisen hergestellt, aber auch geschmiedet. Sie bilden für die Aufnahme der Lager geeignete Rahmen, welche entweder aus einem einzigen Stücke bestehen, oder eine abnehmbare Kappe erhalten. Letzteres erleichtert wesentlich die Auswechselung der Walzen, verringert aber allerdings auch die Festigkeit. Je zwei zu einem Gerüste verbundene Ständer sind durch Schrauben- oder Keil-Anker zu einem Ganzen verbunden. Die Unterwalze ruht auf ihren Lagern fest auf und bedarf keines Oberlagers. Die Oberwalze wird in der Regel zwar ebenfalls von einem Unterlager getragen, bedarf aber jedenfalls für die Arbeit eines Oberlagers. Das Unterlager der Oberwalze wird durch Bolzen gehalten, dagegen das Oberlager durch eine Druckschraube niedergedrückt. Durch letztere wird gleichzeitig die Hübhöhe bestimmt, falls man der Oberwalze einen Spielraum in der Verticalebene lässt.

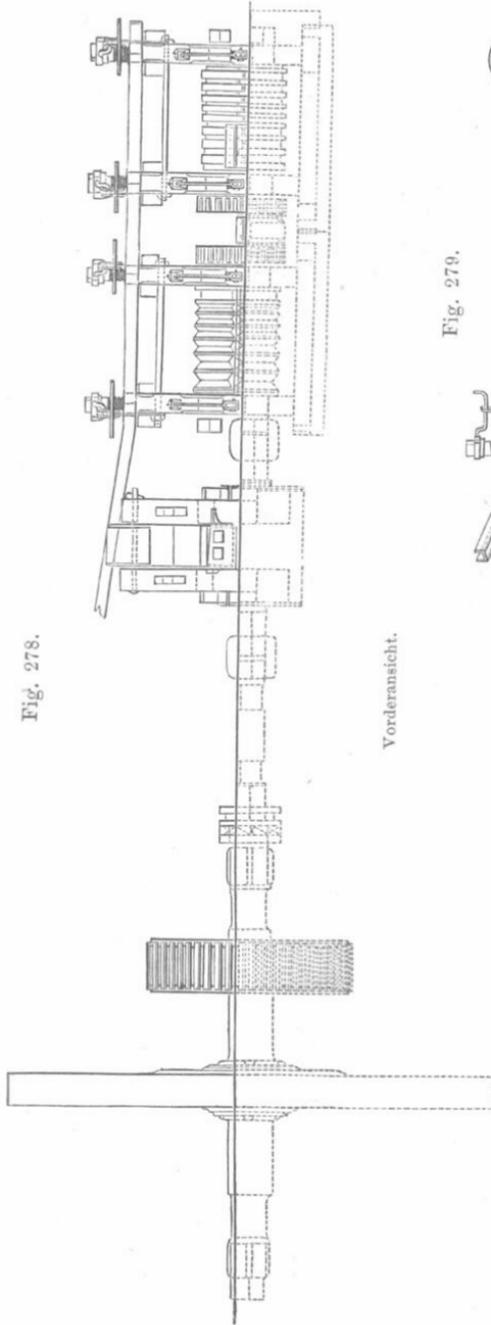


Fig. 278.

Vorderansicht.

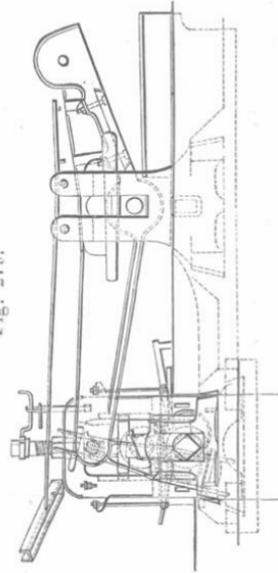


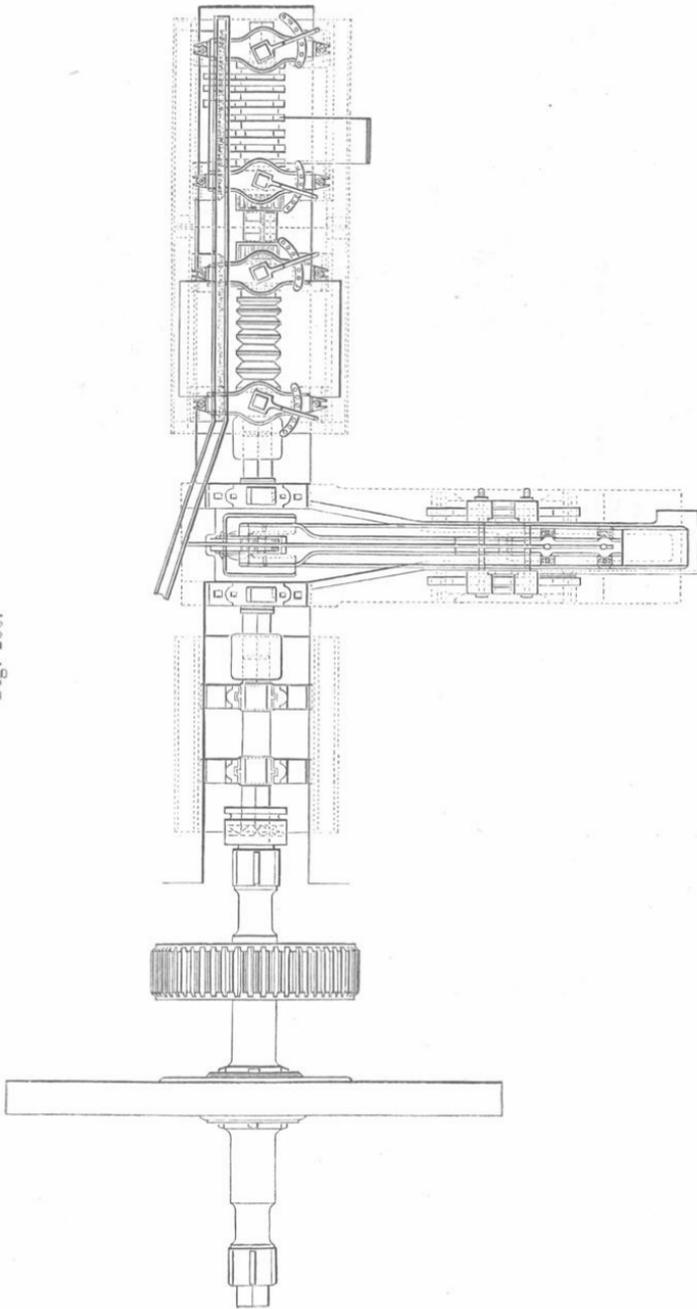
Fig. 279.

Seitenansicht.



Rohschienenwalzwerk zu Ebbw Vale.

Fig. 280.



Rohschienenwalzwerk zu Ebbw Vale (Grundriss).

In den Figuren 281 und 282 sind die zwei Arten der Rahmen- und der Kappenständer in Ansicht, Aufriss und Grundriss dargestellt.

Fig. 281.

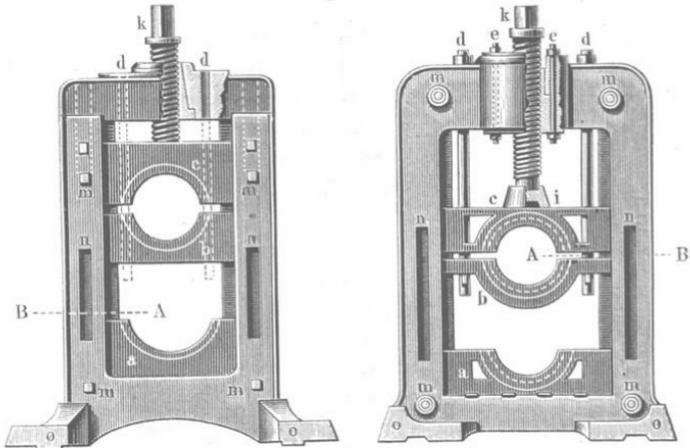
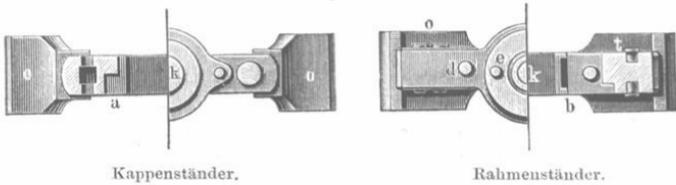


Fig. 282.



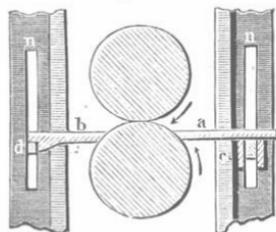
Die Ständer greifen mit den Nasen *O* ihres Fusses zwischen die Leisten der Sohlplatten, an denen sie mit Keilen festgestellt werden; *m* sind die jedes Ständerpaar verbindenden Anker. *a* ist das festliegende Lager der Unterwalze, *b* das durch die Bolzen *d* getragene Unter-, *c* das durch die Druckschraube *k* niedergehaltene Ober-Lager der Oberwalze. Die Bolzen *e* dienen zur Befestigung der Schraubenmutter in der Kappe des Ständers.

Zur Verlegung des schwächsten Punktes für einen Bruch von den kostspieligen Walzen und Ständern auf einen leicht zu ersetzenden Theil ist der Brechbock oder die Brechkapsel *i* eingeschaltet.

Die mit einer Nut versehenen Lager werden bei Kappenständern entweder von oben auf einer Feder eingeschoben, oder aber, wie dies bei Rahmenständern selbstverständlich stets erforderlich ist, seitwärts eingelegt und durch Schrauben (*t*) befestigt. Eine Einstellvorrichtung in der Richtung der Axe ist zwar für die größeren Producte des Rohschienenwalzwerks nicht erforderlich, für Producte mit sorgfältig herzustellenden Begrenzungsflächen aber unentbehrlich. Diese Horizontalstellung geschieht ebenfalls durch Schrauben.

Die Nuten *n* an der Innenseite der Ständer dienen, wie Fig. 283 zeigt, einerseits zum Befestigen des Walzentisches oder der Walzenbank *a*, auf welcher das Eisen entweder frei oder durch Kästen (Büchsen, Einlässe) geführt zwischen die Furchen der Walzen gebracht wird, und andererseits zur Anbringung der Abstreifmeissel *b*, welche oft nur auf einer Stange *d* aufliegen, während sie am freien Ende von den Walzen getragen werden, besser aber ein besonderes Festlager (welches punktirt angedeutet ist) erhalten.

Fig. 283.



Walzentisch und Abstreifmeissel.

Der Betrieb der Rohschienenwalzwerke geschah früher fast ausschliesslich mittelst Uebertragung der Bewegung vom Motor auf die Walze durch Getriebe, wie sie auch die Zeichnung Fig. 278 bis 280 zeigt, wird jetzt aber meist direct von der stehenden oder liegenden Dampfmaschine aus bewirkt.

Die Uebertragung der Bewegung findet in beiden Fällen unmittelbar nur auf die Unterwalzen statt, von welchen aus durch Getriebe erst die Uebertragung auf die Oberwalzen, meist am entgegengesetzten Ende des Walzwerks und auf die ganze Reihe der Oberwalzen geschieht. Zuweilen erhält indessen auch jedes Walzenpaar eine besondere Uebertragungsvorrichtung (Fig. 278).

Die Uebertragung von Walze zu Walze in der Horizontalen geschieht (abgesehen von den Oberwalzen im letzten Falle) durch Kuppelungen, welche hinreichend beweglich (universal) sein müssen, um bei den verschiedenen Stellungen der Walzenaxen und auch bei Einlegung von Walzen mit wechselndem Durchmesser auszureichen. Der Regel nach wird daher zwischen die gegenüber liegenden meist kreuzförmig gestalteten Kuppelungszapfen der entsprechenden Walzen ein gleich geformtes Kuppelungsstück eingeschaltet, auf welchem sich Muffen mit kreuzförmigen Hohlräumen befinden. Diese werden über die Verbindungsstellen geschoben und durch eingeschaltete Holzstücke, welche mit Riemen, Eisenbändern oder Draht umschlungen werden, an einer Verschiebung während des Betriebes verhindert.

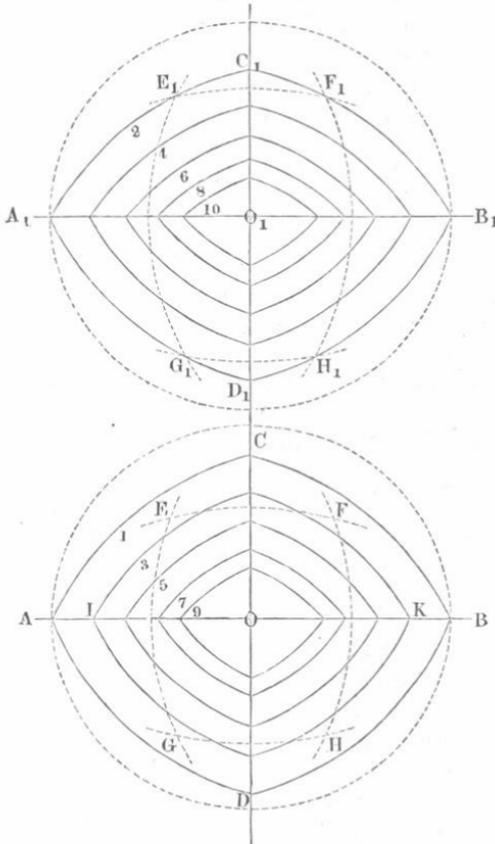
Die durch diese schlechte Uebertragungsweise entstehenden Kraftverluste, sowie der unvermeidliche Lärm, der die Walzwerke der Regel nach schon von weitem kennzeichnet, haben neuerdings die Aufmerksamkeit der Mechaniker mit Recht auf diesen Punkt gelenkt, und es ist zu hoffen, dass die bereits begonnene Verbesserung durch Einschaltung von stellbaren Lagern, Kugelgelenken und dergleichen mehr zu günstigen, allgemein anwendbaren Resultaten führen werde.

Man giebt den Luppenwalzen 0·95 bis 1·60 m Länge, einen durchschnittlichen Durchmesser von 0·47 bis 0·49 m, den Oberwalzen einen um 6·5 mm grösseren Durchmesser — was man Oberdruck nennt — und lässt die Walzen 40 bis 100 Umgänge in der Minute machen. Die Betriebskraft beträgt 30 bis 100 Pferdekraft.

Ueberheben und Rückwärtswalzen.

Das Ueberheben der Stäbe zum wiederholten Durchgange ist nicht allein für die Zeit des Auswalzens, sondern auch wegen der Verminderung

Fig. 284.



Drillings-Furchung.

der Wärme für das Auspressen der Schlacke von ungünstigem Einflusse. Man hat daher theils eine Umkehrung der Walzenbewegung zur Kürzung der Zeit angewendet, theils statt zweier (Zwillings-, Duo-walzen) drei Walzen (Drillings- oder Trio-walzen) benutzt. Das zwischen dem unteren Paar durchkommende Eisen geht im letzteren Falle zwischen dem oberen Paare wieder zurück. Diese Einrichtung trägt dann zur Verkürzung der Walzen bei, wenn jede Furche der Mittelwalze zweifach benutzt werden kann. Wegen der Breite des Eisens ist die Furchung hierfür nicht ganz leicht auszuführen, indessen zeigt das in nebenstehender Fig. 284 dargestellte Daelen'sche System auch, wie man in solchen Fällen zu construiren hat.

Das erste Kaliber $ABCD$ wird in der Weise von der oben angegebenen Construction für Zwillingswalzen abweichend gebildet, dass die Distanz $AB - CD$ nicht vom Mittelpunkt O gleichmässig vertheilt, sondern zu $\frac{1}{3}$ in die Unter-, zu $\frac{2}{3}$ in die Mittelwalze gelegt wird. Die obere Hälfte ACB des unteren Kalibers ist selbstverständlich gleich der unteren Hälfte des oberen Kalibers $A_1D_1B_1$, denn beide gehören der-

selben Walze an. Von D_1 aus wird nun für das Kaliber der Oberwalzen $D_1 C_1 = \frac{7}{8} CD$ abgetragen u. s. f.

Bei den Fertigwalzen der Puddelwalzwerke ist ein Drilling nicht erforderlich.

Fertigstellung der Rohstäbe.

Die fertig gewalzten Rohstäbe werden auf eisernen Platten dadurch, dass an jedem Ende ein Arbeiter mit der Zange anfasst und das Eisen aufschlägt, gerade gerichtet, dann durch Abbrechen kurzer Stücke auf den Bruch untersucht, darnach sortirt und entweder auf Lager genommen oder sofort in den anzufertigenden Schweiss-Packeten entsprechend lange Stücke geschnitten.

3. Bearbeitung der Flusseisenblöcke.

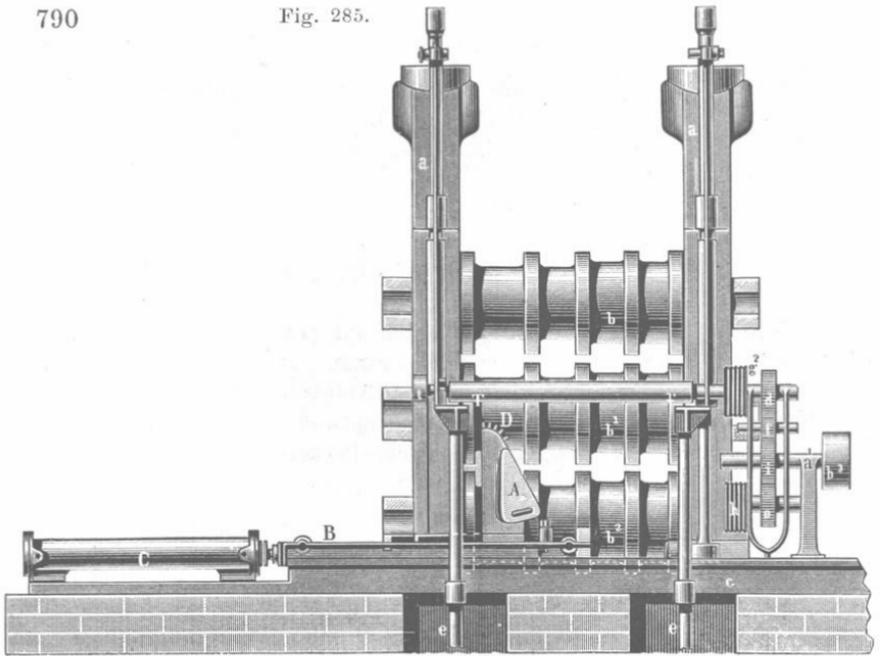
Die Flusseisenblöcke werden der Regel nach noch heiss einem Dichtungsprocesse unter schweren Hämmern unterworfen, hierbei sofort in eine dem nachfolgenden Walzprocesse entsprechende Form übergeführt oder auch noch in einzelne Stücke zerschrotet. Bei dieser Arbeit ist es leicht, Fehler, wie grössere Blasenräume, abspringende Schiefer und dergleichen mehr, zu entdecken und durch Ausschroten zu entfernen. Darin liegt einer der grössten Vortheile des Hämmerns. Aber diese Arbeit ist namentlich wegen der Nothwendigkeit, sehr kräftige Hämmer anzuwenden, dann aber auch wegen der damit verbundenen bedeutenden Handarbeiten kostspielig, und man hat zuerst in Amerika mit Erfolg versucht, an Stelle der Hämmerung eine Vorwalzung eintreten zu lassen, wobei man wegen der wiederkehrenden Form der Blöcke gleichzeitig die Möglichkeit gewann, statt der Handarbeit ganz mechanische Leistung einzuführen.

Hierzu ist von dem Amerikaner Fritz eine sehr geniale Vorrichtung erdacht, welche von Holley mehrfach verbessert wurde.

Fig. 285 (a. f. S.) ist eine Vorderansicht des für Trio-Walzensystem bestimmten Tisches, Fig. 286 (a. f. S.) eine Seitenansicht, Fig. 287 (a. S. 791) der Grundriss.

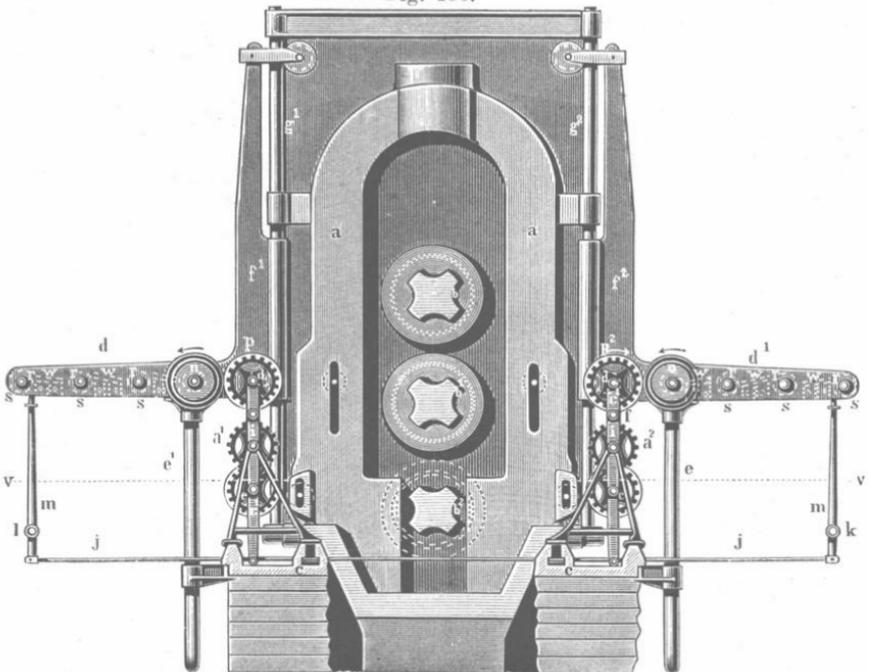
Fig. 288 (a. S. 792) zeigt in grösserem Maassstabe die Bewegungsvorrichtung für die den Block vorschiebenden Walzen, Fig. 289 (a. S. 793) eine Seitenansicht der Transmission und Fig. 290 (a. S. 794) eine Vorderansicht des Transmissionsgerüsts.

Die Ständer aa tragen die drei Blockwalzen b, b^1, b^2 in gewöhnlicher Weise und ruhen auf den Grundplatten c . Unter- und Oberwalze



Vorderansicht.

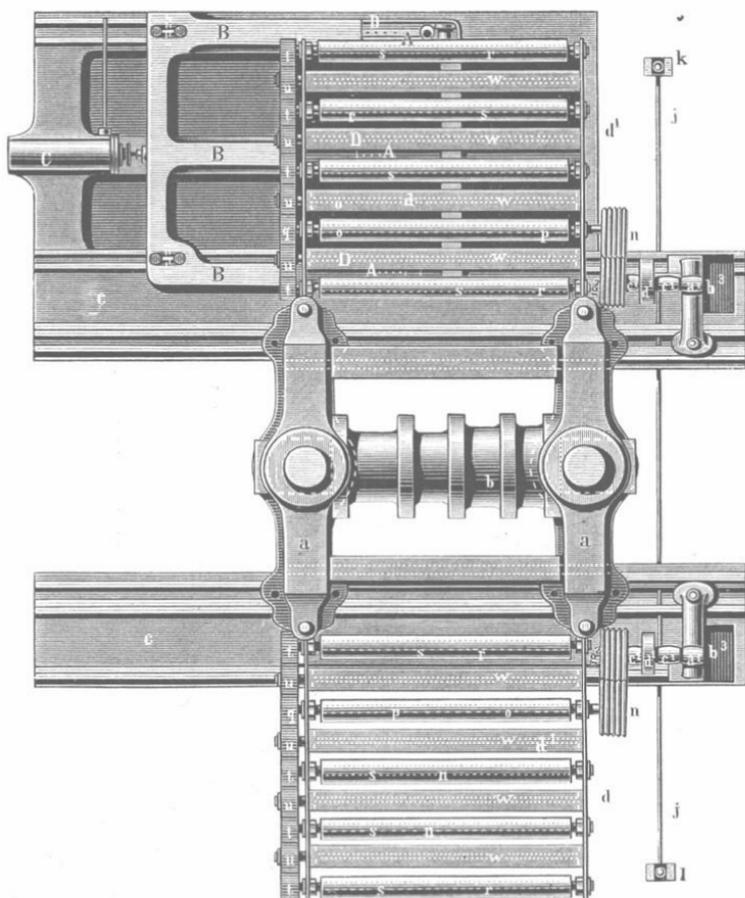
Fig. 286.

Seitenansicht.
Blockwalzwerk

sind vertical in den Ständern beweglich, während die Mittelwalze fest liegt. Jedoch kann auch das umgekehrte Verhältniss gewählt sein.

Die Zufuhr- oder Speisetische d und d^1 werden durch hydraulische oder Dampf-Cylinder vermittelt der Kolbenstangen ee^1 gehoben und gesenkt und von den Armen $f^1 f^2$ und Führungen $g^1 g^2$ geleitet.

Fig. 287.



Blockwalzwerk (Grundriss).

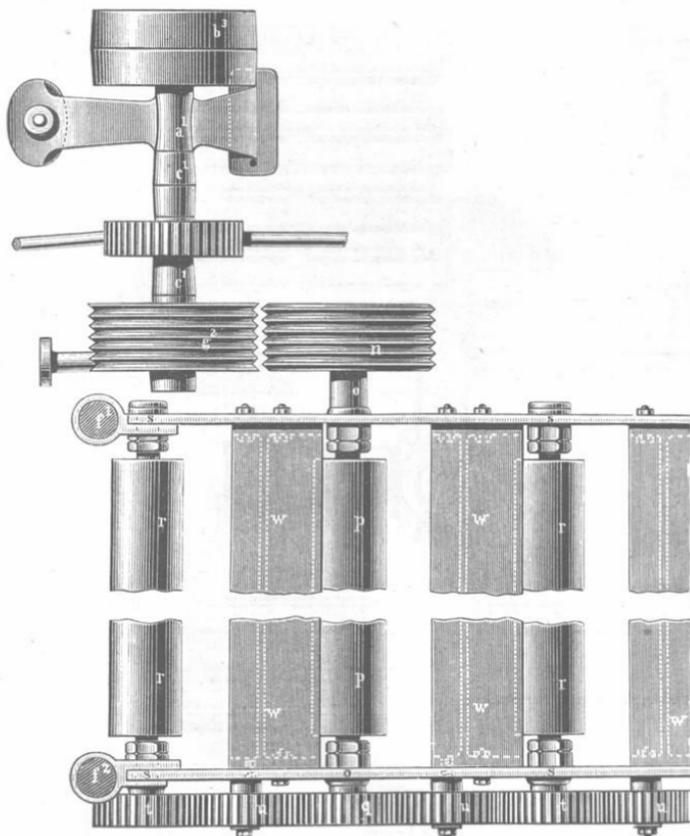
In der Zeichnung sind $a^1 a^2$ die durch die Riemscheiben b^3 vom Walzwerk aus in der Richtung des Pfeiles (Fig. 286 und 289) getriebenen Wellen.

Dies ist noch heute die Anordnung zu Cambria-Hütte, wo der Tisch zuerst erfunden und angewendet wurde. Später hat man es mit Recht vorgezogen, eine besondere kleine Bewegungsmaschine anzuordnen, da doch ein Arbeiter zur Umsteuerung nöthig ist.

Auf die Wellen $a^1 a^1$ sind die Arme c^1 (Fig. 290) aufgekeilt. Sie tragen die Transmissionsräder d, e , die Losräder f und die Frictionsräder g^2, h , wie auch die Figuren 285, 286, 289 und 290 zeigen.

Statt der Frictionsräder sind häufig auch Zahn- (Planeten-) Räder gewählt.

Fig. 288.



Blockwalzwerk (Bewegungsvorrichtung für den Block, Oberansicht des Tisches).

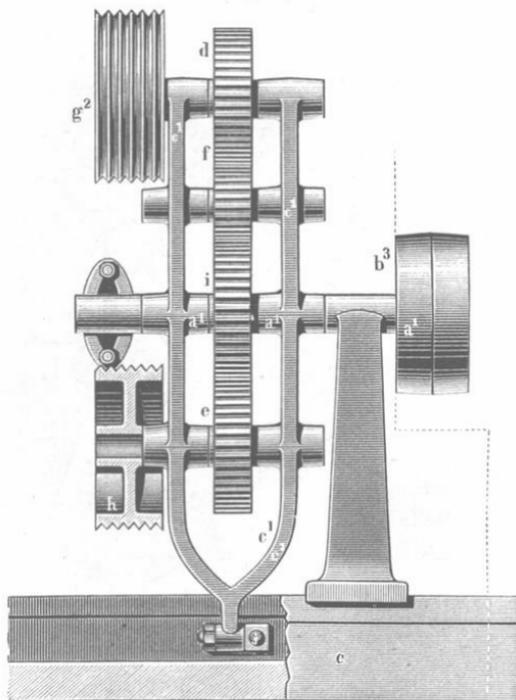
Die Triebräder i sind fest auf der Welle a^1 , und in Folge dessen treiben die Räder d, e, f die Frictionsräder g^2, n, o in der Richtung der Pfeile (in Fig. 286).

Die Arme c^1 sind durch die Stange j mit den Wellen k und l verbunden, auf welche die Hebel m aufgekeilt sind. Die Frictionsräder n sind fest auf den Wellen o der Speisetische, auf welchen auch die Speisewalzen pp und die Zahnräder qq fest sitzen. Die anderen Walzen r auf den Speisetischen sind fest auf den Wellen s , ebenso wie die Zahnräder t , welche sowohl unter einander, als mit den Zahnrädern q durch die Los-

ww (Fig. 288) sind Platten, welche die Walzen vor Verletzung schützen, wenn das Stück sie verlässt.

Die Operation ist also folgende: Ist der Block auf den Fronttisch d^1 mit den Speisewalzen p und r gelegt, während der Tisch in seiner untersten Stellung (Fig. 286) sich befindet, so wird mittelst des Hebels m das

Fig. 290.



Blockwalzwerk (Vorderansicht des Transmissionsgerütes).

beständig umgehende untere Frictionsrad h in Contact mit dem Frictionsrade n gebracht, welches nun alle Speisewalzen dieses Tisches in Bewegung setzt. Der Block gelangt dadurch zwischen den Walzen b^1 und b^2 hindurch auf den Tisch d , welcher sich ebenfalls in der tiefsten Stellung befindet. Die Speisewalzen desselben sind durch den Hebel m in gleicher Richtung in Bewegung gesetzt, so dass der Block, auch nachdem er die Walzen verlassen hat, so weit als nöthig weitergeführt wird. Nun wird der Hebel m in eine mittlere Stellung gelegt und dadurch kommen die Speisewalzen zur Ruhe. Jetzt werden die Tische d und d^1 in ihre höchste Stellung gebracht (Fig. 286), der Hebel m wird nach der entgegengesetzten Seite von vorhin umgeschlagen und das beständig bewegte obere Frictionsrad g^2 mit dem Frictionsrad n in Verbindung gebracht, worauf die Speisewalzen des Tisches d in umgekehrter Richtung wie vorhin in

Umdrehung kommen und den Block zwischen den Walzen b und b' hindurch führen.

Nicht immer brauchen die Speisewalzen des Hintertisches bewegt zu werden. Gewöhnlich genügt die von den Walzen ertheilte Bewegung zum hinreichenden Fortschieben des Blockes. Dadurch wird das Verfahren vereinfacht.

Ist der Block hinreichend oft (der Regel nach mindestens zwei Mal) durch dasselbe Kaliber gegangen, so muss er unter das folgende, und zwar nach der Drehung um 90° , gebracht werden. Hierzu dient die folgende Vorrichtung:

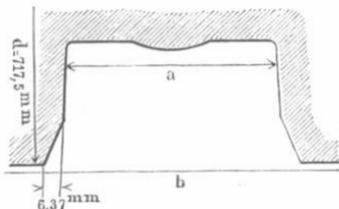
A in Fig. 285 und 287 ist ein Eisenstück, welches als Wender wirkt und eine sector-ähnliche Gestalt mit mehreren vorspringenden Fingern DD hat. Dieser Wender wird durch den Wagen B unterhalb des Speisetisches gedreht und zwar vermittelt einer Kolbenstange, welche ihrerseits durch den hydraulischen Cylinder C , in anderen Fällen aber von der besonderen Dampfmaschine aus bewegt wird.

Die Wender werden, sobald der Block zum nächsten Kaliber geschoben und dabei gewendet werden soll, in ihre höchste Stellung gebracht. Senkt sich nun der Tisch, so greifen die Stahlfinger DD unter den Block und drehen ihn um 90° . Hierauf wird der Wagen so lange seitwärts bewegt, bis der Block dem gewünschten Kaliber gegenüber liegt. Gewöhnlich ist letztere Operation gar nicht erforderlich, da durch die Drehung bereits die richtige Stellung erzielt wird.

Die Furchung des Blockwalzwerkes.

Die drei Walzen des Vorwalzwerkes haben 0.76 m Durchmesser und 1.52 m Länge des Walzenbundes. Sie machen 35 Umzüge.

Fig. 291.



Ihre Furchen sind sämmtlich offene und haben die in nebenstehender Skizze angegebene Form, deren Resultat also ein quadratischer Block mit eingedrückten Flächen ist. Die Walzen enthalten nur je vier Furchen, aber jede Furche wird mehrmals von dem Blocke passirt, weshalb nach jedem Durchgange ein Zusammenschrauben stattfindet.

Die folgende Tabelle giebt die Dimensionen für die 15 Durchgänge an, wobei zu bemerken ist, dass die Linie a der Figur 291 das Anhalten giebt. Die Maasse sind Millimeter.

Das erste Maass ist die Breite a , das zweite die Höhe. Der Block wird einmal zwischen dem 2. und 3. Durchgang und vom 7. Durchgang an jedesmal um 90° gedreht.

1. Furche.		2. Furche.	
1. Durchgang	317·5 + 292·1	7. Durchgang	225·4 + 285·7
2. "	317·5 + 285·7	8. "	225·4 + 269·9
3. "	317·5 + 285·7	9. "	225·4 + 247·6
4. "	317·5 + 269·9	10. "	225·4 + 225·4
5. "	317·5 + 247·6		
6. "	317·5 + 228·5		
3. Furche.		4. Furche.	
11. Durchgang	225·4 + 204·8	14. Durchgang	171·4 + 203·2
12. "	225·4 + 190·5	15. "	171·4 + 177·8
13. "	225·4 + 177·8		

Je nach der Art der Schienen kommen Abweichungen in diesen Dimensionen vor.

Die Betriebsmaschine für das Blockwalzwerk hat der Regel nach bei 76·2 cm Cylinderdurchmesser 1 m Hub und macht 86 Umgänge in der Minute.

Man rechnet zu Cambria in Pennsylvanien 0·24 Tonnen Kohlen für Ausheizöfen und Dampfkessel auf eine Tonne ausgewalzter Blöcke.

An dem Walzwerke sind der Regel nach zwei Arbeiter beschäftigt, seltener vier.

Das Auswalzen von 15 dreischienigen Blöcken dauert 45 Minuten, wenn Alles glatt geht ¹⁾.

4. Darstellung von Handelseisen unter Walzen.

Unter Handelseisen, auch wohl Stabeisen, versteht man Stäbe aus Schweisseisen oder Flusseisen ²⁾, Schmiedeeisen oder Stahl, welche einen einfachen Querschnitt haben, also entweder oblong oder quadratisch, kreisförmig, oval, achteckig, sechseckig sind.

Das Handelseisen theilt man nach den grösseren oder kleineren Dimensionen in Grobeisen und Feineisen, ohne dass sich dabei eine scharfe Grenze ziehen liesse.

Nach Karmarsch liegt die Grenze bei etwa 7 qcm Querschnittsfläche. Nach demselben Autor sind die gebräuchlichen Sorten folgende:

Quadratischeisen (viereckiges, vierkantiges Eisen, fer carré, square iron) mit quadratischem Querschnitte, von 6 oder 7 bis zu 130 mm

¹⁾ Vergl. des Verfassers Reisebericht: Das Eisenhüttenwesen der Vereinigten Staaten von Nordamerika. Zeitschr. f. Berg-, Hütten- und Salinen-Wesen. Jahrg. 1876, Bd. XXIV.

²⁾ Nach einer durch eine internationale Commission (Nordamerika: A. L. Holley und Thomas Egleston, England: J. Lothian Bell, Frankreich: L. Gruner, Schweden: R. Åkerman, Oesterreich:

dick; die Sorten von den dünnsten aufwärts bis 50 mm kommen auch unter dem besonderen Namen Gittereisen vor;

Flaches Eisen, Flacheisen (fer méplat, fer plat, flat iron), dessen Querschnitt ein Rechteck, im vollständigen Sortiment 6 bis 40 mm dick und wenigstens zweimal, höchstens 24mal so breit als dick; und

Rundeisen (fer rond, rod-iron, round iron), mit kreisförmigem Querschnitte, 3 bis 130, öfters auch 180 oder 200 mm dick.

Die dünnen vierkantigen Sorten für Nagelschmiede führen den Namen Nageleisen (nail rods). — Gattungen des flachen Eisens für einzelne Zwecke sind: Hufnagleisen (horse-nail rods) von 6 mm Dicke bei 19 bis 20 mm Breite; — Muttereisen (zu Schraubenmütern), nur 2- bis 2½mal so breit als dick; — Rahmeisen von 10 mm breit und 4·5 mm dick bis 33 mm breit und 8 mm dick; — Bandeisen, Reifeisen (fer en rubans, fer de ruban, feuillard, fer feuillard, hoops, hoop iron), zu Fassreifen (Fassreifeisen), Wagenradreifen (Radreifeisen) und vielerlei anderen Zwecken, 0,8 bis 7 mm dick und 10- bis 32mal so breit als dick, nach dem Dickenverhältniss oft unterschieden in dünnes, 1¼faches, 1½faches und doppelt dickes, welche vier Gattungen, z. B. bei 15 mm Breite 1·4, 1·75, 2·1 und 2·8 mm, bei 105 mm Breite 3·5, 4·4, 5·25 und 7 mm dick sind. — Runde Stäbe von besonders zähem Eisen kommen 10 bis 25 mm dick als Nieteisen und bis 50 mm dick als Ketteneisen vor. — Ganz dünne Stäbe von Quadrat- und Flacheisen werden (sofern ihre Darstellung noch unter dem Hammer geschieht) sehr oft, um Arbeit und Kosten zu sparen, nicht glattgeschmiedet (geschlichtet), sondern kommen in einem Zustande in den Handel, wo ihre Flächen noch durch die Eindrücke des Hammers und Ambosses gekerbt sind (Zaineisen, Krauseisen, Knoppereisen, carillon).

Sechseckiges und achteckiges Eisen sind wenig üblich und ein unvollkommener Ersatz des Rundeisens; man gebraucht indessen beide zu Gittern etc. und das achteckige auch zu den Bolzen beim Schiffbau (Bolzeneisen, bolt iron), das sechseckige zu Schraubenmütern.

P. Tunner, Deutschland: H. Wedding) festgestellten und seitdem ziemlich allgemein in allen eisenerzeugenden Ländern angenommenen Nomenclatur theilt man nunmehr das Eisen folgendermaassen ein:

Kohlenstoffhaltiges Eisen			
Schmiedbares Eisen (schmiedbar, schwer schmelzbar)		Roheisen (Gusseisen) (leicht schmelzbar, nicht schmelzbar)	
Flusseisen (im geschmolzenen Zustande erhalten)	Schweisseisen (im teigigen Zu- stande erhalten)	Weisses Roheisen ohne Grafit	Graues Roheisen mit Grafit
Flussstahl, härtbar	Flussschmied- eisen, nicht härtbar	Schweiss- stahl, härtbar	Schweiss- schmiedeseisen, nicht härtbar

Die Ausdrücke Flusseisen und Schweisseisen werden im Folgenden daher auch in dieser verallgemeinerten Bedeutung gebraucht werden.

Das Handelseisen wird zwar auch aus Schirbeln oder aus Gussblöcken von Flusseisen hergestellt, die Regel ist aber die Schweissung aus Packeten von Rohstäben. Die Packete werden je nach der Schwere der fertigen Stangen in Länge und Stärke zusammengelegt (vergl. S. 732), indessen ist für Grobeisen die übliche Länge der Rohschiebenstücke 0.45 bis 0.60 m. Zur Darstellung des Feineisens wird ein entsprechender Grobeisenstab abermals in Stücke (Prügel) geschnitten und diese unterliegen dem weiterem Walzprocesse. Für Grobeisen wird also zweimal geschweisstes, für Feineisen dreimal geschweisstes Eisen (vergl. S. 606) verwendet.

Die Packete werden so zusammengelegt, dass die Fugen der Rohstäbe in Verband kommen.

Grobeisen wird der Regel nach unter Zwillings- (Duo-)walzen, Feineisen unter Drillings- (Trio-)walzen hergestellt. Obwohl in allen Fällen die Abnahme des Querschnitts der Walzenfurchen möglichst gross genommen wird, um eine starke Streckung, also eine baldige Erreichung des verlangten Stabquerschnitts zu befördern, so hängt doch die Abnahme in der Entfernung der Druckflächen der Furchen (der Druck) wesentlich von den physikalischen Eigenschaften des heissen Eisens ab. Unter allen Umständen muss der Stab in einer Hitze vollendet werden. Den grössten Druck verträgt auffallenderweise ein phosphorhaltiges, also kaltbrüchiges Eisen, den geringsten ein schwefelhaltiges, also rothbrüchiges, ein gutes Eisen liegt in der Mitte.

Streckung. Je weniger Kohlenstoff das Eisen enthält, um so grösser darf der Druck werden; ein weiches sehniges Eisen verträgt daher den grössten, ein harter Stahl den geringsten Druck. Flusseisen darf keinen so hohen Druck als Schweisseisen erhalten. Ein wärmeres Eisen verträgt einen höheren Druck, als ein kälteres.

Hiernach schwankt das Verhältniss des Eisenquerschnitts in zwei auf einander folgenden Furchen ziemlich bedeutend und wechselt von 1 : 15 bis 1 : 4, nimmt aber mit dem Vorschreiten des Walzenprocesses stets ab.

Breitung. Bei einem bereits schlackenfreien, also dichten, Eisen muss die Zunahme von Streckung und Breitung in einem ganz bestimmten Verhältnisse stehen. Je heisser und je kohlenstoffärmer (weicher) das Eisen ist, um so mehr wird es gestreckt, um so weniger gebreitet.

Das durch die Walzen gehende heisse Eisen verhält sich im gewissen Grade wie eine gepresste Flüssigkeit, d. h. der Druck setzt sich nicht nur in der Richtung der Kraft, sondern nach allen Seiten hin durch alle Molecüle fort. Ein von oben und unten gepresstes warmes Eisen, welches nach den Seitenflächen hin nicht begrenzt ist, dehnt sich daher auch nach der Breite aus. Diese Breitung ist freilich gering und be-

trägt für jede Streckung eines Stabwalzwerks nicht über 0·5 bis 4·5 mm. Wird das Eisen durch Walzen mit cylindrischen Mänteln geführt, findet es also nach der Breite hin keine Begrenzung, so erlangt es das Maximum der Breitung, welche seiner physikalischen Beschaffenheit zukommt. Da indessen diese physikalische Beschaffenheit selbst in demselben Stücke sehr wechselt, so wird auch die Breitung verschieden, und statt einer ebenen Seitenfläche erhält man unter cylinderförmigen Walzen ein Eisenstück mit zackigen Rändern. Wird dagegen eine Furchung angewendet, so begrenzen die Seitenflächen der Furche die Ausdehnung nach der Breite, und wenn die Kaliberbreite unterhalb der Maximalbreitung der Eisenart liegt, erhält das Eisenstück scharf begrenzte Seitenflächen.

Die Breite des eingeführten Eisens kann niemals grösser als die Breite der Furche sein, denn sonst würden die Ränder von den die Furchen trennenden Ringen gepackt. Es muss also hier die Breite der Kaliber beständig zunehmen, falls das Eisenstück in gleicher Lage oder um 180° gedreht, angeführt wird, wogegen eine Verminderung der Breite immer bei Drehung des Eisens um 90° oder einen anderen kleineren Winkel erreicht werden kann, wobei dann die frühere Höhe zur Breite wird.

Druck- und Reibungsflächen. Der stärkste Druck wird durch jede den Walzenaxen parallele Furchenfläche ausgeübt, kein Druck durch eine dazu senkrecht stehende. Solche Flächen hindern die Streckung durch die an ihnen stattfindende Reibung. Man nennt sie daher Reibungsflächen. Theils wegen des Widerstandes gegen die Streckung, theils um das Auslösen der sich breiten Eisenstäbe aus der Furche zu erleichtern, gibt man der Form des Eisenstücks nach vertical zu stehenden Fläche eine Neigung nach aussen, macht also z. B. die Kaliber, statt quadratisch oder oblong, trapezisch.

Einfluss des Walzendurchmessers. Ein grosser Durchmesser der Walzen wirkt ebenso, wie ein langsamer Umgang, stärker auf Zusammenpressung, als auf Streckung, gibt daher auch stärkere Breitung. Zum Schweissen und zum fortgesetzten Dichten ist es daher vortheilhaft, Walzen von grossem Durchmesser zu wählen; zur Herstellung von Feineisen aus bereits geschweissten Knüppeln dagegen sind schnell rotirende Walzen von möglichst kleinen Durchmessern zu nehmen.

Walzenanordnung. Man mag eine Form des Querschnitts wählen, welche man wolle, so ist doch, wenn die Herstellung des Stabeisens aus Packeten erfolgt, die erste Aufgabe die Schweissung des Eisens und das Auspressen der Schlacke. Hierzu wird das Vorwalzwerk angewendet, welches wie das Rohschienenwalzwerk, mit Spitzbogenfurchen versehen ist. Das Packet geht durch dieselben diagonal und wird nach jedem Durchgang um 90° gedreht.

Nur bei sehr schweren Packeten, bei welchen eine diagonale Stellung vor der erfolgten Schweissung ein Verschieben der Rohstäbe herbeiführen würde, ist man gezwungen, die Vortheile der Spitzbogenfurchen aufzugeben und Schweisskaliber anzuwenden, welche aus zwei Trapezen zusammengesetzt sind, durch welche also zuerst das Packet in horizontaler Lage der Stäbe durchgeführt werden kann. Aber auch dann dreht man das Packet um 90° , so dass schon in der zweiten Furche die Stäbe senkrecht stehen.

G r o b e i s e n .

V o r w a l z e n .

Die Darstellung des Grobeisens beginnt in Vorwalzen mit Spitzbogenfurchen, deren erste einen Constructionskreis mit dem Durchmesser der Packetdiagonale erhält.

Der Durchmesser der Walzen beträgt 0.36 bis 0.42 Meter, die Zahl der Umdrehungen 75 bis 120.

Die Vollendwalzen enthalten die formgebenden Furchen. Selten sind beide Arten von Furchen auf einem Walzenpaare vereinigt, da dieselbe Vorwalze für zahlreiche Arten von Grobeisen dienen kann und daher nur die Fertigwalze ausgewechselt zu werden braucht, wenn ein Eisen von abweichendem Querschnitte verlangt wird.

F l a c h e i s e n .

Flacheisen, d. h. Eisen von oblongem Querschnitte, kommt am häufigsten und in sehr verschiedenen Abmessungen vor.

Die Kaliber der Vollendwalzen sind versenkt, etwas trapezisch geformt, an den der Walzenaxe zuliegenden inneren Kanten verbrochen. Das letzte oder Fertigungskaliber nähert sich der verlangten Form des Stabes möglichst und das Eisen wird durch dasselbe zweimal um 180° gedreht durchgeführt.

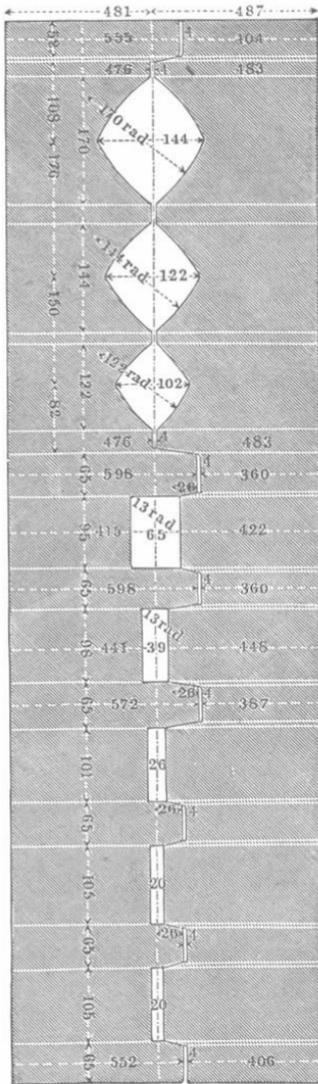
Zur Verminderung der im Uebrigen stets zunehmenden Kaliberbreite dienen Stauchfurchen, d. h. in die fortlaufende Reihenfolge eingefügte Furchen, in welchen das Eisen nur um 90° gedreht eingeführt und daher die vorhergehende Höhe zur Breite gemacht wird.

Je verschiedener Breite und Höhe des Eisens sind, um so nachtheiliger wirkt das Stauchen auf die Form, weshalb man der Regel nach Stauchfurchen nur auf einen der ersten Durchgänge in den Vollendwalzen legt.

Die nebenstehende Fig. 292 zeigt ein Paar combinirter Vor- und Vollendflacheisenwalzen.

Staffelwalzen. Zur Vereinfachung der Walzen und um zahlreiche Profile auf denselben Walzen vollenden zu können, hat man in Oesterreich Staffelwalzen benutzt, von denen ein Trio in Fig. 293 (a. folg. S.)

Fig. 292.



Flacheisenschneidung.

abgebildet ist. Man ersieht, es fehlen hier die Ringe. Freilich wird auch in Folge dessen das Flacheisen nicht scharfkantig.

Universalwalzwerk. Bei den mannigfachen Dimensionen des laufend zu fabricirenden Flacheisens erfordern namentlich die größeren Sorten eine sehr grosse Zahl von Walzen, welche vorrätig gehalten werden müssen. Um dies zu vermeiden, hat Daelen eine seitdem allgemein verbreitete Einrichtung erfunden, welche er Universalwalzwerk nannte, nicht weil man alle Eisensorten, sondern weil man alle Flacheisensorten ohne Veränderung der Walzen darauf herstellen kann.

Das Universalwalzwerk besteht aus zwei Walzenpaaren, einem horizontalen und einem verticalen, deren ungefurchte Mäntel zusammen das Kaliber bilden. Durch den Abstand der Mäntel des horizontalen Walzenpaares wird die Höhe, durch den Abstand der Mäntel des verticalen Walzenpaares die Breite des Eisenstabes bestimmt.

Ein solches Walzwerk ist in Fig. 294 (a. S. 803) abgebildet. Es tritt hier deutlich das durch *ab* und *cd* gebildete Kaliber hervor.

Die verticalen Walzen sind in einem besonderen Rahmengerüste *rr* gelagert und erhalten ihre Bewegung von der Transmission *g* aus durch Winkelräder *kk*.

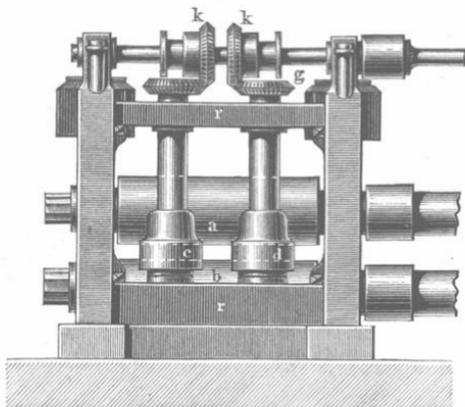
Die Regel ist, dass die Verticalwalzen hinter den Horizontalwalzen stehen. Sie müssen dann, da in dem Zwischenraum zwischen beiden

jene haben müssen, ist nicht so empfehlenwerth, weil das Eisen weniger scharfkantig ausfällt.

Ein Paar verticaler Walzen, sowohl vor als hinter dem horizontalen Paare kommt zwar ebenfalls vor; es entspricht aber diese doppelte Anordnung in ihrem Aufwande nicht dem Erfolge.

Endlich ist versucht worden, zwischen den von den Verticalwalzen gebildeten Furchen die dann nur scheibenförmig gestalteten Horizontal-

Fig. 294.



Universalwalzwerk.

walzen zu lagern, aber obwohl so in Folge des fast gleichzeitigen Drucks eine sehr vollkommene Arbeit erreicht werden sollte, geben doch die unvermeidlichen Fugen an den Ecken des im Uebrigen richtig gebildeten Kalibers zu einer sehr störenden Gradbildung Veranlassung.

Der Regel nach dient das Universalwalzwerk nur als Vollendwalze, obwohl man mannigfache Combinationen durch Stellung (d. h. Näherung oder Entfernung) der Walzen eines oder beider Paare während des Betriebes erreichen könnte.

Quadrateisen.

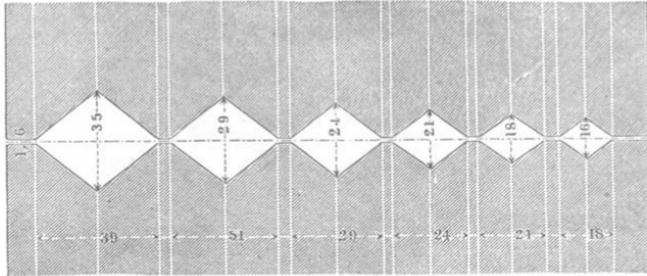
Die Kaliber der Vollendwalzen für Quadrateisen schliessen sich unmittelbar an die Spitzbogenfurchen der Vorwalzen an und unterscheiden sich von jenen wesentlich nur durch die geradlinige Begrenzung. Uebrigens ist auch hier eine schwache Ausbiegung nicht unzweckmässig, da bei der Abkühlung des Stabes in den auf den Seiten senkrechten Axen die stärkste Zusammenziehung stattfindet, weshalb bei geradlinig begrenzten Kalibern leicht concave Flächen am Eisen entstehen.

Wegen der Breitung muss statt des verlangten Winkels von 90° an der Spitze der Furche ein grösserer genommen werden. Man wählt

der Regel nach $91^{\circ} 54' 10''$, was dem Verhältnisse der Diagonale zur Seite von $57\frac{1}{2}$ zu 40 entspricht. Das Fertigungskaliber erhält jedoch häufig an der Spitze genau 90° und erweitert sich dann zur Basis. Bei einem doppelten Durchwalzen unter Drehung des Stabes um 90° wird der Stab hierbei hinreichend quadratisch.

Die nachstehende Fig. 295 zeigt eine Quadrateisenvollendwalze. Die eingeschriebenen Maße bedeuten, wie in den vorhergehenden Figuren, Millimeter.

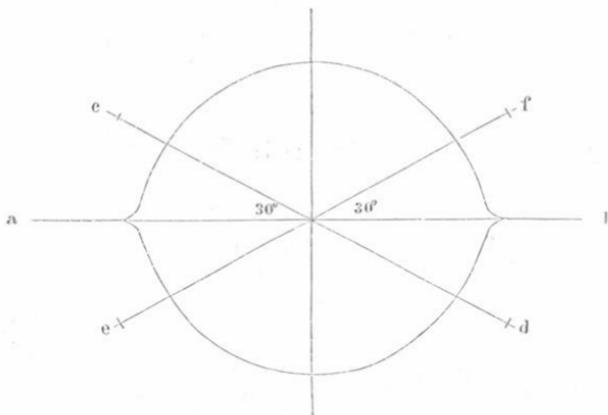
Fig. 295.



Quadrateisen-Furchung.

Auch auf dem Universalwalzwerke kann Quadrateisen hergestellt werden, doch geschieht dies selten, da bei letzterem nicht die mannigfachen Abweichungen in den Abmessungen, wie beim Flacheisen, vorkommen, und andererseits nicht die scharfe Kantenbildung, wie bei Benutzung von geschlossenen Furchen, erreicht werden kann.

Fig. 296.



Rundeisenfurchung.

R u n d e i s e n .

Das Rundeisen wird der Regel nach auf den Fertigwalzen in einer Furche vollendet. Der in den Spitzbogenfurchen der Vorwalzen erlangte Durchmesser muss daher dem des Fertigkalibers möglichst nahe kommen. Die Construction des Kalibers ist folgende: Es wird oben und unten begrenzt durch die dem beabsichtigten Durchmesser des Eisens genau zukommenden Kreisbogen. Diese Kreisbogen gehen bis zu den unter 30° mit dem Horizontaldurchmesser ab gezogenen Radien cd und ef hinab. Von dort aus erweitert sich das Kaliber in Kreisbogen, welche mit dem zweiundeinhalbfachen Radius von d, f, c und e aus geschlagen werden, wie die vorstehende Fig. 296 zeigt.

Der Regel nach findet ein dreifacher Durchgang des Eisens unter Drehung um je 60° statt.

F e i n e i s e n .

Zur Anfertigung von Feineisen werden Trio-Vor- und Fertigwalzen von 0.20 bis 0.26 m Durchmesser und 200 bis 500 Umdrehungen in der Minute benutzt.

V o r w a l z e n .

Die Vorwalzen enthalten Spitzbogenfurchen, welche häufig mit Ovalfurchen wechseln. Eine Ovalfurche wird aus zwei Kreisbogen gebildet, welche sich in der Horizontalen schneiden.

Sie wird dadurch construirt, dass von den beiden entgegengesetzten Ecken eines Quadrats die Bogen mit dem der Quadratseite gleichen Radius geschlagen werden. Jede Ovalfurche muss eine etwas grössere Breite besitzen, als die Höhe des vorhergehenden Spitzbogenkalibers beträgt.

Die Ovalfurchen strecken vorzüglich.

F e r t i g w a l z e n .

Die Furchung der Feineisen-Fertigwalzen unterscheidet sich nicht wesentlich von der der Grobeisen-Fertigwalzen.

Schwaches Bandeisen, von dem eine besonders glänzende Oberfläche verlangt wird, geht aus den Fertigwalzen noch zwischen ein Paar langsam rotirender, gut polirter Walzen aus Hartguss oder Stahl, wobei es durch

niederträufelndes Wasser eine starke Abkühlung erleidet, während der dabei losspringende Glühspan vermittelt einer Schabevorrichtung entfernt wird.

Schwaches Quadrateisen (Nageleisen), welches jetzt nur noch wenig gebraucht wird, nachdem die mit Hand geschmiedeten Nägel durch Maschinennägel aus Draht oder Blech fast verdrängt sind, stellt man auf Schneidwerken her.

Die nebenstehenden Figuren 297 und 298 zeigen ein solches Schneidwerk. Es besteht aus einer ungeraden Zahl von Scheiben, welche auf

Fig. 297.

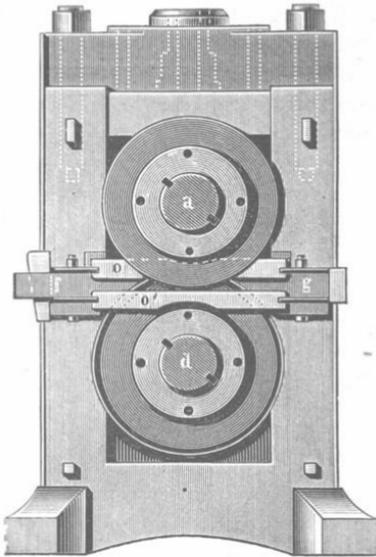
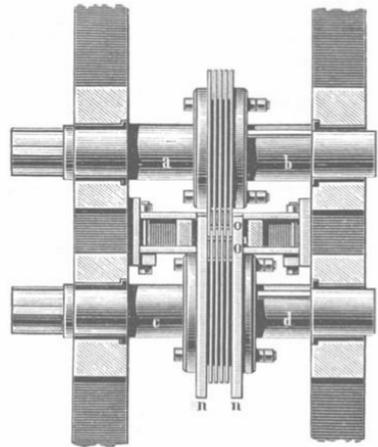


Fig. 298.



den Wellen *ab* und *cd* festgekeilt sind und deren Ränder zwischen einander greifen. Durch dieselben wird das Eisen in ebensoviele Streifen zerschnitten. Scheiben von geringerem Durchmesser trennen die Schneid-scheiben und begrenzen deren Abstand. Das ganze System von Scheiben wird durch Ringe *nn* zusammengehalten und verschraubt.

Damit die geschnittenen Eisenstreifen sich nicht um die Trennung-scheiben wickeln, sind zwischen die Walztische *f* und *g* Eisenstücke *o* und *o'*, sogenannte Brillen, eingespannt, welche das Eisen horizontal zu- und fortleiten.

5. Darstellung von Profil- oder Façon-Eisen.

Unter Profil- oder Façoneisen versteht man alles Eisen in Stabform, welches keinen der einfachen Querschnitte des Handeiseisens hat. Obwohl daher die Formen des Profileisens unbegrenzt erscheinen, haben sich doch nur einige in der Technik allgemeine Anwendung zu verschaffen gewusst und kommen häufig zur Anwendung; es sind dies: T-Eisen (\top) und Doppel-T-Eisen (H—), ersteres bestehend aus zwei Flacheisen, von denen das eine, der Steg, rechtwinklig auf der Mitte des anderen, des Kopfes oder Fusses steht, letzteres bestehend aus drei Flacheisen, deren mittleres, der Steg, auf den Mitten der beiden anderen rechtwinklig ruht; ferner Kreuzeisen (\oplus), U-Eisen (U—), ein Flacheisen mit nach derselben Seite rechtwinklig aufgebogenen Rändern, zuweilen in der Mitte mit einer Rippe versehen (U—|) und dann E-Eisen genannt, sodann Winkeleisen, ein entweder im rechten (L) oder im stumpfen (V) Winkel aufgebogenes Flacheisen mit entweder gleichen (V) oder ungleichen (V) Schenkellängen, Fenstereisen oder Z-Eisen (Z), ein Flacheisen, dessen Ränder nach entgegengesetzten Seiten stumpfwinklig aufgebogen sind. Ferner Eisenbahnschienen, entweder aus einem mit einem flachen Fusse durch einen senkrechten Steg verbundenen runden Kopfe (I) oder aus zwei solchen durch einen flachen Steg verbundenen Köpfen (II) bestehend, und endlich Radreifen für Eisenbahnfahrzeuge von trapezförmigem Querschnitt mit vorspringender Wulst und zuweilen einer Rippe an der Innenseite.

Allgemeine Regeln für Furchung der Profileisenwalzen.

Das Profil des fertigen Stabes ist der Ausgang für die Furchung bis zu dem der Regel nach quadratischen oder oblongen Querschnitte des Packets. Es muss, wie übrigens bei jedem gewalzten Eisen, auf das Schwindmaass des warmen Stabes Rücksicht genommen werden, welches der Regel nach 2 Proc. beträgt; es muss also zuvörderst nach dem verlangten Profile (Kaltprofil) das Fertigkaliber oder das Warmprofil gezeichnet werden. Von diesem Warmprofil muss man mit durchschnittlich höchstens 12 Furchen auf den Querschnitt des Packets zurückgelangen, weil sonst das Auswalzen in einer Hitze nicht mehr ausführbar sein würde. Die Anwendung einer doppelten Hitze hat nämlich nicht nur den Nachtheil einer Zeitverlängerung des Walzprocesses, sondern auch den eines weit grösseren Brennmaterialaufwandes, der Anlage der doppelten Zahl von ausserdem zur Hälfte grösseren Schweissöfen, höherer Transportkosten u. s. w.

Je mehr Abweichungen von der einfachen Quadratform der Querschnitt erleidet, um so schwieriger wird die richtige Ausführung der Furchung. Man hat versucht, durch Vorbildung der Form im Packetquerschnitte (vergl. S. 732) die Schwierigkeit zu verringern, aber auch gefunden, dass die Festigkeit des Eisens dadurch beeinträchtigt wird.

Es zeigt sich nämlich, dass in Folge der unausbleiblichen Unvollkommenheit der Schweissung die Schweissstellen niemals die Festigkeit des compacten Eisens erhalten, dass daher die Festigkeit um so grösser wird, je mehr die einzelnen Rohstäbe bei der Ausbildung des Profils durcheinander gewirkt werden ¹⁾.

Bei dem Vorwalzen von Flusseisen kommt diese Schwierigkeit nicht in Betracht und auch hierin zeigt sich wieder ein Vortheil einer allgemeinen Verwendung dieses Materials im Gegensatz zu der des Schweisseisens.

Die Construction der Furchen für Profileisen erfordert abweichende Anordnung, je nachdem der ganze Querschnitt aus gleichem Eisen oder aus verschiedenen Eisenarten besteht. Letzteres kommt fast allein bei Eisenbahnschienen, zuweilen auch bei Radreifen in Betracht.

Da, wie bereits vorher gezeigt, härteres Eisen sich weniger streckt und mehr breitet, wie weiches, so müssen dann, wenn beide Eisensorten vereinigt werden, die aus ersterem bestehenden Theile des Packets zur Erreichung einer gleichen Streckung und Vermeidung des Eintritts einer die Festigkeit beeinträchtigenden Spannung stärker gepresst werden, als die weichen Theile. Bei einer Eisenbahnschiene mit hartem Kopfe müssen also z. B. diejenigen Theile der Furchen, welche den Kopf ausbilden, ein stärkeres Abnahmeverhältniss besitzen, als diejenigen, welche den weichen Fuss und Steg strecken.

Je schwächer ferner ein Eisentheil ist, um so stärker kühlt er ab, um so mehr wird er daher gebreitet und um so weniger gestreckt. Dies führt zu der Regel, dass die schwächsten Theile eines Profils so viel wie möglich in den ersten formgebenden Kalibern ausgebildet werden müssen, während die selbstverständlich dadurch entstehende Spannung leicht wieder in den folgenden Furchen ausgeglichen werden kann. Zuweilen schaltet man zu diesem Zweck besondere Furchen ein, welche gleichzeitig Stauchkaliber (s. S. 800) zu sein pflegen, und welche nur einen Theil, z. B. den Fuss der Schiene, strecken, während das Kaliber im Uebrigen die anderen Theile frei umschliesst.

Eine Furche kann niemals in einem der Walzenaxe näher liegenden Theile weiter sein, als in einem von der Walzenaxe entfernteren, oder darf, wie man sich ausdrückt, in keinem Theile schwalbenschwanzförmig sein. Man ist daher nicht in der Lage ein Eisen zu walzen, dessen

¹⁾ Man hat dies auch durch schraubenförmige Windung des Packets in den Schweisskalibern zu erreichen versucht, ohne jedoch damit wesentlich bessere Resultate erreicht zu haben.

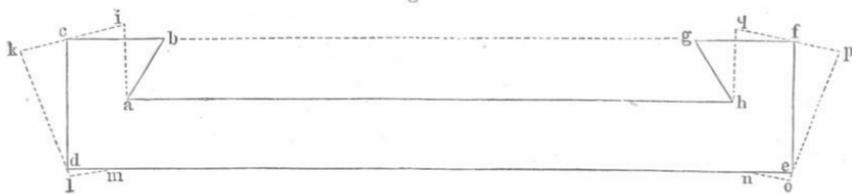
Querschnitt sich nicht von irgend einer Theilungslinie nach beiden Seiten hin verjüngt. Theilt man das Profil einer aufrechtstehenden Eisenbahnschiene in irgend einer Höhe, so findet sich stets nach oben oder unten eine Querschnittslinie von grösserer Ausdehnung, als die Theilungslinie. Die Schiene kann also stehend nicht gewalzt werden. Legt man sie dagegen, so ist die den Scheitelpunkt des Kopfes mit der Mitte des Fusses verbindende Linie die grösste, es kann also die Schiene liegend in Furchen gewalzt werden, von denen je eine Hälfte der Ober- und der Unterwalze angehört.

Ein Druck wird, wie schon mehrfach ausgeführt, wesentlich nur in verticaler Richtung ausgeübt. Einen vollen Druck ertheilt daher nur die horizontale Begrenzungslinie des Profils. Je mehr die Begrenzungslinie sich der Verticalen nähert, um so geringer wird der übrig bleibende Theildruck, welcher endlich bei der Verticalstellung ganz verschwindet. Am günstigsten für das Walzen ist daher jedes Profil, welches sich einer horizontalen Linie annähert, also das liegende Flacheisen, am ungünstigsten das sich am meisten der verticalen Linie annähernde, also das aufrecht gestellte Flacheisen. Besteht ein Profil daher, wie das T-Eisen, aus einem verticalen und horizontalen Flacheisen, so wird, sobald der eine Theil horizontal liegt, dieser stark, der verticale stehende gar nicht oder nur durch Seitendruck gestreckt werden. Kann bei einem Profil gewechselt werden, wie z. B. beim \perp -Eisen, so wird der Nachtheil durch jedesmalige Drehung um 90° immer wieder ausgeglichen; ist dagegen eine solche Drehung nicht möglich, wie beim \perp -Eisen, oder bei der Eisenbahnschiene mit breitem Fuss, so bleiben nur zwei Wege möglich. Der erste beruht auf der Anwendung der sogenannten Freifurchen, d. h. solcher Kaliber, welche nur einen Theil, also z. B. den Fuss des T-Eisens oder der Eisenbahnschiene, allein ausbilden. Durch die breiteste Stelle dieses Theils geht dann natürlich die Theilungslinie des Kalibers, während der übrige Theil, ganz frei oder nur einem Verticaldruck (Stauchen) ausgesetzt, mitläuft. Der zweite Weg beruht auf der symmetrischen Ausbildung des Eisens in einer Form, welche einen gleichmässigen Druck zulässt, und darauf folgender Umbiegung zu der Form des erforderlichen Querschnitts. So wird z. B. das \perp -Eisen in Form eines gleichwinkligen Sterns (Υ) bis zu den erforderlichen Dimensionen der Strahlen ausgewalzt, dann werden in einem freien Kaliber zwei Strahlen in eine gerade Linie gebogen und man erhält so die gewünschte Form. Mit Hilfe der letzteren Methode gelingt es selbst Doppel-T-Eisen herzustellen und namentlich auch Formen mit schwalbenschwanzförmigem Querschnitt zu walzen, z. B. Baueisen von der Form der Fig. 299 (a. f. S.). Dasselbe wird zunächst in der Form *aiklmnopqh* gewalzt und dann in einer Freifurche *cdef* in die Form *abcdefgh* zusammengedrückt.

Unter sonst gleichen Umständen ist diejenige Querschnittsform für das Walzen am günstigsten, welche in vier symmetrische Theile zerlegbar ist, z. B. Kreuzeisen, dann folgt diejenige, welche nur zwei symme-

trische Theile zulässt, wie das T-Eisen, U-Eisen, gleichschenklige Winkeleisen. Am schwierigsten wird es, ein ganz

Fig. 299.



unsymmetrisches Profil, wie das des ungleichschenkligen Winkel Eisens, herzustellen. Hierbei wird als Hauptregel immer festgehalten werden müssen, jede Verschiebung der Eisentheile innerhalb des Querschnitts möglichst zu vermeiden. Ob das Ziel erreicht wird, lässt sich — freilich oft zu spät — aus der Beschaffenheit des aus den Walzen tretenden Stabes beurtheilen. Biegt sich derselbe nach rechts oder links, so ist der Druck schlecht vertheilt. Eine Biegung nach oben oder unten hat, wenn sie im folgenden Kaliber wieder ausgeglichen wird, an sich keinen Nachtheil, da sie nur eine Verschiebung der Eisentheile in ihrer Längsrichtung darstellt.

Ein unvermeidlicher Uebelstand entsteht bei allen nicht durch eine Horizontale in zwei symmetrische Hälften zerlegbaren Profilen aus der Ungleichheit der Walzendurchmesser an den Druckflächen und der dadurch entstehenden Ungleichförmigkeit der Umfangsgeschwindigkeit an der Ober- und Unterwalze oder selbst an verschiedenen Theilen des Profils in derselben Walze. Es hat dies eine Verschiebung der Eisentheile in der Längsrichtung zur Folge, welche dann nur keinen Nachtheil mit sich führt, wenn sie stets wieder durch umgekehrte Anordnung im nächsten Kaliber ausgeglichen werden kann. Aus diesem Grunde nimmt man auch so viel wie möglich eine Drehung des Eisens um 180° nach jedem Durchgange vor.

Ein ähnlicher Uebelstand wird durch die Reibung bei Profilen, welche Verticalbegrenzungen von grosser Ausdehnung besitzen, hervorgerufen. Das sich breitere Eisen schliesst sich an dieselben an, nimmt die Geschwindigkeit der Reibungsfläche an und wird daher an den der Walzenaxe ferner liegenden Theilen schneller fortgeführt, als an den näher liegenden, wodurch ebenfalls eine namentlich bei unsymmetrischen Profilen sehr unangenehm hervortretende Verschiebung der Eisentheile innerhalb des Stabes entsteht.

Anordnung der Walzen.

Wie beim Handeisen, vertheilt man auch beim Profileisen die Walzarbeit auf zwei Walzengerüste, deren ersteres die Vor- oder Schweiss-

walzen trägt, während das letztere die Vollendwalzen enthält. Der Regel nach beginnt man mit der Formgebung bereits in den letzten Schweissfurchen.

Bei complicirten Formen und namentlich bei grösseren Lieferungen pflegt man zwei genau gleiche Fertikaliber anzuwenden, damit das zweite eintrete, wenn das erste durch den Gebrauch verschlissen und daher ungenau geworden ist, und legt diese dann öfters in ein drittes Walzenpaar.

Obwohl durch Anordnung dreier Walzen über einander dieselben Vortheile wie beim Handeisen erreicht werden, d. h. einerseits die Zeit und Mühe für das Zurückgeben erspart wird und ausserdem noch ein günstigeres Ausbringen bezüglich der Enden erzielt wird, ist doch der Regel nach das Trio nur für die Vorwalzen angewandt, weil die Furchung der Fertigwalzen mit Benutzung je zweier über einander liegender Kaliber sehr schwierig ist und nur hin und wieder von einigen sehr geschickten Walzenconstructeuren, wie z. B. Daelen zu Hörde, mit Erfolg durchgeführt werden konnte. Gelingt dies nicht, so spart man an Länge der Walzen nichts.

Gerade beim Walzen von Profileisen liegt, selbst abgesehen von Zeit- und Kraftverlust in Folge des Zurückgehens der Eisenstäbe über die Walzen, ein sehr wesentlicher Vortheil in der Möglichkeit, das Eisen nach abwechselnd entgegengesetzter Richtung walzen zu können.

Beim Walzen pflegen nämlich die Stäbe des zuerst aus den Walzen austretenden Packetendes leicht zu sperren, d. h. ihre Schweissung zu verlassen und sich aus einander zu biegen. Wird nun dasselbe Ende nach Zurückgabe des Stabes wieder zuerst eingeführt, so macht es Schwierigkeiten, es überhaupt in die nächste Furche zu bringen und man ist oft genöthigt, den Eisenstab ganz herumzudrehen, was abermals viel Zeit und Raum erfordert. Dagegen ist das zuletzt aus den Walzen tretende Ende stets gut geschweisst und leicht wieder in die folgende Furche der Walzen einzuführen ¹⁾.

Auch die Vertheilung der Schlacke, welche beim wiederholten Durchgange des Eisens in demselben Sinne sich mehr und mehr an das eine Ende drückt und es auf eine grosse Länge unbrauchbar macht, ist bei abwechselnder Durchgangsrichtung günstiger.

Man hat daher da, wo man Walzendrillinge nicht anwenden wollte, nach anderen Mitteln gesucht, um dasselbe Ziel zu erreichen. So hat man zuerst in Dowlais in England, dann zu Oberhausen in Deutschland

¹⁾ Sollte hierbei noch eine Schwierigkeit entstehen, d. h. die Reibung nicht gross genug sein, so kann man durch Aufstreuen von etwas Sand der Regel nach leicht die Reibung hinreichend vergrössern, um das Fassen durch die Walzen zu veranlassen. Es möge hier erwähnt werden, dass man in den Schweisskalibern die Reibung an den Walzen durch Aufhauen der Druckfläche parallel zur Walzenaxe der Regel nach ein für alle Mal vergrössert.

zwei hinter einander liegende Walzenpaare mit umgekehrter Drehungsaxe angeordnet. Das eine Paar liegt um so viel tiefer als das andere, dass das Eisen bequem unter letzterem hindurch aus den Furchen des ersteren gelangen und aus den Furchen des höher gelegenen Paares über die Oberwalze des tiefer gelegenen Paares hinweggeschoben werden kann ¹⁾.

Ein anderes Mittel zur Erreichung desselben Zwecks ist die Umkehrung der Walzendrehung nach jedem Durchgange.

Hierbei kann man entweder die Dampfmaschine in umgekehrte Bewegung versetzen, was bei kleinen Maschinen durch einfache Handsteuerung, bei grösseren durch einen besonderen Dampfzylinder, auch wohl durch eine hydraulische Vorrichtung geschieht. Dann darf die Maschine nicht mit einem Schwungrade versehen sein ²⁾.

Oder man lässt die Maschine in stets gleicher Richtung umgehen und setzt die Bewegung im gehenden Zeuge um. Dies kann geschehen durch die Anwendung der Fünfräder-Uebertragung, bei welcher einmal die Uebertragung durch drei Getriebe im Sinne des Motors, das andere Mal durch zwei Getriebe im entgegengesetzten Sinne erfolgt, oder durch Winkelräder, von denen bald das rechte, bald das linke mit dem rechtwinklig dazu angeordneten des Motors in Eingriff gesetzt wird, oder endlich durch zwei getrennte Maschinen mit entgegengesetzter Bewegungsrichtung, von denen bald die eine, bald die andere mit dem Walzwerke verkuppelt wird. In dem seltenen Falle der Riemenübertragung genügt die Benutzung des einfachen und des gekreuzten Riemens.

Die Kuppelung geschieht zwar der Regel nach durch Klauen, aber der Eingriff ist hierbei sehr hart, und es sind daher Frictionskuppelungen, welche in Nord-Amerika das allgemein gebräuchliche System bilden, vorzuziehen ³⁾.

Schliesslich ist noch die Brown'sche Anordnung zu erwähnen, ohne dass sie wegen der Ersparung der Arbeit gleichzeitig empfohlen werden könnte. Nach derselben liegen zwei Walzenpaare in gleicher Ebene hinter einander und drehen sich in umgekehrtem Sinne. Jeder Arbeitsfurchen des einen Paares entspricht eine übergrosse, von dem Eisen daher nicht berührte Oeffnung des vorliegenden Paares.

Einzelne Sorten von Profileisen.

T - E i s e n.

Das T-Eisen wird der Regel nach aus quadratischen Packeten ausgewalzt, welche aus Rohschienen, die von doppelt geschweissten Deck-

¹⁾ Vergl. auch Oesterr. Jahrbuch, Bd. XV, S. 20.

²⁾ Zeitschrift deutscher Ingenieure 1875, Bd. 19, Heft 2, S. 97. Hauer, Hüttenwesensmaschinen S. 483 und 546.

³⁾ Vergl. Hauer, Hüttenwesensmaschinen S. 539.

platten eingeschlossen sind, gebildet werden, jedoch arbeitet man auch der Form durch Bildung von dreieckigen Packeten vor (s. S. 732), deren Basis den Fuss bildet und daher der Regel nach aus starken, doppelt geschweissten Schienen zusammengesetzt ist, während die an Breite abnehmenden Zwischenlager Rohschienen sind und erst die Kopfplatte wieder aus doppelt geschweisstem Eisen besteht.

Ein profilirtes Packet für ein 160 mm im Fusse breites, 100 mm hohes und 13 mm im Stege starkes T-Eisen besteht z. B. aus einer doppelt geschweissten Kopfplatte von 102 mm Breite, darunter drei Rohschienen von gleicher Breite, hierunter eine Lage von zwei Rohschienen, je 76 mm breit. Nun folgen vier Lagen von 254 mm Breite, deren beide mittleren nur aus Rohschienen bestehen, während die Kanten der obersten und untersten durch 76 mm breite Stäbe aus doppelt geschweisstem Eisen gebildet sind.

Während das fertige T-Eisen pro laufenden Meter 25 Kg wiegt, so würde man, 6 Meter lange Stäbe vorausgesetzt, je 150 Kg erhalten. Rechnet man auf die erste Hitze 10, auf die zweite Hitze 5 Proc. Verlust und für beide Enden 20 Kg, so muss das Packet 192·5 Kg wiegen¹⁾.

Der Regel nach werden die Kaliber abwechselnd um 90° gedreht angeordnet, wie die Fig. 300 (a. f. S.) zeigt. Es wird in diesem Falle abwechselnd Steg und Fuss gestreckt und die Kaliber werden sämtlich versenkt in die Unterwalze gelegt.

Die Uebelstände, welche, den vorher angegebenen Grundsätzen entsprechend, hierbei aus den grossen verticalen Reibungsflächen entstehen, hat man mit Erfolg dadurch vermieden, dass man das T-Eisen als dreistrahligen Stern walzt, es vor jedem Durchgange um 60° dreht, und am Schlusse in einem Freikaliber zwei Strahlen in eine gerade Linie bringt. Es muss dabei beachtet werden, dass der Winkel, welcher aus 60° in 180° übergeführt wird, in seinem Scheitel die nöthige Eisenmenge enthält, um nicht Risse zu bekommen. Man lässt daher hier eine Wulst stehen, während die beiden anderen Winkel sehr spitz ausgearbeitet werden.

Schwerere T-Eisen walzt man in zwei Hitzen aus.

Doppel-T-Eisen.

Eine Doppel-T-Eisen-Walze, Fig. 301 (a. f. S.), kann die Furchen immer nur in einer symmetrischen Anordnung enthalten; selbst die Einfügung von Stauchkalibern führt nicht weiter, da beide Füsse gleiche Breite erhalten müssen, also eine Ausbildung durch einen nur auf die Flanschen wirkenden Druck nicht möglich wird. Daher können die Füsse nur durch Seitendruck hinreichend gestreckt werden, und je breiter sie sind, um so ungünstiger ist die Arbeit. Man pflegt freilich in der

¹⁾ Petzold, Eisenbahnmaterial S. 46.

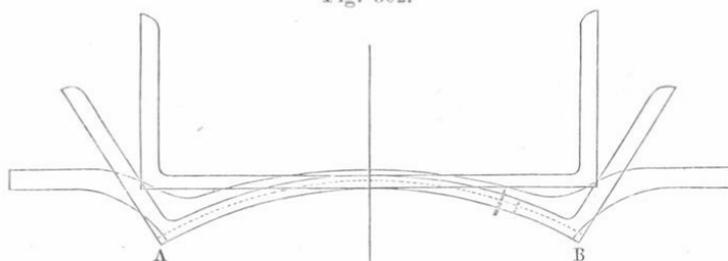
bereits S. 732 geschilderten Weise durch Packetirung vorzuarbeiten, aber dadurch die Haltbarkeit des Eisens nicht eben zu vermehren, sondern eher auf Kosten der Leichtigkeit der Walzarbeit noch zu vermindern. Die Breite der Kaliber muss selbstverständlich stets zunehmen und das Eisen vor jedem Durchgange um 180° gedreht werden.

Ein Umbiegen wie beim einfachen T-Eisen ist zwar ausführbar, aber die Benutzung eines vierstrahligen Sterns wesentlich durch den Steg erschwert. Man ist daher auf andere Einrichtungen bedacht geworden und hat das S. 803 beschriebene Universalwalzwerk mit gutem Erfolg namentlich für die Herstellung sehr schwerer Doppel-T-Eisen eingerichtet. Der Steg wird dann der Regel nach durch das horizontale Walzenpaar ausgebildet. Die Füße erhalten ihre Streckung in einem folgenden Doppelpaar von Verticalwalzen.

U-Eisen und E-Eisen.

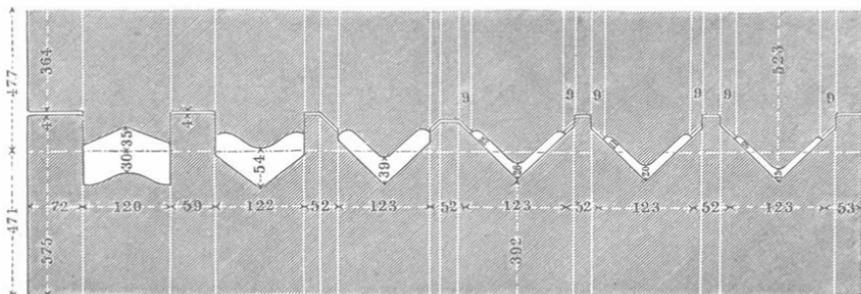
U- und E-Eisen sind viel einfacher zu walzen, sowohl im einfachen wie im Universalwalzwerk. In ersterem beginnt man die Furchung mit der Herstellung eines Flachstabes, welcher nur da, wo später die äusseren Ecken des Eisens zu liegen kommen, mit Wulsten versehen wird, um hinreichendes Material für die Umbiegung zu erhalten. Der Steg wird

Fig. 302.



U-Eisen-Furchung.

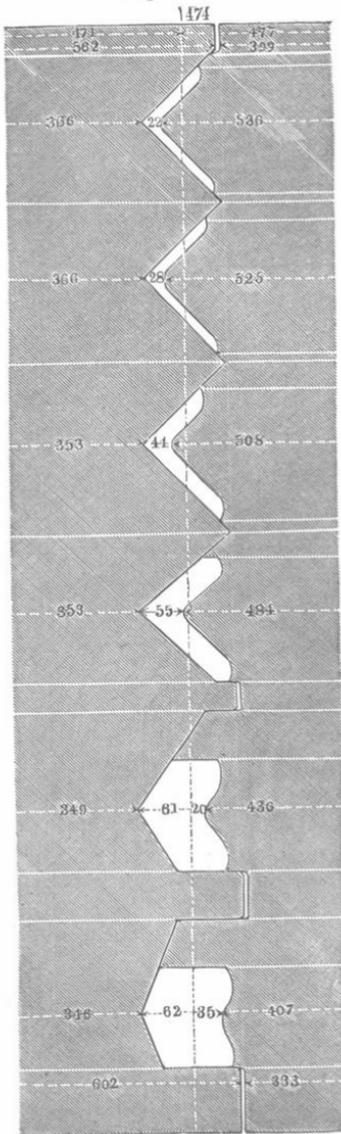
Fig. 303.



Furchung für gleichschenkliges Winkeleisen.

dabei häufig noch in schwachem Bogen gehalten. In der Fertigfurchen biegt man dann den Steg gerade und die Füße im rechten Winkel aufwärts, so dass eine eigentliche Streckung nicht mehr einzutreten braucht. Die Fig. 303 (a. v. S.) zeigt die Querschnitte der drei letzten Furchen.

Fig. 304.



Ungleichschenkliges Winkeleisen.

Winkeleisen.

Gleichschenkliges Winkeleisen macht keinerlei Schwierigkeit. Man walzt es zuerst in einem Kaliber vor, welches die convexe Seite nach oben hat, um den Aussenwinkel scharf auszubilden, dann ohne Drehung stets in derselben Lage. Eine Aufbiegung ist nicht erforderlich. Fig. 303 (a. v. S.) zeigt die Furchung für gleichschenkliges Winkeleisen.

Ungleichschenkliges Winkeleisen macht aus den bereits oben angeführten Gründen weit mehr Schwierigkeiten. Man kann es zwar dem gleichschenkligen analog ausbilden, wie Fig. 304 zeigt, thut aber besser, die Schenkel abwechselnd zu strecken, also jedesmal den einen horizontal zu legen, den anderen vertical zu stellen, falls der Winkel 90° betragen soll.

Ein Aufbiegen, ähnlich wie beim U-Eisen, erleichtert auch hier oft sehr die Walzarbeit.

Eisenbahnschienen.

Die Herstellung von Eisenbahnschienen aus homogenem Stoffe und mit symmetrischem Querschnitte nach verticaler und horizontaler Theilungslinie geschieht wie die des Doppel-T-Eisens, ist nur noch leichter wegen der

Abrundung der Köpfe und des Fortfalls scharfer Winkel an den concaven Seiten und kann daher übergangen werden.

Schwieriger ist die Furchung für Schienen aus homogenem Eisen (Schweiss- oder Flusseisen) mit breitem Fusse (Vignolschienen), welche gegenwärtig am gebräuchlichsten sind; am schwierigsten wird die Furchung, wenn das Material auch noch verschiedenartig sein, also wenn der Kopf aus Feinkorn oder Stahl, der Fuss aus weichem Sehneneisen bestehen soll.

a. Schienen aus Schweisseisen.

Da Eisensorten von verschiedenem Kohlenstoffgehalte durch Schweissung schwer zu verbinden sind, so ist bei der Anfertigung von Schienen aus verschiedenartigem Eisen in erster Linie stets auf vollkommene Ausführung dieses Processes zu sehen, weshalb auch in den Vorwalzen nur wenig mit der Formgebung begonnen werden kann. Die Packetbildung geschieht so, dass das Material des Kopfes etwas in den Steg eindringt, das des Fusses also die beiden Seiten des letzteren bildet. Bei der Ausbildung der Form macht die Erhaltung der Kopf- und Fusskanten, namentlich der letzteren, wegen der mangelhaften Streckung zwischen den Reibungsflächen Schwierigkeit. Deshalb pflegt man oft die Kanten, ebenso wie die Oberflächen von Kopf und Steg, aus doppelt geschweisstem Eisen zu bilden, während die Einlage in Rohstäben besteht. Ein solches Packet ist in Fig. 305 dargestellt.

Fig. 305.

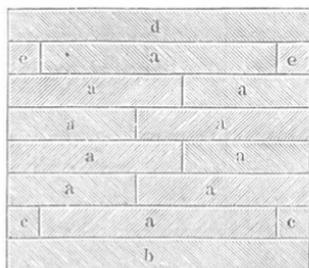
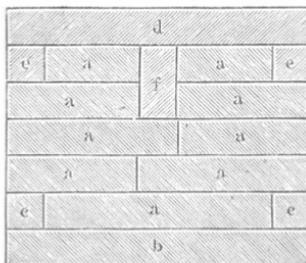


Fig. 306.



Schienenpakete aus Schweisseisen.

a bedeutet sehnige Rohschienen, welche in Verband gelegt sind, *b* eine doppelt geschweisste sehnige Fussplatte, *c* zwei doppelt geschweisste sehnige Eckstäbe, *d* eine doppelt geschweisste Puddelstahldeckplatte und *e* zwei doppelt geschweisste Puddelstahlleckstäbe.

Noch innigere Verbindung gibt die Anordnung der Fig. 306, worin die Buchstaben das Gleiche wie in der vorhergehenden Figur bedeuten, *f* dagegen einen aufrecht gestellten Puddelstahlstab bezeichnet.

Eine etwas abweichende Packetirung ist folgende ¹⁾ (Fig. 307): Der Kopf besteht aus einer Feinkorndeckplatte, welche in zwei Hitzen aus körnigen Luppenstäben, die ein Packet von 240 mm im Quadrat bildeten, hergestellt ist und 37·5 mm Stärke besitzt. Der Fuss wird von zwei aufrecht stehenden Sehnenschienen umfasst, welche aus Luppenstäbenpacketen von 125 mm im Quadrat hergestellt worden waren.

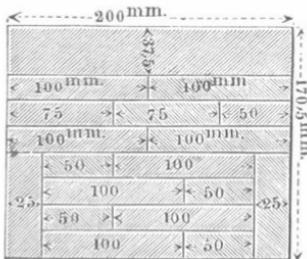
Das Packet dient zu Vignolschienen von 6 m Länge (20'), wiegt bei einer Länge von 1·070 m 280 Kg und ist in der folgenden Weise zusammengesetzt, wobei bemerkt werden muss, dass die Differenz der zusammengesetzten Stabstärken und der wirklichen Packethöhe 30 mm betrug, ein Maass, welches also den Zwischenräumen zufällt.

	Bezeichnung der Theile	Breite mm	Dicke mm	Länge mm	Gewicht Kg
1.	eine körnige Deckplatte (fer corroyé)	200	37·5	1070	62
2.	eine Lage aus körnigen Rohschienen (fer grenu)	2 × 100	19	1070	30
3.	eine Lage aus körnigen Rohschienen (fer grenu)	$\left. \begin{array}{l} 2 \times 75 \\ 1 \times 50 \end{array} \right\}$	19	1070	30
4.	eine Lage aus halb körnigen, halb sehnigen Rohschienen (fer métis)	2 × 100	19	1070	25
5.	eine Lage aus sehnigem Eisen (fer fort)	$\left. \begin{array}{l} 1 \times 50 \\ 1 \times 100 \end{array} \right\}$	19	1070	24·5
6.	eine Lage desgl.	$\left. \begin{array}{l} 1 \times 100 \\ 1 \times 50 \end{array} \right\}$	19	1070	24·5
7.	eine Lage desgl.	$\left. \begin{array}{l} 1 \times 50 \\ 1 \times 100 \end{array} \right\}$	19	1070	24·5
8.	eine Lage desgl.	$\left. \begin{array}{l} 1 \times 100 \\ 1 \times 50 \end{array} \right\}$	19	1070	24·5
9.	zwei hochkantige, doppelt geschweisste, sehnige Stäbe (fer corrogé à nerfs)	2 × 75	27	1070	33
Gesammtgewicht					278
oder rund					280

¹⁾ Petzoldt, Eisenbahnmaterial. S. 16.

Da die Schienen 215 Kg wogen, so wurden an Schweissabgang und Verlust durch Enden sowie durch Lochung 65 Kg verloren, d. h. 23 Proc.

Fig. 307.



Schienenpaket.

Zum Schweissen der Packete dienen Schweissöfen, welche neuerdings fast ausnahmslos mit Gas betrieben und auf Regeneratoren eingerichtet werden. Für dieselben empfiehlt es sich eine mechanische Ausziehvorrückung anzuwenden, welche in einer an einer Kette befestigten Zange besteht und durch eine hydraulische, eine Dampf-Maschine oder einen Handhaspel bewegt wird.

Die Schweissöfen sind der Regel nach auf fünf Packete eingerichtet. Jeder Ofen hat dann 2.5 m Länge, 1.5 m mittlere Breite im Herde. Er gestattet sechs Hitzten in 12 Stunden zu machen, also 30 Schienen auszuwalzen. Hiernach braucht man zur vollen Beschäftigung eines Schienenwalzwerks vier bis sechs Oefen, also 120 bis 180 Schienen. Das Maximum dürfte acht Oefen sein, d. h. 240 Schienen.

Die Packete müssen mit der Deckplatte nach unten in den Ofen gesetzt, dann aber gewendet werden. Um ein Auseinanderfallen der Stäbe zu verhüten, wird jedes Packet mit zwei Drähten, welche rothglühend sind und sich daher beim Erkalten scharf anziehen, umwunden.

Sind die fünf Packete eingesetzt, so wird zuvörderst der Ofen geschlossen und 45 bis 60 Minuten geheizt. Dann folgt das Wenden des der Feuerbrücke zunächst liegenden Packets, so dass der Fuss nach unten kommt. Nach 20 Minuten erneuten Wärmens ist das Packet fertig zum Herausziehen. Jetzt kommt Nr. 2 an seine Stelle, nachdem es ebenfalls um 180° gedreht worden war u. s. f., so dass alle Packete schliesslich die letzte Zeit vor dem Herausnehmen nahe der Feuerbrücke, also in intensivster Hitze gelegen haben.

Man rechnet im Durchschnitt 45 Kg Steinkohlen auf 100 Kg fertige Schienen.

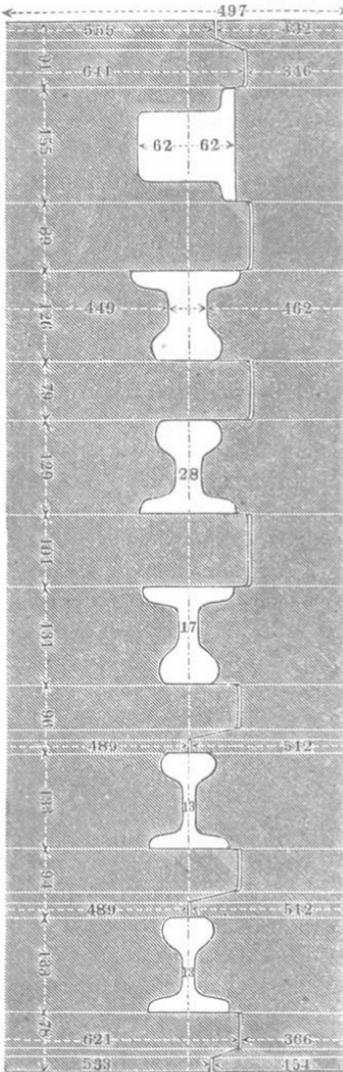
Mit gutem Erfolg für die Ersparung von Brennmaterial hat man neuerdings die für 10 bis 12 Packete eingerichteten Bicheroux'schen Oefen (nach S. 714) angewendet. Hier werden die Packete beständig von der kältesten zur heissesten Seite vorgerückt. Es kann also ununterbrochen gearbeitet werden (vergl. S. 721). Dabei findet beim Vorrücken ebenfalls eine jedesmalige Wendung um 180° statt.

Die Furchung der Walzen für Schienen bietet ein gutes Beispiel für derartiges complicirt begrenztes Stabeisen überhaupt.

Die Figuren 308 und 309 (a. f. S.) zeigen die Vor- und Fertigwalzen für eine Schiene mit breitem Fusse. Man sieht, dass in der Vor-

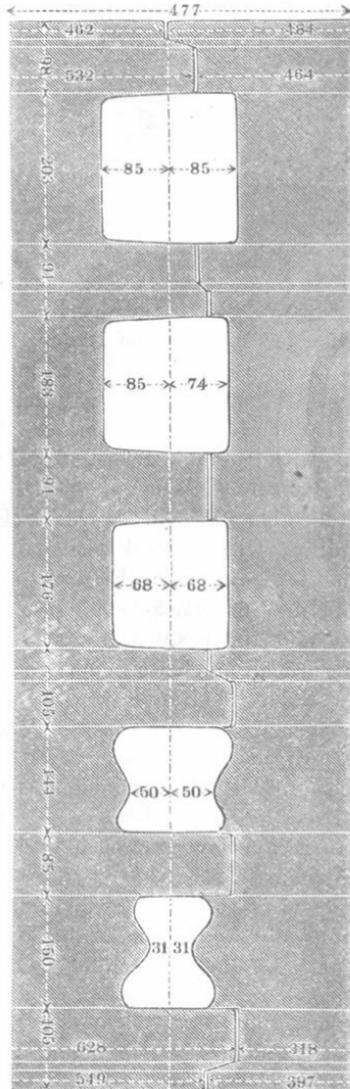
walze auf die drei eigentlichen Schweisskaliber noch zwei mit schwachem Beginn der Formgebung folgen; sodann wird durch ein Frei- und Stauchkaliber in der Fertigwalze der Schienenfuss allein gestreckt und darauf die

Fig. 308.



Fertig-Walze.

Fig. 309.



Vorwalze.

Schienen-Furchung.

Schiene ausgearbeitet. Die beiden letzten Furchen sind gleich und eine derselben dient nur als Reserve.

Fig. 310.

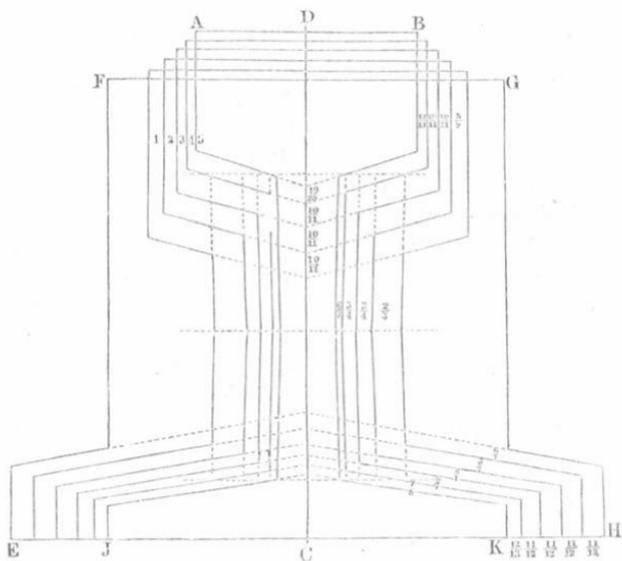
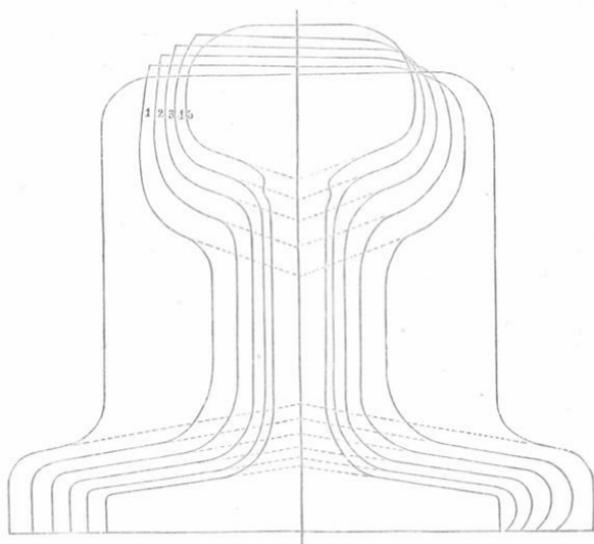


Fig. 311.



Abgerundete Furchen.

Die Construction ergibt sich am besten aus einem Aufeinanderlegen der verschiedenen Furchen, wie dies in den Figuren 310 und 311 (a. vor. S.) nach Daelen's Angabe erfolgt ist.

Man muss zu dieser Construction zuerst die mit Nr. 5 bezeichnete Furche aufzeichnen und zwar als Warmkaliber, d. h. mit Berücksichtigung der Schwindung. Dies wird in eine geradlinige Figur umgewandelt (*A, B, K, I* der Fig. 310). Die davor liegenden Kaliber nehmen an Breite ab, an Höhe zu und zwar nach den eingeschriebenen Verhältnisszahlen. Die Breitung im Ganzen, d. h. der Abstand der hier am Kopfe abgetragenen Horizontalen von einander beträgt jedesmal 2·18 mm. Statt des sechsten Kalibers aufwärts, also des auf Nr. 1 folgenden, dient nun das Stauchkaliber *EFGH*, dessen Fuss dem entsprechenden Theile der anderen Furchen analog gebildet ist, welches auch in der Höhe die entsprechende Veränderung besitzt, dagegen im Uebrigen ganz frei ist.

Die so mit geradlinigen Conturen erhaltenen Kaliber werden sodann für die Walzen entsprechend abgerundet, wie Fig. 311 zeigt.

In der Fertigwalze geht also die Schiene, nachdem sie das Stauchkaliber verlassen hat, um 90°, dann stets um 180° gewendet, fort.

Das Packet tritt der Regel nach mit senkrecht stehenden Stäben in die Vorwalze ein, damit die einzelnen Stücke recht eng an einander gestossen werden, was nach erfolgter Schweissung, d. h. nach einmaligem Durchgange, nicht mehr möglich sein würde. Bei sorgfältiger Bindung lässt man das Packet indessen auch wohl in richtiger Lage, die Fussplatte nach oben, durch die erste Furche gehen.

Ein Schienenwalzwerk für Schweisseisen bedarf 120 Pferdestärken, macht beim Beginn des Walzens eines Packets 120 Umdrehungen und sollte sich bis zum Austritt des Eisens aus der letzten Furche nicht auf weniger als 50 ermässigen dürfen. Die Walzen haben 55 cm Durchmesser und ca. 1·7 m Länge.

Die Fig. 312 zeigt ein Schienenwalzwerk von Ebbw Vale in Süd-Wales ¹⁾ in Grundriss, Vorder- und Seitenansicht.

Das Ueberheben bei derartigen nur mit Zwillingwalzen versehenen Walzwerken geschieht vermittelt Haken, welche drehbar an dem Ende einer Kette oder einer Rundeisenstange aufgehängt sind. Die Kette oder Stange ist an einem kleinen Wagen befestigt, welcher auf Schienen oberhalb des Walzwerks entlang läuft und daher bequem vor jede Furche gebracht werden kann. Gleiche Vorrichtungen dienen auch zum Halten der Schienen bei ihrer Einführung in die Furchen.

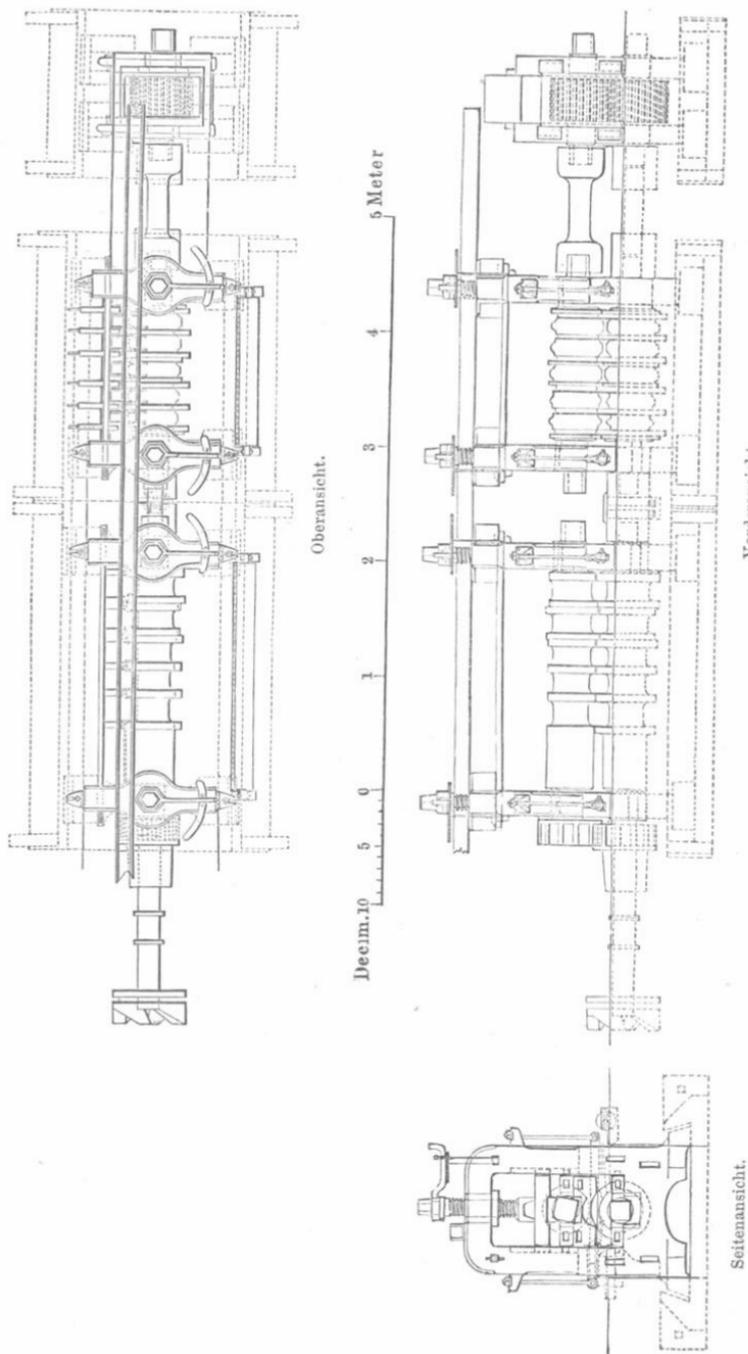
b. Schienen aus Flusseisen.

Flusseisenblöcke ²⁾ werden durch Hämmer oder Walzen zuvörderst gedichtet und so weit ausgereckt, als erforderlich, um sie bequem

¹⁾ Percy, Iron p. 789.

²⁾ Vergl. S. 789 und 795.

Fig. 312.



Oberansicht.

Decim. 10 5 0 1 2 3 4 5 Meter

Vorderansicht.

Schienenwalzwerk zu Ebbw-Vale.

Seitenansicht.

mit einer Hitze auswalzen zu können. Das Hämmern hat den Vorzug, schadhafte Stellen entfernen zu können, das Walzen den der grösseren Billigkeit. Es empfiehlt sich, des geringeren Abfalls an Enden wegen, aus den vorgearbeiteten Blöcken die Schienen in ganzer Länge, d. h. doppelt oder dreifach so lang, als sie für den Bedarf erforderlich sind, zu walzen und dann durchzuschneiden. Die Theilung des Blockes vor dem Walzen gestattet zwar die Anwendung von schwächeren Walzwerken, gibt aber wegen der entsprechend grösseren Zahl von Enden bedeutenderen Verlust.

Das Ausheizen der vorgehämmerten oder vorgewalzten Blöcke geschieht der Regel nach in Gasöfen mit Regeneratoren. Ein Ofen nimmt 7 bis 8 Blöcke auf und ist dazu im Herde im Durchschnitte 2·75 bis 3 m lang, 1·75 m tief, 0·66 m hoch. Das Einsetzen und Herausnehmen geschieht am besten mit Hülfe von mechanischen Vorrichtungen. In Nordamerika pflegt das Einsetzen mit Hand, das Herausziehen mechanisch zu geschehen. Ein Generatorgasofen gestattet 6 bis 7 Hitzten ohne Verschiebung der Blöcke, versorgt also ein Walzwerk, so dass man nur noch eines Reserveofens zum Wechseln bei Reparaturen bedarf. Das gleiche Resultat kann man mit Bicheroux-Oefen erreichen, wenn man die Blöcke gleichmässig fortrollt, d. h. nach der Herausnahme des an der Feuerbrücke liegenden die übrigen um je 90° dreht und an dem Fuchse jedesmal einen frischen Block einsetzt.

Eine Flusseisenschiene hat der Regel nach 12, aber auch 13, selbst 17 Furchen in einer Hitze zu durchlaufen. Man sieht, welch grosser Vortheil in einer guten, die Zahl der Kaliber vermindernenden Furchung liegen muss.

Das Ueberheben und Zurückgeben der Schiene ist hier wegen des Wärmeverlustes ganz besonders zu vermeiden und man ist deshalb jetzt wohl ausnahmslos auf Triowalzen oder auf reversirende Walzwerke gekommen.

Die Vorwalze kann ohne Bedenken mit über einander liegenden wirksamen Furchen eingerichtet werden, sehr schwierig ist dies indessen bei den Fertigwalzen. Daelen hat aber auch hier Rath und Wege gewusst, indem er die Hälfte zweier nicht unmittelbar auf einander folgender Kaliber auf die Ober- und Unterwalze legt und die Mittelwalzen mit einer Furche versieht, deren Querschnitt das Mittel aus den beiden Hälften ist.

Hierbei geht freilich die Freiheit für Breitung verloren, und dies ist wohl der Grund, weshalb sich diese Einrichtung wenig Eingang verschafft hat und man es meist vorzieht, die Vorwalzen im gemeinschaftlichen Furchen-Trio, die Fertigwalzen aber mit abwechselnden Furchen in Ober- und Unterwalze anzulegen.

Noch jetzt ist der Durchschnitt der Walzarbeit für eine Schiene 3 Minuten, aber es giebt Werke (so z. B. mehrere nordamerikanische), welche nur 1 Minute dazu brauchen und zuweilen (z. B. bei Fr. Krupp in Essen, wo 1700 Stück über 7·7 m lange Schienen im Gewichte von 26·4 Kg pro laufenden Meter in 24 Stunden gewalzt werden) noch weniger, und zwar bis zu 51 Secunden hinab. In Lackawanna stellt

man eine Schiene in 77 Secunden, einschliesslich aller Störungen, her.

Die Walzen lässt man bis zu 170 Umdrehungen in der Minute machen. Zu einem Schienenwalzwerk gehören durchschnittlich 22 Arbeiter.

Verarbeitung alter Eisenbahnschienen.

Nachdem jetzt die Flusseisenschiene so gut wie allgemein eingeführt ist, spielt eine wichtige Rolle die Aufarbeitung der alten, meist aus zwei Eisensorten bestehenden Schweisseisenschienen.

Am günstigsten würden sich dieselben zwar im Flusseisenflammofen verarbeiten lassen, aber die meisten sind zu phosphorreich dazu.

Eine Packetirung macht sich nicht nur der Form wegen recht ungünstig, sondern es werden dabei auch die verschiedenen Eisenarten ungleichförmig und zum Theil in ganz falscher Weise vertheilt.

Aus diesem Grunde schneidet man am besten die Köpfe der Länge nach ab und streckt dann Köpfe und Füsse besonders zu Flacheisen aus, welches wieder packetirt wird. Auch hat man Schneidewalzen eingerichtet, welche Kopf, Steg und Fuss von einander trennen. Geringere Mengen von Schienen lassen sich dadurch verwerthen, dass sie einfach in starken Schweisshitzen zu Schienen kleineren Querschnitts, z. B. zu solchen für Grubenbahnen, ausgereckt werden.

Je höher die Schweisstemperatur bei der Verarbeitung derartiger alter Eisensorten ist, um so günstiger fällt das Product aus, aber die Schweissung wird doch selten eine vollkommene. In angeätzten Querschnitten kann man stets die Umrisse der einzelnen Stücke verfolgen, oft z. B. die alten Schienen in verjüngtem Maassstabe genau wahrnehmen.

Flusseisen-Schienenenden und Reste lassen sich ohne Schwierigkeit entweder in der Bessemerbirne oder im Flusseisenflammofen als Zusatz verwenden, oder nöthigenfalls im Kupolofen mit dem Roheisen für den Bessemerbetrieb verschmelzen.

Radreifeneisen.

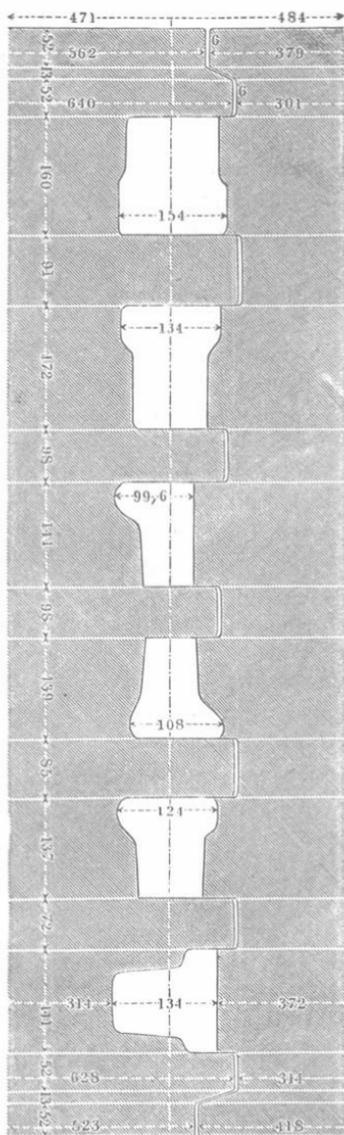
Die Herstellung des Radreifeneisens scheint auf den ersten Blick mancherlei Schwierigkeiten zu bieten, da der Querschnitt ein durchaus unsymmetrischer ist, aber die geringe Abweichung von einem vollen Trapez hebt diese Schwierigkeit hinreichend auf.

Die Furchung einer Radreifenwalze ist in Fig. 313 (a. folg. S.) dargestellt.

Es wird, wie man hiernach sieht, stets zuerst eine symmetrische Form ausgebildet und dann erst in die unsymmetrische Form über-

geführt. Die beiden Kaliber links (in der Figur oben) beginnen die Arbeit, dann folgt das ganz rechts liegende Stauchkaliber, hiernach folgen wieder die liegenden Kaliber links davon und erst im dritten von links an gerechnet erfolgt die vollkommene Ausbildung.

Fig. 313.



Radreifen-Furchung.

Die Herstellung des Radreifeneisens ist in Folge der Einführung ungeschweisster Radreifen fast ganz verdrängt worden.

Keilförmiges Stabeisen.

Wenn ein Eisenstab allmähig zu- oder abnehmende Dimensionen im Querschnitt erhalten soll, also einfach oder doppelt keilförmig oder conisch gestaltet sein soll, so lässt sich dies durch Walzarbeit auf zweierlei Weise erreichen; entweder verändert man den Abstand der Walzen während der Arbeit, sei es durch Hand, sei es durch mechanische Mittel, im letzteren Falle der Regel nach durch Wasserdruck, oder man schneidet ein entsprechend keilförmig oder conisch geformtes Kaliber ein. Das erstere Verfahren gestattet bei Anwendung eines Walzenpaares selbstverständlich nur eine Aenderung der Höhendimensionen, wie das z. B. für Schiffsrippeneisen erforderlich ist. Soll auch die Breiten dimension verändert werden, so muss man zwei Paar Walzen, also ein Universalwalzwerk benutzen. Das zweite Verfahren kann mit Vortheil nur für Eisenstäbe angewendet werden, deren Länge nicht die Grösse der Walzenperipherie überschreitet, da das in sich zurückkehrende Kaliber mit seiner schwächsten und weitesten Stelle aneinanderstösst.

Gewehrläufe hat man unter anderem auf solche Weise gewalzt;

jedoch bleibt das Verfahren immer nur von ganz beschränkter Anwendung.

Das Eisen wird in den stärksten Theil des Kalibers eingeführt, sobald derselbe sich grade dem Arbeiter gegenüber befindet.

Man hat zwar keil- oder kegelförmige Kaliber auch spiralförmig eingedreht und dadurch eine grössere Länge zu erzielen gesucht, aber die Aufeinanderpassung der beiden Kaliberhälften macht allzugrosse Schwierigkeiten.

Gemustertes Eisen.

Einschnitte oder Eingravirungen in die Druckflächen der Furchen übertragen sich als Vorsprünge auf das Walzeisen. Dies benutzt man ganz allgemein zur Auftragung der Firma des Walzwerkes auf Schienen und andere Eisensorten, sodann zur Herstellung verzierten Eisens, welches namentlich in Belgien bei Charleroi hergestellt und zu Bettstellen, Treppenwangen, Gardinenstangen etc. benutzt wird.

Dasselbe Verfahren benutzt man auch, um Eisen für die Speichen der sogenannten Segmenträder zu Eisenbahnwagen und ähnliche Formen herzustellen. — Ein Eisenbahnspeichenrad wird nämlich aus Sektoren zusammengefügt, deren jeder zwei Speichen und den zwischen liegenden Theil des Radkranzes umfasst. Das Eisen muss daher an je zwei Stellen umgebogen werden. Zu diesem Zweck giebt man dort eine reichlichere Menge Eisen in Form von Vorsprüngen. Diesen Vorsprüngen entsprechende Vertiefungen meisselt man in den Walzenmantel ein und erhält so längere Stäbe mit je paarweis wiederkehrenden Erhöhungen. Diese schneidet man auseinander und bekommt das gewünschte Speicheneisen.

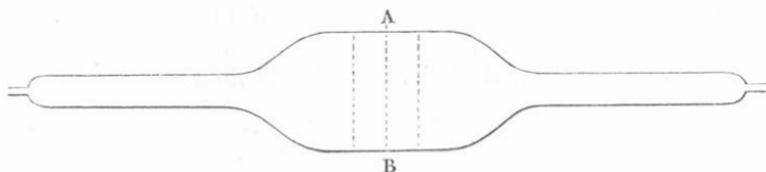
Andere Gegenstände dieser Art sind schmiedeiserne Unterlagsplatten für Eisenbahnschienen, eiserne Querschwellen, kurz alle Eisensorten, welche im Allgemeinen einen Flachstab mit wiederkehrenden einzelnen Erhöhungen darstellen. Man muss auf das leichte Auslösen des Eisens aus den die Erhöhungen bildenden Vertiefungen im Walzenmantel Rücksicht nehmen und die letzteren daher stark verjüngt einmeisseln oder giessen.

Rädereisen.

Der um die Entwicklung des Walzwerkes so verdiente frühere Oberingenieur zu Hörde, Daelen, hat auch eine Methode angegeben, um Rotationskörper rechtwinklig zu ihrer Axe auszuwalzen. Zu dem Zweck wird in vertical verstellbaren Walzen der Querschnitt des Rotationskörpers als Furche eingedreht. So kommt z. B. für die Herstellung einer Scheibe für Eisenbahnwagenräder in jede der beiden Walzen die Hälfte

des Querschnitts rechtwinklig zur Axe, so, dass die Furche als offenes Kaliber erscheint, wie die nachstehende Figur 314 verdeutlicht. Das

Fig. 314.

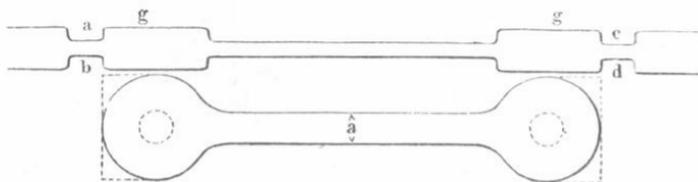


Eisenstück wird roh vorgeschmiedet und nun so durchgewalzt, dass es nach jedem Durchgang um einen kleinen Winkel (ca. 30°) um seine Rotationsaxe AB gedreht wird. Dadurch erfolgt also eine Streckung nach allen Seiten. Nach sechsmaligem Durchgang wird das Kaliber zusammengesraubt und dann die Operation wiederholt.

Eisen von ungleicher Breite.

Es giebt Eisenformen, welche sich in einer gewöhnlichen gefurchten Walze nicht herstellen lassen, weil zwar die Höhe des Stabes überall gleich ist, nicht aber die Breite. Hierhin gehören z. B. die Glieder von Brückenketten, welche die nachstehende Form (Fig. 315) besitzen. Solche Stücke werden in zwei Reihen von Furchen ausgebildet. Zuvörderst wird ein Stab von der Breite des Mitteltheils (a) einfach ausgewalzt, aber

Fig. 315.



nach Art des gemusterten Eisens an denjenigen Theilen, welche den breiteren Enden des Kettengliedes entsprechen sollen, durch Vertiefungen in den Walzen mit dickeren Theilen versehen (g , Fig. 315); sodann erfolgt das Zerschneiden an den entsprechenden Orten ab , cd u. s. w.

Jedes einzelne Stück geht nun der Breite nach durch eine zweite Reihe von Kalibern, welche in der Mitte frei sind, daher dort nicht mehr strecken, sondern nur an den beiden Seiten arbeiten. Hierdurch werden die Vorsprünge in der Querrichtung ausgestreckt und erhalten die erwünschte Breite.

Durch die Zuhülfenahme derartiger Kunstgriffe und unter Benutzung der Methode des Umbiegens in freien Furchen kann man sehr mannigfaltige und nach der Vollendung scheinbar für die Walzarbeit unmögliche Eisenprofile herstellen.

Die Fertigstellung des Profileisens.

Die fertigen Stäbe kommen nicht hinreichend geradlinig aus den Walzen, um nicht eine nachträgliche Richtung zu erfordern. Bei Eisen von symmetrischem Querschnitte erfolgt die Abkühlung gleichförmig von allen Seiten. Man kann daher das Eisen sofort in genaue Richtung strecken und es sich dann selbst überlassen; bei complicirten Querschnitten genügt das indessen nicht, selbst wenn die Abkühlung sehr vorsichtig und langsam erfolgt.

Das Richten geschieht der Regel nach einfach durch Aufschlagen des Stabes, den an jedem Ende ein Arbeiter mit der Zange packt, auf die gusseisernen Platten der Hüttensohle. Zweckmässig, aber noch wenig benutzt sind mechanische Hilfsmittel.

Man lässt über das Eisen, welches auf einer seiner Unterfläche entsprechenden, also z. B. beim Winkeleisen furchenförmigen Unterlage ruht, eine der Oberfläche entsprechende Walze laufen, die es an die Unterlage fest andrückt. Diese Walze wird zweckmässig auf ein mit Rädern versehenes Gestell gelegt, welches auf erhöhten Schienen läuft, so dass der Walzendruck nur auf dem zu streckenden Eisen voll lastet, während im Uebrigen die Walze frei schwebt. Die Bewegung der Walze erfolgt am besten vermittelt einer Kette durch Dampf- oder Wasserkraft. Sie muss so lange hin- und hergeführt werden, bis eine hinreichende Erhaltung des Eisenstabes eingetreten und eine nachträgliche Verbiegung nicht mehr zu fürchten ist.

Bei Flusseisenstäben genügt dies Verfahren zur Erzielung ganz gerader Stäbe nicht immer, namentlich nicht für die unsymmetrischen Profile, wie Winkeleisen. Man hat daher hierfür Pressen eingeführt, welche das Eisen einklemmen und gerade richten.

Lässt man die beiden Backen einer solchen Presse, welche durch hydraulischen Druck gegen einander bewegt werden, in der ganzen Länge des Stabes gleichzeitig wirken, so werden Unebenheiten eingepresst und ungleiche Spannungen erzeugt. Es ist deshalb nothwendig, die bewegte Backe gegen die festliegende allmählig anzudrücken und so den Stab von einem Ende zum anderen nach und nach einzuklemmen.

Bei Eisenstäben, welche wie Eisenbahnschienen in Folge ihrer Form sich beim Erkalten in ganz bestimmtem Sinne krümmen würden, falls sie vorher gerade gestreckt waren, muss man im warmen Zustande die umgekehrte Krümmung (bei Fusschienen also gegen den Kopf) absichtlich herbeiführen. Auch bei dieser Biegung wendet man theils Hand-

arbeit an, wobei die Schiene auf eine passend geformte Unterlage, die meist in einem rostförmigen Lager von Unterlagsschienen besteht, aufgestaucht und dadurch gebogen wird, theils benutzt man mechanische Mittel, wobei der Stab gegen eine festliegende Modellplatte vermittelt einer Reihe von Daumen oder Rollen angedrückt wird.

Zuweilen erhalten die Stäbe, wie Eisenbahnschienen, nach dem Erkalten unter Stempelpressen noch eine ganz genaue Geradrichtung, aber diese kostspielige Handarbeit liesse sich wahrscheinlich durch zweckmässige mechanische Vorrichtung, welche wie die vorher beschriebene Presse den Stab während des Erkaltes richten, überall ersetzen.

Die Enden der Stäbe sind stets unganzz und müssen abgeschnitten werden; dies geschieht im warmen Zustande zum Theil durch Scheren, welche bei der Blechfabrikation weiter erläutert werden sollen, theils und hauptsächlich durch Sägen. Die Sägen bestehen aus gezahnten, schnell rotirenden Scheiben, welche durch stehende oder rotirende Dampfmaschinen (Dampfturbinen), im ersten Falle mit Riemenübertragung, im zweiten Falle direct, in Umdrehung gesetzt werden. Die Sägeblätter haben 80 bis 130 cm, durchschnittlich 100 cm Durchmesser, 3 mm Stärke ¹⁾ und machen 800 bis 1200 Umdrehungen in der Minute.

Hat man stets oder wenigstens für einen grösseren Zeitraum gleich lange Stäbe (z. B. Eisenbahnschienen) zu fertigen, so können beide Enden gleichzeitig abgesägt werden, und in solchen Fällen sitzen zuweilen beide Sägeblätter auf einer Welle.

Der Regel nach wird der Stab auf einen Schlitten gelegt und gegen die Säge geführt, jedoch hat man auch bewegliche Sägen, welche entweder aus Schlitten aus dem Boden der Hütte aufsteigen, oder pendelartig an Armen aufgehängt sind, in welchen Fällen also die Sägeblätter gegen den Stab bewegt werden.

Die Herstellung der Sägeblätter aus einem Stück ist so einfach, dass es sich kaum lohnt, complicirte Constructions, wie die Zusammensetzung aus einzelnen Sektoren, oder die Einfügung auswechselbarer Zähne, anzuwenden.

Der Transport der Stäbe vom Walzwerk zu den Sägen, von dort zum Warmlager, dann zum Kaltlager, endlich zum Verladeplatz geschieht zwar gewöhnlich durch Handarbeit, bei grösseren Anlagen aber weit besser durch mechanische Vorrichtungen. Diese letzteren bestehen in Rollen, welche aus der Hüttensohle hervorrägen und in eine der Bewegungsrichtung entsprechende Umdrehung versetzt werden. Sie müssen in solchen Entfernungen angelegt werden, dass der Stab stets auf mindestens zweien aufliegt. Zuweilen wird die Bewegung auch durch Haken ausgeführt, welche hinter einen oder mehrere Stäbe greifen und mittelst

¹⁾ Die Zähne stehen nicht geschränkt, sondern das Sägeblatt ist biconcav geschmiedet, also am Rande am stärksten. Die Vorderkante der Zähne ist radial, die Hinterkante gegen die Vorderkante etwa um 50° geneigt.

einer Kette von einer hydraulischen oder einer Dampf-Maschine an den Ort der Bestimmung herangezogen werden.

Einzelne Sorten Stabeisen, so manches Baueisen, namentlich aber Radreifeneisen, bedürfen noch einer Biegung, welche zwischen drei rotirenden Rollen erfolgt. Doch hiermit beginnt schon die eigentliche Eisens-fabrikation, wenn auch hin und wieder dergleichen Manipulationen noch auf Eisenhüttenwerken ausgeführt werden.

6. Endloses Stabeisen.

Unter endlosem Stabeisen versteht man ein solches, welches entweder ohne Schweissung in Ringform gebracht, oder nachdem es geschweisst ist, in Ringform weiter verarbeitet wird.

Das endlose Stabeisen kommt in der Praxis kaum anders als zur Herstellung von Eisenbahnradreifen, und in untergeordneterem Maasse zu Verstärkungsringen für Flammrohrdampfkessel vor.

Geschichtliches ¹⁾ über die Herstellung der Radreifen. Die Radreifen (Radkränze, Tyres, Bandagen) der Eisenbahnfahrzeuge wurden früher allgemein so dargestellt, dass ein Schmiedeisenstück oder Packet zu einem Stabe von dem erforderlichen Querschnitt ausgewalzt, und die Enden des auf genaue Länge geschnittenen und gebogenen Stabes zusammengeschweisst wurden (vergl. Seite 825). Die starke Abnutzung, welcher die Radreifen ausgesetzt sind, führte indessen gleichzeitig mit der Anwendung eines harten Materiales für den Kopf der Schienen zur Benutzung von Feinkorn- oder Puddelstahl. Da aber bekanntlich mit der Zunahme an Kohlenstoff im Eisen dessen Schweissbarkeit abnimmt, so entstanden durch die Unhaltbarkeit der Schweissstellen vielfach Unglücksfälle, welche zwar durch sorgfältige Arbeit beim Schweissen verringert, aber dennoch nicht ganz vermieden werden konnten. Man versuchte daher zuvörderst die Schweissstelle vom Umfange des Rades in dessen Körper zu verlegen, und es ist zuerst von Bodmer 1839, dann von Bramwell im Jahre 1844 eine Methode vorgeschlagen worden ²⁾, welche nachmals noch oft verschiedenen Engländern (z. B. Cowper 1850 ³⁾, Milward 1861 ⁴⁾, Plum 1864 ⁵⁾) patentirt worden ist, obschon sie inzwischen vielfach Eingang und Verbreitung gefunden

¹⁾ Unter Benutzung von Mittheilungen des Herrn Vital Daelen, jetzt zu Berlin.

²⁾ London Journal of arts 1865, S. 244.

³⁾ Patent 23. Mai 1850.

⁴⁾ Patent 27. April 1861.

⁵⁾ Derselbe wandte Stäbe mit wachsendem Querschnitte an.

hatte, 1856 von Jackson, Petit et Gaudet in Frankreich und bald darauf von Owen zu Rotherham in Yorkshire, auf mehreren Hütten in Südwesten und auch auf rheinischen und westfälischen Werken eingeführt wurde. Diese Methode beruht darauf, dass ein Feinkorneisen- oder Puddelstahlstab von oblongem Querschnitt in warmem Zustande spiralförmig auf einen Dorn gewickelt und so ein aus mehreren Windungen bestehender Ring (*coil*) gebildet wird. Wird dieser nun geschweisst und ausgearbeitet, so liegen die Verbindungsstellen parallel, nicht rechtwinklig zur Peripherie des Radkranzes und sind daher, selbst wenn sie sich lösen, ungefährlich.

Mit der Anwendung solcher Ringe (*helical coils, weldless hoops*) entstand, wenn man den Radreifen nicht durch langwierige und kostspielige Arbeit des Hämmerns vollenden wollte, die Nothwendigkeit, Walzwerke zu construiren, welche die Ausarbeitung eines kreisförmigen, geschlossenen Stückes ermöglichen.

Um jede Schweissnaht überhaupt zu vermeiden, verfiel Fr. Krupp in Essen im Jahre 1853¹⁾ auf den Gedanken, einen auf irgend eine Weise hergestellten und bereits gehörig bearbeiteten Stahlblock in der Mitte zu spalten, indem zwei Bohrlöcher durch einen Sägenschnitt verbunden wurden, und ihn dann zu einem Ringe aufzubiegen, welcher über einen Dorn erweitert und schliesslich in die Form des Radreifens durch Walzen gebracht werden konnte.

Als man gelernt hatte, den Tiegelgussstahl direct in Formen zu giessen, wendete das Bochumer Gussstahlwerk diese Kenntniss dazu an, Ringe zu giessen und diese, nachdem sie dicht gehämmert waren, sofort auszuwalzen.

Ehe man gelernt hatte, diese Ringe hinreichend dicht zu pressen, hatte man zu Hörde zur Vermeidung der durch blasigen Guss entstehenden Mängel ein drittes Verfahren angewendet, welches darin bestand, einen vollen Block zu giessen, diesen gut auszuhämmern und dann erst durch Ausstanzen unter dem Hammer mit einem Loche zu versehen.

Seitdem nun die Darstellung des Flusseisens und Flussstahls durch den Bessemerprocess und den Flammofenflussprocess allgemein geworden ist, haben die beiden letzteren Methoden, namentlich aber die zweite, einen allgemeinen Eingang gefunden.

Nachdem Versuche bis zum Jahre 1862²⁾ im grossen Durchschnitt ergeben hatten, dass die Leistungen der Locomotivräder mit Reifen von Gussstahl oder Flussstahl zu solchen mit Reifen von Feinkorneisen sich verhalten wie 3·8 : 1 und dasselbe Verhältniss sich bei Eisenbahnwagenrädern = 2·4 : 1 herausstellte, war die Frage der Anwendung nur noch eine Frage des Kostenpunktes, welche sich indessen Jahr für Jahr

¹⁾ Erst 25. März 1861 nahm Spencer ein Patent auf die Herstellung von Tyres aus Gussstahlringen.

²⁾ Vergl. die Zeitschrift deutscher Ingenieure 1862, S. 607.

mehr zu Gunsten des Stahls entschieden hat. Das vom preussischen Handelsministerium am 4. Februar 1862 ergangene Rescript an die Staats- und unter Staatsverwaltung stehenden Privat-Bahnen, dass „Gusstahlradreifen¹⁾ für die Folge bei Locomotiven und Personenwagen ausschliesslich angewendet werden sollen“, entschied die Frage für Preussen vollends. Wenn trotzdem lange Zeit hindurch noch viele Bahnverwaltungen einer Feinkorn- oder Puddelstahlbandage den Vorzug gaben, so lag das darin, dass man für Güterwagen und überhaupt mit Bremsen versehene Räder das weichere Material nicht entbehren zu können glaubte, weil die Stahlräder, wenn sie sich stark erhitzen, bei Regenwetter oder Berührung mit Nässe und zwar oft nur an einzelnen Stellen gehärtet wurden, sich daher ungleichmässig abliefern und häufiger abgedreht werden mussten, dabei aber schwieriger vom Meissel angegriffen wurden. Trotzdem stellte sich das Verhältniss schliesslich allgemein zu Gunsten des Flusseisens, nachdem man gelernt hatte, auch durch den Bessemerprocess ein Eisen von beliebigem Kohlenstoffgehalte, d. h. von jedem Grade der Weichheit herzustellen und dadurch die Nachtheile der Härtung zu vermeiden.

Walzenconstruction. Gleichgültig ob der Ring aus Schweisseisen oder aus Flusseisen hergestellt worden und welche Methode zu seiner Anfertigung benutzt war, so muss er nunmehr auf seinen eigentlichen Querschnitt ausgewalzt werden. Die Schwierigkeit dieses Auswalzens hat Veranlassung zur Anwendung des Hämmerns gegeben, und Vital Daelen²⁾ hatte z. B. zu Wien im Jahre 1873 gehämmerte Radreifen von ganz vorzüglicher Beschaffenheit ausgestellt, deren Werth indessen von den Preisrichtern unerklärlicher Weise so wenig anerkannt wurde, dass das neue Bochumer Gussstahlwerk einer der wenigen nicht prämirten deutschen Aussteller blieb. Wegen der grösseren Kostspieligkeit ist das Hämmern nicht zur allgemeinen Durchführung gelangt.

Die Walzarbeit des endlosen Stabeisens erfordert eine Vorrichtung, welche es gestattet, dass der Ring über eine der Walzen geschoben und so in das oder die entsprechenden Kaliber gebracht werden könne.

Die Construction der Kaliber erfordert aus mehrfachen Gründen Abweichungen von derjenigen der Kaliber für gewöhnliches zweiendiges, wenn auch im Querschnitte gleich geformtes Stabeisen.

Das einfache Stabeisen tritt mit einem Querschnitt gegen die Walzenmängel, welcher wesentlich grösser ist, als das Kaliber. Die Streckung findet also in dem Raum zwischen Berührungsebene und Walzaxe ebene vollständig statt. Bei dem endlosen Stabeisen ist der Querschnitt des rohen Ringes überall gleich, es muss also zuvörderst durch die Walzen an irgend einer Stelle eine Einbiegung gemacht werden, von welcher ausgehend die Streckung erfolgt. Man erreicht dies durch Anpressen

¹⁾ Worunter auch Flusstahlreifen verstanden wurden und werden.

²⁾ Vergl. Englische Specification. 1873, 10. Febr., Nro. 484.

der Walzen. Da auf diese Weise indessen bei einmaligem Durchgange aller Theile des Ringes die Streckung nur eine geringe ist, so wiederholt man den Durchgang des Ringes ohne Unterbrechung unter beständigem Nähern der Walzen gegen einander. Man geht also nicht sprungförmig, sondern allmählig mit der Ausbildung des Endquerschnittes vor.

Ein zweiter Grund für abweichende Kalibrirung liegt in dem Mangel freier Streckung. Der gestreckte Theil tritt nicht, wie beim einfachen Stabeisenwalzwerke der Fall, frei und ohne Widerstand aus, sondern wird durch den anliegenden ungestreckten zurückgehalten und gestaucht. Es gehört daher unter sonst gleichen Umständen ein weit grösserer Druck zur Streckung der Ringe, als zu der gewöhnlicher Stäbe.

Endlich macht die beständig eintretende Breitung Schwierigkeiten. Beim einfachen Stabwalzwerk trägt man derselben dadurch Rechnung, dass jedes folgende Kaliber eine grössere Breite erhält und der allzugrossen Breitung durch Umkehrung des Querschnitts oder, wenn dies nicht zulässig, durch Stauchkaliber entgegengewirkt wird. Eine entsprechende Einrichtung beim endlosen Stabeisen würde bedingen, dass das Kaliber nach jedem Umgange gewechselt werden müsste. Dies geschieht deshalb nicht, weil damit auch bei den zweckmässigsten Einrichtungen stets ein Zeitverlust und eine Abkühlung verbunden ist, welche dem Walzprocesse nicht nur Eintrag thut, sondern auch mehrfache Erhitzung verlangt. Es muss daher in allen Fällen, auch bei Benutzung mehrerer Kaliber, sobald nur der Durchgang in jedem Kaliber mehr als eine Umdrehung umfasst, auf eine der Zahl der Umdrehungen entsprechende Breitung Rücksicht genommen werden. Da indessen bei einer solchen Breitung unganze Kanten entstehen würden, wenn das Kaliber nicht ganz geschlossen ist, so müssen Vorkehrungen getroffen werden, um die Breitung nach jedem Durchgange durch Stauchung auszugleichen. Dies geschieht entweder dadurch, dass wie beim Universalwalzwerke ein zweites Paar rechtwinklig zum ersten gelagerter Walzen angewendet, oder dass das Kaliber selbst aus zwei oder drei Walzen gebildet wird.

In einem einfachen Ringwalzwerke finden folgende Einwirkungen statt: Die Höhe des Profils c (Fig. 316), welche auf e gebracht werden soll, ist bei dem Einsetzen des Ringes in das Profil überall vorhanden, es muss also die Walze a von der Stellung a' und die Walze b von der Stellung b' so lange einander genähert werden, bis das Material in der Weise eingedrückt ist, wie es Fig. 316 darstellt. Würde das Zusammendrücken im ruhenden Zustande erfolgen, so würde die Kraft, die zur Eisenverdrängung hier nöthig ist, doppelt so gross sein, wie beim einfachen Stabeisen, da hier die doppelte Masse Eisen verdrängt werden muss wie dort (Fig. 317). Nun aber geschieht die Verdrängung beim zweiendigen Stabeisen während der vollen Bewegung der Walzen, und der Widerstand des Stabes gegen das Zusammendrücken wird beim Eintritt in die Furche durch die in der ganzen Masse der Walze, des Schwungrades und der Maschine aufgesammelte Kraft aufgewogen; denn die Wirkung, welche zum Auswalzen des

Stabes aufgewendet wird, ist gleich der Leistung der Kraftmaschine und der Arbeitsgrösse, die das Schwungrad und die anderen bewegten Massen wieder abgeben. Im vorliegenden Falle dagegen muss umgekehrt erst, nachdem das Eindringen durch Näherung der Walzen erfolgt ist, die ganze ruhende Masse in Bewegung gesetzt werden. Wollte man daher wirklich so verfahren wie hier gezeichnet, so würde ein Kraftaufwand erforderlich sein, welcher in keinem Verhältniss zum erzielten Resultate steht. Aus diesem Grunde muss man das gewünschte Ziel allmähig zu erreichen suchen, d. h. den Ring einsetzen und darauf mit der verfügba-

Fig. 316.

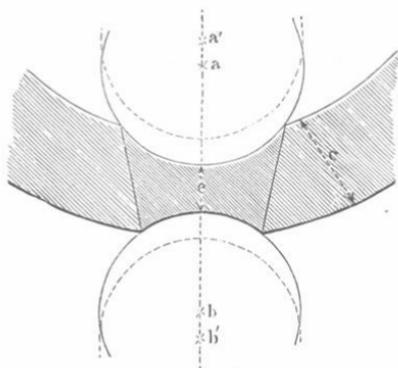
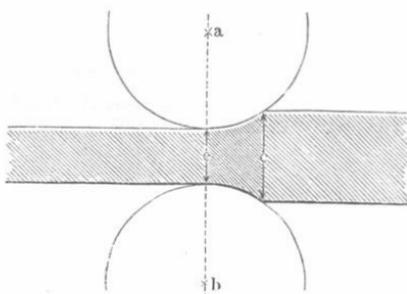


Fig. 317.



ren Kraft die Walzen allmähig gegen einander pressen, so dass also eine gewissermassen spiralförmige Verkleinerung des Reifenprofils stattfindet.

Der Querschnitt eines Radreifens kann als Trapez betrachtet werden.

Ist in Fig. 318 (a. folg. S.) $abcd$ der zum Trapez vereinfachte Querschnitt des Radreifens beim Beginn der Walzarbeit, r der innere Radius, so wächst beim Auswalzen r zu αr , während sich $ab = m$ und $cd = n$ verringern.

Sollen diese Verminderungen der Seiten m und n ohne Verschiebung der Eisentheile stattfinden, so darf nicht, wenn Seite ca als feststehend betrachtet wird, ein Vorgehen der Linie bd in paralleler Richtung erfolgen, denn es würde dann, wenn $cd' = \frac{cd}{2}$ ist, $ab' > \frac{ab}{2}$ sein. Es soll sich vielmehr $ab'' : cd'$ oder $m' : n'$ stets verhalten, wie $m : n$.

Die Eisenmasse des Ringes verändert sich nun, Breitung ausgeschlossen, ebensowenig wie die Höhe des Trapezes, es ist also im Anfang die Oberfläche des Ringes:

$$\pi [(r + m)^2 - r^2],$$

nach der Streckung:

$$\pi [(\alpha r + m')^2 - \alpha^2 r^2].$$

Da also das Volumen gleich bleibt, ebenso die Höhe, muss sein:

$$\pi [(r + m)^2 - r^2] = \pi [(\alpha r + m')^2 - \alpha^2 r^2],$$

daher:

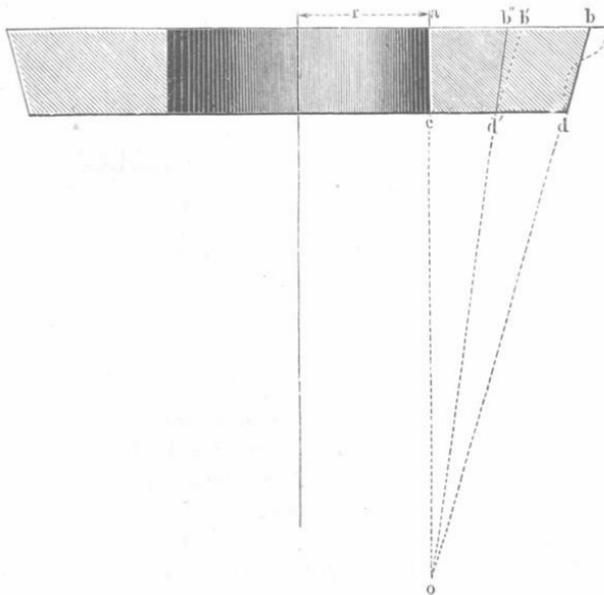
$$m' = -\alpha r \pm \sqrt{m^2 + 2 r m + \alpha^2 r^2}$$

und ganz ebenso an der Unterfläche:

$$n' = -\alpha r \pm \sqrt{m^2 + 2 r n + \alpha^2 r^2}$$

Das Verhältniss wird erreicht, wenn $ab = m$ und $cd = n$ nach dem Verhältnisse verkleinert wird, welches entsteht, wenn von dem

Fig. 318.

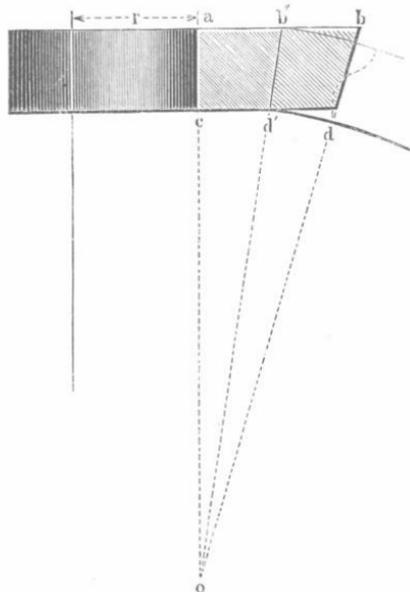


Scheitelpunkte o der beiden Linien ac und bd aus die Theilungslinien gezogen werden, denn es entstehen dann ähnliche Dreiecke, deren Grundlinienverhältniss stets das der gleichbleibenden Höhen ist.

Dasselbe Verhältniss findet auch statt, wenn die Seiten m und n in Kreisbögen übergeführt werden und die Annäherung von db an ac in den Tangenten des Kreises erfolgt (Fig. 319).

Obwohl man nun zwar die S. 825 geschilderte Kalibrirung der Randkranzstabwalzen insofern auf die Kalibrirung der Ringwalzen zu übertragen versucht hat, als man zuweilen auch das Auswalzen der Ringe in mehreren auf einander folgenden Kalibern vornimmt, so ist doch wegen der Schwierigkeit, welche das häufige Umlegen des Ringes veranlasst, und wegen des Nachtheiles, welchen die starke Ab-

Fig. 319.



kühlung mit sich bringt, stets dahin gestrebt worden, das Ausrecken durch nur ein Kaliber zu vollenden.

Dies eine Kaliber, dessen Querschnitt, wie bereits auseinander gesetzt wurde, während des Walzens veränderlich sein muss, wird bald durch zwei, bald durch drei oder vier Walzen gebildet, so dass sich hiernach drei Gruppen von Walzwerken ergeben, deren jede wieder in mehrfacher Art modificirt sein kann.

Die folgende Schilderung der vorhandenen sieben Systeme verdankt der Verfasser der Güte des bereits erwähnten Ingenieurs Vital Daelen, dessen Erfindung die auf Seite 841 beschriebene, patentirte Anordnung ist ¹⁾.

I. Walzwerke mit zwei Walzen.

Bei allen Walzwerken, bei denen das Kaliber durch zwei Walzen gebildet wird, liegen die Axen dieser Walzen parallel. Die Art der Verstellbarkeit beider Axen bedingt den Unterschied der beiden folgenden Unterabtheilungen.

a) Die beiden Walzen *A* und *B* (Fig. 320 a. f. S.) liegen parallel und die Anstellung erfolgt rechtwinklig zu ihren Axen (in der Richtung der Pfeile). Die Walze *A* umschliesst drei Seiten des Profils, während die andere, zwischen die Ringe der ersten greifend, die vierte Seite des Profils bildet. Man hat es also mit einem versenkten Kaliber zu thun.

b) Die beiden Walzen *A* und *B* (Fig. 321 a. f. S.) liegen mit ihren Axen gleichfalls parallel, aber die Anstellung erfolgt unter einem schiefen Winkel. Das Kaliber einer jeden Walze umschliesst zwei Seiten des Profils, aber es bleiben zwei diagonal gegenüber liegende Lücken, *b* und *c*, frei. Die Breite dieser Lücken ist gleich dem Maasse der Anstellung während des Walzens.

¹⁾ Vergl. auch Ramsbottom's Walzwerk, patentirt 7. Januar 1864. Polyt. Centralbl. 1865, S. 38; — Jackson's Walzwerk, Engineer, 11. März 1864, p. 154 u. Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens 1864.

Fig. 320.

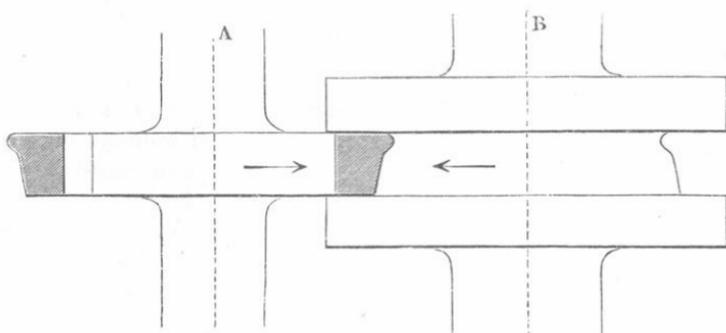
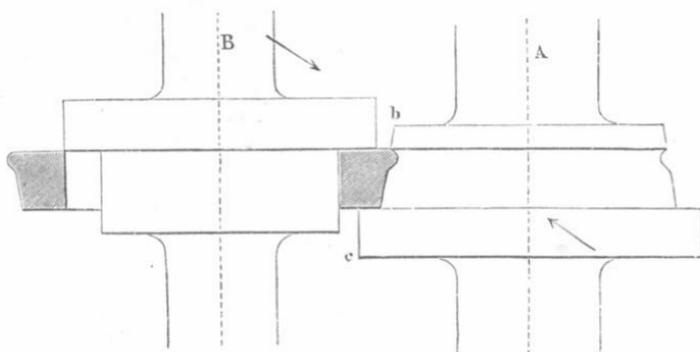


Fig. 321.



II. Walzwerke mit drei Walzen.

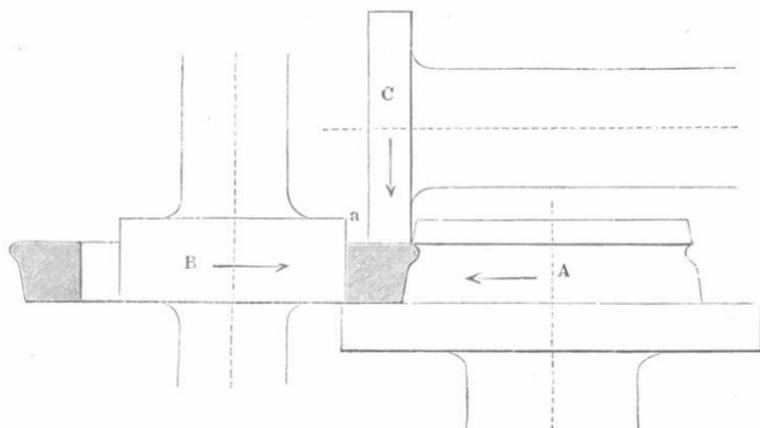
Bei den Walzwerken mit drei Walzen liegen die Axen zweier Walzen parallel und die der dritten Walze rechtwinklig gegen jene oder zwei Axen liegen im rechten Winkel und die dritte Axe ist geneigt gegen beide.

a) Die Axen der beiden Walzen *A* und *B* (Fig. 322) liegen parallel, die der dritten *C* rechtwinklig dazu. Die Annäherung der drei Walzen erfolgt in senkrechter Richtung zu ihren Axen. Die eine Walze *A* umschliesst zwei Seiten, die beiden Walzen *B* und *C* je eine Seite des Profils. An der Hinterseite des Radreifens bleibt bei *a* eine Lücke, welche gleich dem Maasse des Anstellens der Walzen ist.

b) Die Axen der beiden Walzen *B* und *C* (Fig. 323 und 324 a. S. 840) schneiden sich unter einem rechten Winkel; die Axe der dritten Walze

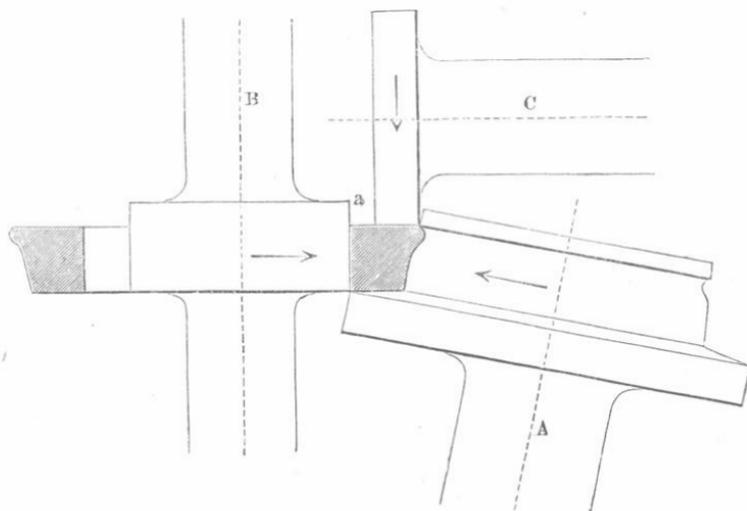
A liegt geneigt. Hierbei hat man wiederum zwei Fälle zu unterscheiden. Im ersten findet die Annäherung der Walzen *B* und *C* rechtwinklig zu ihren

Fig. 322.



Axen, die der Walze *A* schiefwinklig zur eigenen Axe, dagegen rechtwinklig zur Axe der Walze *B* statt. Dies ist das System R. Daelen's (Fig. 323). Im zweiten Falle erfolgt die Annäherung aller drei Walzen rechtwinklig zu ihren Axen; da indessen die Axe der Walze *A* um einen festen Punkt drehbar ist und daher den Radius eines Kreises bildet,

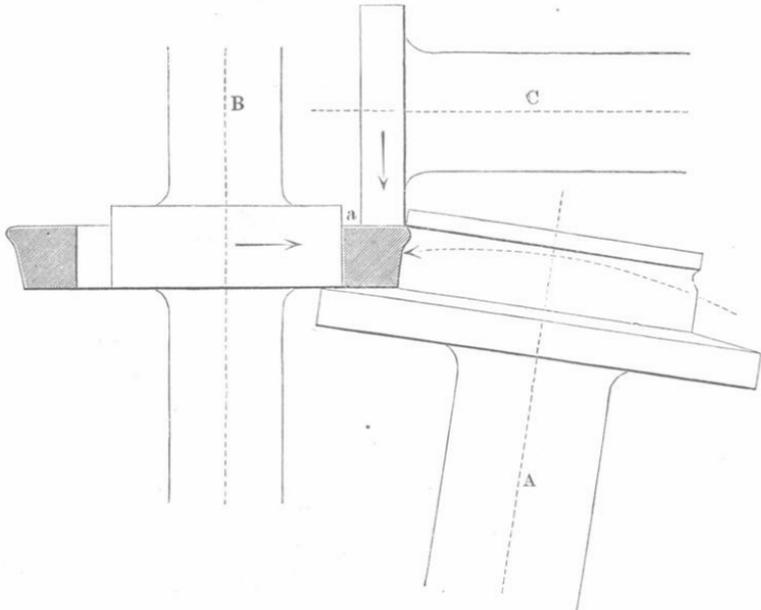
Fig. 323.



so findet auch die Annäherung der Walze stets in der Peripherie dieses Kreises statt, also in stets veränderter Richtung. Dies ist das System V. Daelen's.

In beiden Fällen bleibt bei *a* eine Lücke, welche im ersten Falle gleich der ganzen Anstellung, im zweiten gleich dem Maasse der Anstellung des äussersten Theils der Walze *A* ist. Auch dieser Mangel

Fig. 324.



ist, wie im Folgenden gezeigt werden wird, von V. Daelen vermieden. Zwei Seiten des Profils werden von der Walze *A*, je eine Seite von *B* und *C* umschlossen.

III. Walzwerke mit vier Walzen.

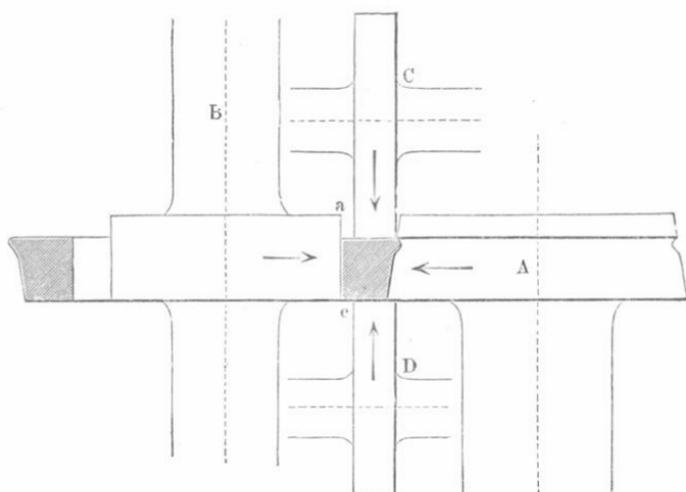
Bei Walzwerken mit vier Walzen liegen stets je zwei Walzen mit ihren Axen parallel und die Axen beider Paare rechtwinklig zu einander.

a) Die vier Walzen *A*, *B* und *C*, *D* (Fig. 325) umschliessen das Profil derartig, dass jede Walze eine Seite begrenzt. Die Annäherung erfolgt rechtwinklig zu den Axen. Es bleiben zwei Lücken *a* und *c*, welche gleich sind dem Maasse der Anstellung der beiden Walzen *B* und *A*.

b) Die Axenlage und Annäherung ist dieselbe, wie bei dem vorigen System; die vier Walzen umschliessen aber nicht ein und dasselbe Profil, sondern je zwei Walzen bilden zwei Seiten zweier diametral gegenüber-

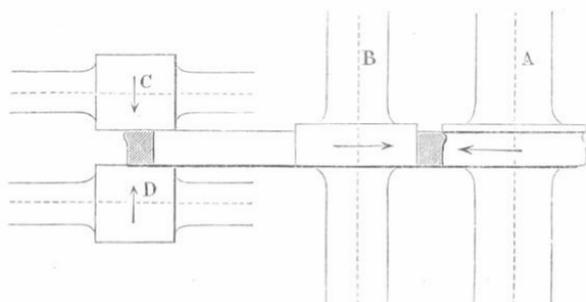
liegender Profiltheile. Es bleiben daher jedesmal zwei Lücken von der Grösse der nicht umschlossenen Seiten, aber diese Lücken stehen abwechselnd,

Fig. 325.



indem sie einmal an der Ober- und Unterseite, einmal an der Innen- und Aussenseite des Radreifens liegen. Fig. 326 zeigt dieses System. Das-

Fig. 326.

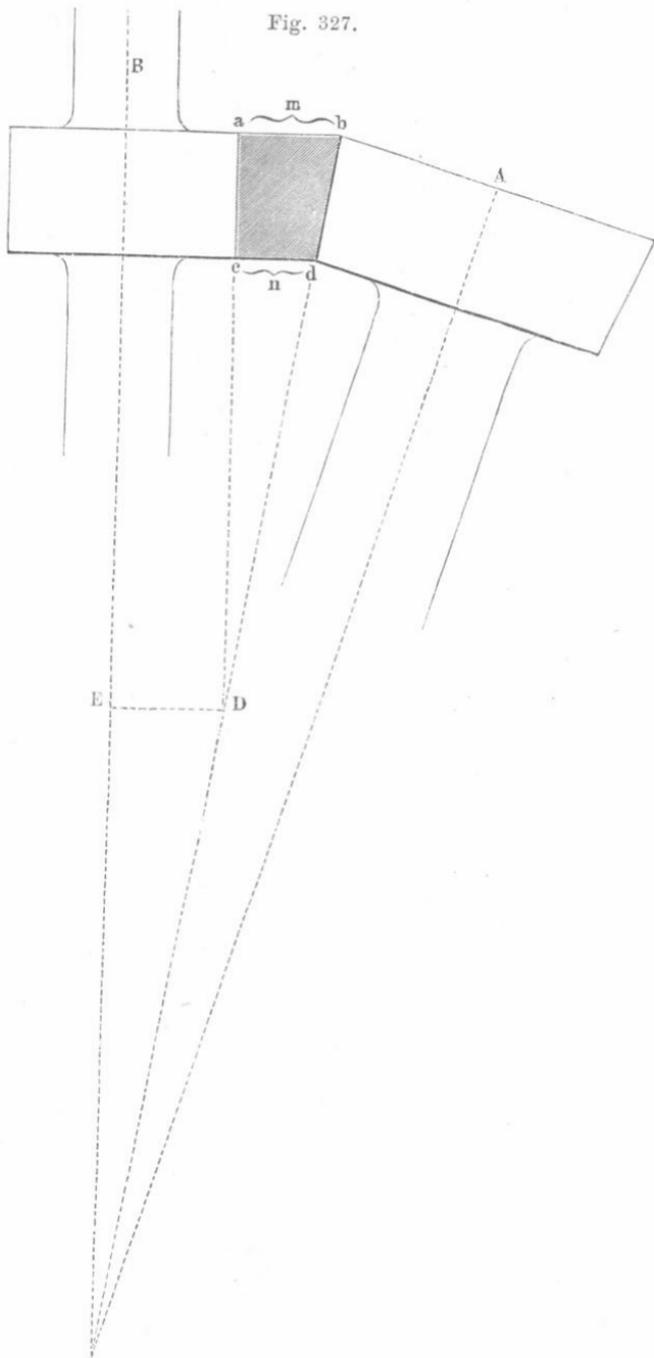


selbe kann bei radialer Anstellung der einen Walze (Fig. 327 a. folg. S., in welcher die Walzen *C* und *D* fortgelassen sind) erreicht werden und giebt dann den Uebergang zu V. Daelen's Walzwerk.

V. Daelen's Walzwerk.

Die parallelen Seiten des Radreifenprofils müssen sich, wie oben auseinandergesetzt, stets verhalten, wie $m : n$. Zu diesem Zweck ist die

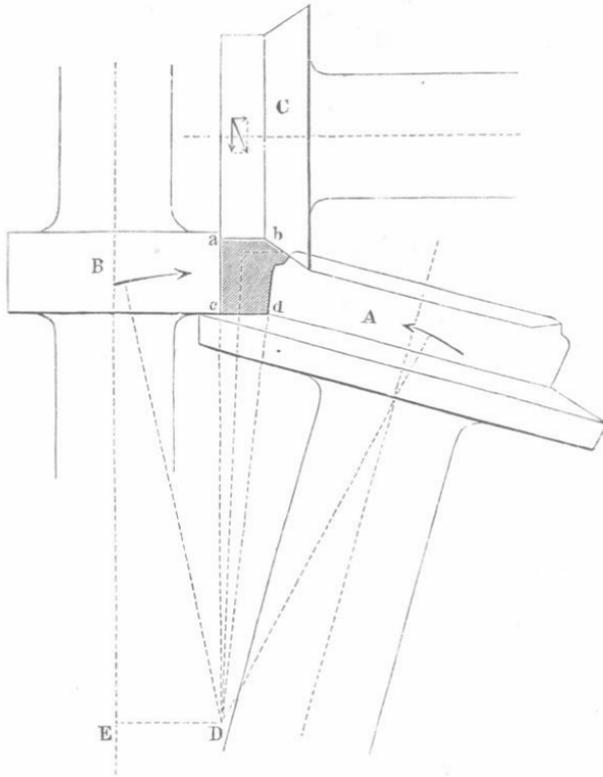
Fig. 327.



Walze *A* (Fig. 327) auf einen um *D* drehbaren Tisch gelagert und wird im Kreisbogen angestellt.

Die Oberwalze *C* (Fig. 328) nähert sich in einem spitzen Winkel zu ihrer Axe, so dass sie mit der vertical abwärts gehenden zugleich eine

Fig. 328.



horizontal rückwärts gehende Bewegung macht und zwar entsprechend der bogenförmigen Bewegung von *B*, so dass das Kaliber bei *a* immer geschlossen ist, und andererseits so viel Material in den Spurkranz hineingebracht wird, als erforderlich ist, um die nöthige Compression hervorzubringen.

Der conische Theil *b* greift in die deshalb entsprechend ausgedrehte Walze *A* ein und hält auch hier das Kaliber geschlossen.

Für (hinsichtlich der Conicität und Stärke des Spurkranzes) verschiedene Profile ist der Tisch mit seinem Drehpunkte in horizontaler Richtung (*DE*) verstellbar, und auch die Anstellbarkeit der Oberwalze *C* variabel.

Genau genommen hätte der Drehpunkt *D* je nach der Conicität in der Verticalen höher oder tiefer verstellbar sein müssen, aber dies würde die Construction zu complicirt gemacht haben. Die Vortheile der Daelen'schen Construction sind: Erstens verhältnissmässige Compression aller Theile und somit gleichmässige Streckung, zweitens Vermeidung der für die Festigkeit des Products nachtheiligen Verschiebungen, drittens Vermeidung der gleitenden Reibung, viertens Verhinderung einer Gratbildung, fünftens die Möglichkeit in demselben Walzwerke verschiedene Profile zu walzen.

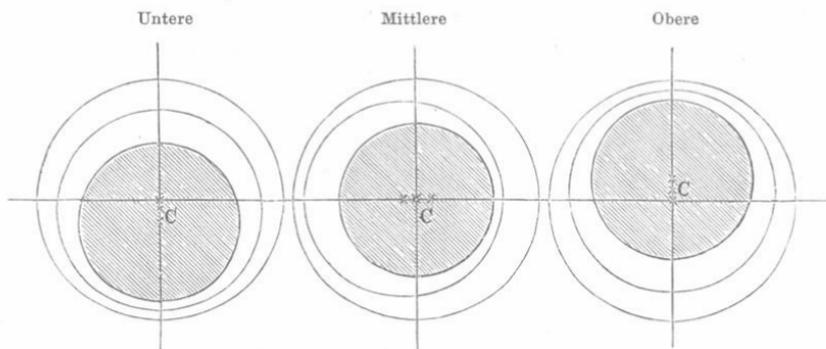
Die Drehung des Tisches wird durch Excentrics bewirkt, welche auf einer Welle festsitzend eine langsame Bewegung während des Walzens veranlassen.

Auch die Anstellung der Oberwalze mit ihrer doppelten Bewegung wird durch 2 (hülsenförmig übereinandergeschobene) Excentrics bewirkt, die sich gleichzeitig in entgegengesetzter Richtung drehen, wie Fig. 329 zeigt. Hierbei macht also die Welle *C* eine auf- und abgehende Bewegung, während die äussere Hülse ihre Lage beibehält.

Die eine Walze (*B*) wird durch Friction mitgenommen.

Die Anstellung der Walzen erfolgt theils durch Dampf-, theils durch

Fig. 329.



Stellung der Welle *C*.

Wasserdruck. Letzterer ist wegen der grösseren Genauigkeit vorzuziehen und daher auch auf den entsprechenden Walzwerken (z. B. z. Hörde) angewendet worden.

Der Radreifen hat bei dem Auswalzen der Regel nach eine horizontale Lage. Wird er in mehreren Kalibern ausgewalzt, so liegen diese dann versenkt in einer verticalen Walze, welche gehoben wird, so dass dem auf einem Tische ruhenden und gegen die innere (unge-

furchte) Walze gestützten Reifen die Einschnitte der Reihe nach gegenüber geführt werden.

Seltener findet eine verticale Stellung der Radreifen statt. In diesem Falle sind die Walzwerke als Kopfwalzwerke construiert, d. h. die Walzen selbst werden zwar wie gewöhnlich von zwei Ständern getragen, aber der kalibrierte Theil ragt frei über den Aussenständer hinaus. Nachdem die Oberwalze gehoben, wird der Reifen eingelegt und nach der Senkung der ersteren ausgewalzt. Auch hier wendet man zuweilen mehrere Kaliber an, aber bedient sich dann der Regel nach für jedes eines besondern Walzwerks.

Hat der Reifen ungefähr die richtige Grösse erreicht, so wird ein mit einem Röllchen ausgerüsteter Fühlhebel gegen die innere Fläche gelegt, welcher, sobald der gewünschte Radius genau erreicht ist, den Antrieb ausrückt und das Walzwerk zum Stillstand bringt.

Ein solches Walzwerk braucht 120 bis 150 Pferdekräfte.

Der fertig gewalzte Radreifen wird schliesslich auf einer Centrirmaschine, welche aus drei genau stellbaren, den Kreisbogen bestimmenden Rollen, sowie einigen Leitrollenpaaren besteht, in vollkommene Kreisform übergeführt, worauf er abgedreht und auf die inneren Rädertheile aufgezogen und auf diesen befestigt wird.

Es ist schwierig, ohne längere Versuche mit dem bestimmten Material im Voraus genau die Durchmesser zu bestimmen, welche jedem Stadium der Bearbeitung entsprechen, und man findet darüber sehr verschiedene Angaben.

Ein Beispiel für die allmählig erweiterten lichten Durchmesser führt Petzold ¹⁾ folgendermaassen an:

Verlangter innerer Radreifen-Durchmesser = 1400 mm.

Vorgeschmiedete Centrallochung	600 mm im Lichten (Breite 150 mm)
Vorwalzwerk	900 " " (" 150 ")
Vollendwalzwerk	1390 " " (" 140 ")
Centrirapparat	1415 " " (" 140 ")
Erkaltung 10 mm pro Meter. .	1401 " " (" 140 ")
Toleranz ²⁾	1 "

7. Blechfabrikation unter Walzen.

Als Material zu gewalztem Bleche dient stets ein in den möglichst schlackenfreien Zustand gebrachtes Eisen. Es wird daher der Regel nach ein bereits durch Schweissarbeit in diesen Zustand übergeführtes Eisenpaket von Rohschienen oder eine aus Luppen gehämmerte

¹⁾ Eisenbahnmaterial S. 203.

²⁾ Die von den Bahnverwaltungen gestattete Differenz.

Bramme verwendet, Herdfrischeisen indessen auch direkt vom Deul benutzt. Flusseisen bedarf nur der Dichtungsarbeit, um für die Blechfabrikation geeignet zu sein, und nachdem die Vorurtheile gegen die sogenannten Stahlbleche überwunden, findet dasselbe immer allgemeinere Verwendung.

Vom Blech verlangt man sehr häufig eine ganz oder doch annähernd gleiche Festigkeit nach zwei Dimensionen. Dies ist nicht zu erreichen, wenn die Streckung der Krystalle nur nach einer Seite erfolgt. Aus diesem Grunde wird es nach zwei Richtungen ausgereckt.

Diese Arbeit nennt man das Kreuzwalzen. Weniger vollkommen kann das Gleiche durch kreuzweise Packetirung ausgewalzter Stäbe erreicht werden.

Ein fertiges Blech behält indessen seine grösste Festigkeit stets in der Richtung der letzten Streckung, weshalb z. B. ein Kesselblech mit der Längsrichtung rechtwinklig zur Axe des Kessels gelegt werden muss, ein Umstand, welcher auch ganz besonders bei Flickarbeiten zu beachten ist.

Die Bleche werden in Rothglühhitze ausgewalzt; nur bei sehr starken Blechen findet eine Aufeinanderschweissung mehrerer Bleche zu einer dicken Tafel statt und also eine Walzarbeit in Schweisstemperatur; Bleche, welche eine glänzende Oberfläche erhalten sollen, werden schliesslich in dunkeltem Zustande (kalt) gewalzt.

Die Bleche kühlen in Folge ihrer geringen Stärkedimensionen schnell ab und können daher selten ihre Vollendung in einer Hitze erhalten, müssen vielmehr wiederholtem Erwärmen ausgesetzt (geglüht) werden. Dies geschieht unter möglichstem Abschluss der Luft um der bei den grossen Oberflächen stark wirkenden Oxydation, also der Bildung von Hammerschlag vorzubeugen.

Das Blechwalzwerk.

Die Blechwalzen bedürfen keiner Kalibrirung. Der unganze Rand, welcher in Folge der unbegrenzten Breitung und der ungleichförmigen Streckung entsteht, wird durch Beschneiden des fertigen Blechs beseitigt und nimmt bei sonst guter Arbeit nur einen procentual geringen Betrag in Anspruch. Aus diesem Grunde kann auch dasselbe Walzenpaar durch allmälige Näherung der Walzenmäntel zu den aufeinanderfolgenden Durchgängen des Eisens benutzt werden.

Die meisten Blechwalzwerke besitzen zwei übereinander liegende Walzen, von denen die obere stellbar ist.

Mehrfache Anordnungen kommen hierbei vor: Die Oberwalze ist der Regel nach durch Gegengewichte abgeglichen und wird nur durch Oberlager in ihrer höchsten Stellung gehalten. Hat dann die Walze das Uebergewicht, so liegt sie beständig gegen die Unterwalze an; ist das Gegengewicht schwerer, so liegt sie beständig gegen die Oberlager an. Fehlt

eine Bewegungsübertragung durch Getriebe, so nennt man diese Anordnung Schleppwalzwerk. Hierbei wird die Oberwalze während des Leeranges im ersten Falle durch die Reibung an der Unterwalze mitgenommen (geschleppt), während sie im zweiten Falle ruht. Beim Vollgange wird sie in beiden Fällen durch Reibung am Eisenstück bewegt.

Häufig ist die Benutzung von Getrieben, wie beim Stabeisenwalzwerke. Getriebe sind stets vorhanden, d. h. es findet keine Schleppung statt, wenn die Oberwalze Unter- und Oberlager besitzt, also ihre Stellung genau begrenzt ist.

Die Benutzung der Schleppwalzen findet sich nur für schwächere Blechsorten. Das einzuführende Eisen wird hier nur mit der Hälfte der Kraft zwischen die Walzen gezogen, welche wirkt, wenn beide Walzen durch den Motor umgedreht werden. Es muss mithin das Abnahmeverhältniss zwischen zwei Durchgängen ein geringeres sein. Dieser Nachtheil tritt bei schwachen Blechen nicht so sehr hervor, um nicht von dem Vortheil ausgeglichen zu werden, welcher durch die gleiche Peripheriegeschwindigkeit der Walzen hervorgerufen wird, da bei verschiedenem Umfange der durch Getriebe bewegten Walzen in Folge verschiedener Peripheriegeschwindigkeiten eine ungleichförmige Streckung des Blechs entsteht. Bei starken Blechen ist das Verhältniss umgekehrt und man zieht daher hier die Bewegungsübertragung durch Getriebe vor.

Die Verbindung der Walzen durch Zahnräder (Krauseln) erfolgt der Regel nach nur an einer Seite und zwar meist an der der Transmission vom Motor entgegengesetzt liegenden. Die Zahnräder müssen sogenannte langzählige sein, damit sie bei den verschiedenen Stellungen nicht ausser Eingriff kommen. Das ungünstige mechanische Verhältniss, welches damit für weite Stellungen herbeigeführt und nur durch die höhere Temperatur, also die leichtere Streckbarkeit des Eisens bei diesen Stellungen ausgeglichen wird, sollte wohl Veranlassung geben, zu einem Zwischengetriebe zu greifen und damit einen beständig gleichmässigen Eingriff zu erhalten, aber die grössere Complication dahin zielender Constructionen hat bisher, wie es scheint, die Walzwerksconstructeure vor dieser Verbesserung zurückgeschreckt.

Die Stellung der Oberwalzen wird wie beim Stabeisenwalzwerk durch Stell- oder Druckschrauben, welche durch den Kopf der Walzenständer gehen und auf Brechböcken ruhen, begrenzt. Mit den Druckschrauben stehen bei Getriebewalzwerken die Unterlager der Oberwalze in fester Verbindung, wie die Figuren 330 und 331 (a. folg. S.) zeigen.

Der gusseiserne Ständer ist durch die schmiedeisernen Bolzen *ee* verstärkt. Die Stangen *gg* verbinden das Querhaupt *mm* an der Druckschraube *f* mit dem Unterlager *b* der Oberwalze.

Die Parallelität der Walzenmäntel ist wegen der grösseren Breite des Eisens beim Blechwalzen viel wichtiger als beim Stabeisenwalzen, wo der Regel nach unbedeutende Abweichungen kaum zur Geltung kommen. Es müssen daher die Stellschrauben auch auf beiden Seiten gleichmässig

niedergeführt werden. Dies darf indessen nicht hindern, dass die Möglichkeit einer ungleichen Stellung für Ausnahmefälle gewahrt werde, in

Fig. 330.

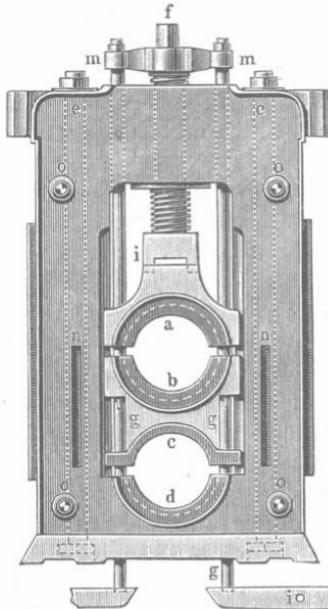
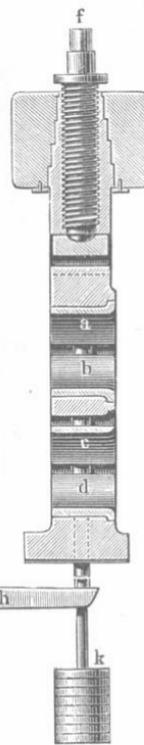


Fig. 331.



Ständer eines Blechwalzwerks.

denen Ungleichheit in der Temperatur an den beiden Längsrändern des Blechs oder Ungleichheit in der Beschaffenheit des Eisens dazu zwingt.

Die Ganghöhe der Stellschrauben muss um so geringer sein, je genauer es auf die Blechstärke ankommt, daher am geringsten bei ganz feinen Blechsorten. Zur Vermeidung der Stauchung, welche bei scharfkantigen Gewinden zu befürchten ist, giebt man den Stellschrauben bei Blechwalzwerken flache Gewindegänge ¹⁾.

Die einfachste Art der Stellung geschieht durch zwei Schraubenschlüssel, welche auf die beiden Köpfe der Druckschrauben aufgesetzt sind und einen hinreichend langen Hebelarm besitzen müssen, um an einem feststehenden Theilkreise die gleiche Stellung genau ablesen zu lassen. Es gehört dann an jeden Schraubenschlüssel ein Arbeiter. Statt der einfachen Hebel benutzt man auch zwei Speichenräder, welche nach

¹⁾ Hauer, Hüttenwesensmaschinen S. 510.

Art der Steuerräder mit Handgriffen versehen sind. Hier ist dann das Rad getheilt und ein am Walzenständer befestigter stillstehender Zeiger gibt die Grösse der Drehung an.

Um eine gleichzeitige Stellung beider Stellschrauben herbeizuführen, verkuppelt man die beiden Hebelenden oder zwei entsprechende Punkte der Handräder durch eine Stange und braucht dann nur eine der beiden Vorrichtungen in Bewegung zu setzen.

Statt dessen wird häufiger die Stellung durch gleichzeitige Uebertragung der Drehung vermittelt conischer Räder oder vermittelt Wurmräder, welche auf einer horizontalen Welle sitzen, die ihrerseits mit einem Handrade versehen ist, bewirkt, oder es werden die Köpfe der Druckschrauben mit gezahnten Stirnrädern versehen, in welche ein mittleres cylinderförmiges Stirnrad eingreift. Die Bewegung wird entweder an dem einen Kopfrade oder aber am Mittelrade ausgeführt.

Sodann kommt bei älteren Walzwerken noch die Uebertragung durch zwei direct in einander greifende Kopfräder vor, wobei dann eine der Druckschrauben rechts, die andere links geschnitten sein muss.

Bei grossen Walzwerken findet neuerdings eine maschinelle Umdrehung der Druckschrauben durch Gesperre statt, die mittelst Dampfkraft, auch wohl hydraulischer Kraft bewegt werden und die Bewegung auf irgend eine der vorher angegebenen Vorrichtungen übertragen.

Eine Stellung der Oberwalzen durch Keile an Stelle der Schrauben findet sich zuweilen bei älteren Walzwerken. Die starke Abnutzung und die schwierige Instandhaltung sprechen gegen diese sonst sehr genau wirkende Vorrichtung.

Gegengewicht.

Die Walzen der Blechwalzwerke sind der Regel nach sehr schwere Körper. Man gleicht daher, auch wenn eine Getriebeübertragung stattfindet, zur Erleichterung der Beweglichkeit das Gewicht der Oberwalze durch Gegengewichte aus. Bei Schleppwalzwerken ist dies durchaus erforderlich, um den nach dem Durchgang des Eisens sonst erfolgenden harten Schlag auf die Unterwalze zu vermeiden.

Diese Gegengewichte bestehen der Regel nach, wie Fig. 330 zeigt, aus gusseisernen Scheiben, welche zu einem Cylinder (k) zusammengelegt werden, um das Gewicht leicht ändern zu können. Sie hängen an doppelarmigen Hebeln h , die sich um eine in den Fundamenten des Walzwerks gelagerte Axe i drehen.

Obwohl an sich die Verbindung je zweier Hebel oder auch aller vier zu einem Rahmen, welcher ein gemeinschaftliches Gewicht trägt, sehr einfach wäre, vermeidet man diese Anordnung doch meist, da die Construction des Fundaments dadurch erschwert wird. Nur wo unter den Sohlplatten des Walzwerks ein durchgehender Kanal angelegt ist, lässt sich die Anordnung ohne Schwierigkeit ausführen.

Ueberhebevorrichtungen.

Früher als beim Stabeisen ist man in der Blechfabrikation zu so schweren Stücken gelangt, dass das Ueberheben behufs wiederholten Durchlassens des Eisens durch einfache Handarbeit zur Unmöglichkeit wurde, und zwar um so mehr, als alle alten Blechwalzwerke in Form von getriebelosen Schleppwalzen construiert wurden, also beim Rückgange die Oberwalze ruhte und nicht wie beim Stabeisenwalzwerk das auf sie gelegte Eisenstück zurückbefördern half.

Zuvörderst versuchte man die Beweglichkeit des schweren Eisenstücks vor und nach dem Durchgange durch die Walzen zu erleichtern und erreichte dies durch Zusammensetzung des Walzentisches aus leicht gehenden Rollen, die durch einen Rahmen getragen werden und den Axen der Walzen parallel laufen, mit anderen Worten durch Verminderung der Reibung beim Vorschieben des Eisens.

Selbstthätig umlaufende Rollen, wie bei dem Blockwalzwerk, welches S. 789 u. f. beschrieben und abgebildet ist, könnten erfolgreich auch hier angewendet werden.

Die beiden sich beim Durchgange des Blechs in der Höhe des Zwischenraumes der Walzenmäntel gegenüberliegenden Tische werden nach dem Durchgange auf das Niveau der Oberkante der Oberwalze gehoben und dienen nun als Unterlage für das rückwärtsggehende Blech. Die Tische nähern sich beim Heben mit ihren Vorderkanten, so dass der Zwischenraum möglichst gering wird.

Sind die Walzentische sehr lang und die Bleche nicht allzuschwer, so ist es nicht erforderlich, die Hebung parallel zur ursprünglichen Stellung, d. h. mit Beibehaltung der Horizontalität oder einer geringen Neigung zum Walzwerke, auszuführen. Man lässt vielmehr eine Drehung um eine möglichst fern von den Walzen liegende Axe zu. Dies hat sogar für den Vordertisch die Annehmlichkeit, dass das zurückgegebene Blech auf der geneigten Ebene hinabgleitet.

Bei einer solchen Anordnung ist der Tisch mit seiner Drehaxe durch ein verticales Glied verbunden und an seinem vorderen Ende nahe der Walze durch zwei den Mänteln concentrisch liegende kreisbogenförmige Gleitstücke geführt, so dass er beim Heben sich zuerst von der ursprünglichen Lage, nahe der durch die Walzenaxe gelegten Verticalebene, um den Radius der Walze entfernt, und dann wieder um ebensoviel an dieselbe herantritt.

Das Heben der Walztische erfolgt der Regel nach durch Dampf. Die Tische sind mittelst Leitstangen mit dem Dampfkolben verbunden, dessen Cylinder bald unter, bald über dem Walzwerk angeordnet ist, selten dagegen seitlich steht, weil dann noch eine Bewegungsübertragung durch Kettenscheiben u. s. w. erforderlich wird.

Bei älteren und selbst kleineren neueren Blechwalzwerken pflegt man zuweilen die Umdrehung der Walzen zum Heben der Tische zu benutzen. Der Tisch steht dann durch Ketten mit einer horizontalen Welle oberhalb des Walzwerks in Verbindung. An dieser befindet sich seitwärts vom Walzwerk eine Scheibe, vor deren Peripherie eine Kette oder ein Seil herabhängt und lose um die Walzenkuppelung oder auch wohl um eine zweite an der Walzenaxe befestigte Scheibe geschlungen ist. Soll die Hebung erfolgen, so wird das freie Ende der Kette oder des Seils angezogen und dadurch an der Scheibe die nöthige Reibung hervorgeufen, welche die horizontale Welle umdreht, die mit dem Tisch verbundene Kette aufwickelt und den Tisch anhebt. Hat das Blech den Tisch verlassen, so wird das Seil- oder Kettenende freigegeben, die Reibung lässt nach und der Tisch sinkt durch eigene Schwere, zuweilen durch einen Katarakt oder durch Gegengewicht gemässigt, nieder.

Vor- und Rückwärtswalzung.

Die Schwierigkeit des Ueberhebens hat ebenfalls bei dem Blechwalzwerk schneller als beim Stabeisenwalzwerk zur Benutzung dreier Walzen oder zur Umkehrung der Bewegung der Walzen geführt. Im letzten Falle wird die Nothwendigkeit des Hebens ganz beseitigt, im ersten die Hubhöhe zwar nicht verändert, wenn die Mittelwalze eine gleiche Dimension wie früher die Oberwalze erhält, aber die Oberwalze übernimmt nun mit der Arbeit des Walzens gleichzeitig die Rückführung des Blechs.

Die Anordnung eines Drillings für Blechfabrikation ist nicht ohne Schwierigkeit und mannigfache Combinationen sind versucht worden. Man hat zuvörderst die Ober- und Unterwalze festgelegt und den Abstand der beiden Walzenmäntel gleich der Summe aus Maximaleisenstärke und Mittelwalzendurchmesser gemacht. Nun kann die Mittelwalze, deren Gewicht durch Gegengewicht abgeglichen sein muss ¹⁾, abwechselnd nach oben oder nach unten angestellt werden, indem man den Zwischenraum zwischen ihr und der Walze, welche arbeiten soll, jedesmal verringert. In diesem Falle wird die Mittelwalze der Regel nach Schlepplwalze sein. Diese abwechselnde Stellung, welche nur durch zweifache Druckschrauben mit hinreichender Genauigkeit geschehen kann, erfordert viel Zeit und macht einen grossen Aufenthalt beim Walzen.

Man hat es daher der Regel nach vorgezogen, die Mittelwalze ganz frei auf- und ab verschiebbar zu legen, die Oberwalze dagegen in gewöhnlicher Art und Weise zu verstellen.

Jenachdem nun das Blech durch den unteren oder den oberen Zwischenraum gelassen wird, presst sich die Mittelwalze gegen die ihr

¹⁾ Statt der Gegengewichte hat man bei kleinen Walzwerken auch Federn aus Stahl oder Gummi angewandt.

dann als Stütze dienende Ober- oder Unterwalze. Die Benutzung einer ganz schwachen Mittelwalze (Lauth'sches System) empfiehlt sich hier wegen der Biegung der Bleche noch weniger als beim Stabeisenwalzwerke.

Am sichersten bleibt es, bei Anwendung von Drillingswalzen, Ober- und Unterwalze gegen die festliegende Mittelwalze anzustellen (Fritz'sches System). Es bedarf dann freilich vierer Stellschrauben, von denen je zwei durch eine der oben angegebenen Vorrichtungen zu gleicher Umdrehung verbunden sind.

Wendet man ein Walzenpaar mit Wechseldrehung an, so können alle jene Vorrichtungen zur Anwendung kommen, welche S. 812 für Stabeisenwalzwerke besprochen wurden. Ausserdem hat man noch für verhältnissmässig kurze Bleche regelmässig wechselnde Walzwerke benutzt. Die Maschine geht hierbei stets in gleicher Richtung, überträgt aber die Bewegung ihres Kolbens auf ein Rad von grösserem Durchmesser als der Hub ist. Dies schwingt daher hin und her und setzt nun das Walzwerk durch Uebertragung ins Geschwinde vermittelt Zahnräder in abwechselnde Umdrehung von bestimmter Umlaufzahl. Diese Einrichtung hat sich ebensowenig wie die nur oscillirenden Walzwerke von Ellis und Ramsbottom¹⁾ Eingang verschaffen können, da die Durchgangszeit auf die grössten Längen des Blechs berechnet sein muss, also bei kurzen Blechen zwischen zwei Durchgängen stets an Zeit verloren wird.

Blecharten.

Man unterscheidet in der Praxis, ohne Festhaltung scharfer Grenzen, schwache Bleche als Schwarzblech oder Sturzblech von den mittelstarken, welche Kesselblech genannt werden, auch wenn sie nicht zur Dampfkesselfabrikation gebraucht werden sollen, und den ganz starken, die Panzerplatten heissen. Die Grenzen des Kesselbleches liegen etwa bei 5 bis 18 mm Stärke, die Panzerplatten gehen bis zu mehr als 200 mm Stärke hinauf, die feinsten Schwarzbleche bis zu weniger als 0.01 mm hinab.

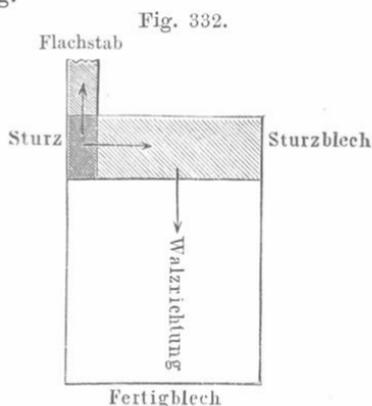
a. Schwarzblech.

Als Material zur Fabrikation von gewalztem Schwarzblech dienen stets von Schlacken ganz befreite, daher mindestens doppelt geschweisste Eisenstäbe. Der Regel nach wird ein Flachstab benutzt, welcher zuvörderst in Stücke geschnitten wird, deren jedes eine Blechtafel giebt. Diese Stücke (Stürze) werden nun der Quere nach ausgewalzt und zwar in

¹⁾ Hauer, Hüttenwesensmaschinen S. 542.

einem besonderen Vorwalzwerk, welches man Sturzwalzwerk nennt, bis ihre Länge der Breite des zu erzeugenden Blechs entspricht; dann kommen sie auf das Fertig- oder Schlichtwalzwerk, auf welchem sie abermals nach um 90° entgegengesetzter Richtung zur verlangten Stärke oder Länge gestreckt werden.

Die Entstehung der Blechtafel aus dem Flachstab veranschaulicht die nebenstehende Skizze (Fig. 332). Die Pfeile bedeuten die Walzrichtung.



Sehr dünne Bleche würden eine zu grosse Länge erhalten oder sehr häufig wieder zerschnitten werden müssen. Sie werden deshalb der Länge nach umgelegt (verdoppelt oder gedoppelt). Dies wiederholt sich zuweilen bis zu 16- und 32fachen, ja 64fachen Lagen.

Das Blech muss mehrfach gegläht werden, bis es vollendet ist, jedenfalls einmal vor dem Stürzen und einmal vor dem Schlichten. Das Stürzen wird nun zwar der Regel nach in einer Hitze durchgeführt, das Schlichten dagegen meist in zwei bis drei Hitzen.

Das Glühen.

Das Glühen der stärkeren Schwarzbleche (Schloss- und Dachbleche) erfolgt in Oefen, das der feineren (Rohr- und Fassbleche) in geschlossenen Gefässen.

Früher benutzte man als Glühöfen Apparate, bei welchen das Blech direct mit dem Brennmaterial in Berührung kam. Dieselben bestanden in Holzkohlenherden oder in Koksfeuern.

In den Holzkohlenherden werden die Stürze oder Bleche auf eiserne Stangen gelegt, mit Holzkohlen ganz umgeben und bei sehr mässigem Windstrom erhitzt. Zwischenstreuen von Holzkohlenklein ist empfehlenswerth (vergl. S. 855). Die Koksfeuer bestehen aus grossen Herden mit einer theils rostartig durchbrochenen, theils undurchbrochenen Sohle aus Schamotte, auf welcher eiserne Schienen in der Blechbreite entsprechenden Abständen hochkantig festliegen.

Der Herd wird zuvörderst mit rohen Steinkohlen bedeckt, welche abgeflammt werden, sodann kommt auf die gebildeten, die Zwischenräume zwischen den Schienen ausfüllenden glühenden Koks das Blech. Die

ganz verloren gehenden Flammgase der Steinkohlen werden durch eine direct über dem Herde befindliche Esse abgeleitet. Eine Thür verschliesst den Ofenraum während des Glühens.

Die Holzkohle ist als zu theures Brennmaterial längst verschwunden, die directe Berührung der Koks mit dem Bleche hat sich, obwohl die Wärme gut ausgenutzt wird, doch als im Allgemeinen verschwenderisch und wegen des Schwefelgehalts der Koks auch wohl nachtheilig auf die Beschaffenheit des Blechs wirkend, daher ebenfalls als unvortheilhaft herausgestellt, und man ist an Stelle dieser Apparate überall zu Flammöfen übergegangen. Diese Flammöfen haben einen von den Dimensionen des Blechs abhängigen, im Uebrigen möglichst kleinen Herd. Derselbe ist mit Leisten von Eisen oder besser von Schamotte versehen, auf welchen die Blechtafeln hohl aufliegen, um auch auf der Unterseite gleichmässig erhitzt zu werden. Der Herd selbst besteht aus Mauerwerk oder besser aus Sand, welcher die abfallenden Oxydoxydulschuppen aufnimmt. Zuweilen legt man zwei oder mehrere Herde über einander an. Wichtig ist die Flammenführung. Die Ausziehhöfning muss die Breite der Blechtafeln, daher ungefähr die des ganzen Ofens haben. Durch die Thür gelangt also stets Luft, welche eine starke Oxydation des glühenden Bleches unvermeidlich machen würde, wenn sie direct mit dessen Oberfläche in Berührung käme. Man hat daher zuvörderst auf einen reducirenden Gasstrom, also eher auf eine rauchende Flamme, als auf eine vollständige Verbrennung zu sehen. Am besten ist es, unter diesen Umständen Generatorgasfeuerung anzuwenden, bei welcher eine kohlenoxydgasreiche Atmosphäre am leichtesten zu erreichen ist.

Ferner muss das Gewölbe niedrig gehalten werden, damit die Flamme den ganzen Raum erfüllt; endlich muss sie in der Nähe der Ausziehtür ausströmen, und zwar am besten durch Oeffnungen in der Sohle, um keinen Raum für einströmende Luft zu geben. Bei directer Feuerung ist es stets vortheilhaft, mit Unterwind zu arbeiten, um den Feuergasen eine höhere Pressung im Ofen zu geben, als die der Atmosphäre ist. Wird dann die Einsatzthür geöffnet, so treten die Gase zwar theilweise aus und geben zu Verlusten Anlass, aber es wird doch die Oxydation verringert. Um die Arbeiter vor der Belästigung durch diese Gase und den Rauch zu schützen, bringt man einen Rauchmantel vor der Stirnseite des Ofens an, welcher aus dem Hüttenraum in die freie Luft mündet.

Die Benutzung von Regeneratorfeuerung empfiehlt sich ganz besonders für Blechglühöfen, nicht etwa behufs Erzielung hoher Temperatur, wie bei den Schweissöfen, sondern wegen der durch sie am leichtesten zu erlangenden Gleichmässigkeit der Hitze.

Die feinsten Bleche glüht man in geschlossenen Gefässen. Der Regel nach dienen hierzu gusseiserne Kästen (Töpfe) von dem horizontalen Querschnitt der Blechtafelgrössen. Ein wohl verschmierter Deckel schliesst den Raum luftdicht ab. Mehrere solcher Kästen kommen in einen durch gewöhnliche Steinkohlenfeuerung geheizten backofenförmigen Raum.

Nach dem Ausglühen erfolgt ausserhalb des Ofens eine vollständige Abkühlung der Gefässe, ehe dieselben geöffnet werden.

Im Folgenden soll die Herstellung zweier besonderen Arten von feinen Blechen, der Glanzbleche und der Fassbleche, beschrieben werden.

Glanzbleche.

Die Glanzbleche ¹⁾, welche lange Zeit nur in Russland fabricirt wurden und auch noch heutigen Tages einen wichtigen Exportartikel dieses Landes bilden, zeichnen sich durch einen glänzenden, ganz schwachen Ueberzug von Oxydoxydul aus, welcher sie vor Oxydation, selbst bei hoher Temperatur und in feuchter Atmosphäre, sehr energisch schützt. Sie werden zu einem Theile in Russland noch jetzt durch Schmieden unter dem Hammer, zum anderen Theil aber dort und überall in anderen Ländern ganz oder wenigstens in den letzten Operationen durch Walzarbeit hergestellt, weshalb ihre Fabrikation auch hier beschrieben werden mag. Als Material muss ein vollkommen schlackenfreies Eisen gewählt werden, und bisher hat sich nur ein aus Herdfrischdeulen oder aus Fluss-eisen erzeugtes Material bewährt.

Die russische Fabrikation ist folgende: Aus Schirbeln ausgeschmiedete Flachstäbe von 6 mm Stärke und 125 mm Breite werden in Stücke von 730 mm Länge geschnitten. Diese Stücke werden im Hohzkohlenfeuer oder in flachen Glühöfen, welche mit gleichem Brennstoff geheizt werden, zuvörderst der Quere nach in quadratische Bleche von 730 mm Seite ausgewalzt. Dann werden drei dieser Bleche zusammen erhitzt, nachdem ihre Oberflächen sorgfältig mit Wasser abgebürstet und mit Holzkohlenpulver bestreut worden sind, und gemeinschaftlich auf doppelte Länge ausgewalzt. Die Operation des Abbürstens wird nun wiederholt, ebenso das Bestreuen mit Kohle. 70 bis 100 dergleichen Bleche werden nun auf einander gelegt, mit Blechtafeln (meist Ausschussblechen) umwickelt und langsam in 5 bis 6 Stunden erhitzt. Der Glühofen ist den Cementstahlöfen ²⁾ ganz ähnlich gebaut. Er besitzt einen über 2·2 m langen und 63 cm breiten Feuerrost, aus welchem 10 Flammencanäle von circa 13 mm Quadrat die stark rauchend gehaltene Flamme um und über einen darüber liegenden Herd führen, welcher 2·2 m breit und 2·8 m lang, flach und nur mit eisernen Rippen ausgerüstet ist ³⁾, auf welchen die Pakete liegen. Von dort aus geht die Flamme in Canälen um zwei höher gelegene gleiche Herde, und zwar theils zwischen den-

¹⁾ Percy, Manufacture of Russian sheet iron, London 1871, und Tunner, Russland Montan-Industrie, Leipzig 1871, S. 142.

²⁾ Vergl. S. 578.

³⁾ Der Herd ist also nicht kastenförmig, wie bei den Cementöfen.

selben hindurch, theils an den Seiten hinauf. Jeder der beiden Herde hat bei gleicher Länge wie der untere nur 1·1 m Breite. Jeder Herdraum erhält gleichzeitig nur 1 Packet. Nach dem Glühen werden die Packete zuweilen schnell auseinandergenommen, und jede Tafel unterliegt einem Abkehren mit dem Reisigbesen, jedoch bleiben sie meist zusammen. Nun folgt, beziehungsweise nach dem erneuten Zusammenlegen, die Hämmern unter einem Hammer mit ebener Bahn von 459×215 mm Fläche. Dabei werden je zwei Packete aufeinandergelegt und gleichzeitig bearbeitet, jedoch wird mit der Lage von Zeit zu Zeit abgewechselt, so dass bald das eine, bald das andere oben liegt. Vier- bis fünfmal wechselt nun wiederholtes Glühen und Hämmern ab, wonach das Schlichten unter dem grossen Hammer mit einer 380 mm im Quadrat grossen Bahn erfolgt, welcher ca. 1 Tonne Gewicht hat, während der kleine nur 600 Kg hatte ¹⁾.

Bei dem letzten Abschlichten wird häufig zwischen je zwei neue Tafeln eine früher vollendete, daher ganz glatte Tafel eingeschoben.

Die fertigen Bleche werden nun auseinandergenommen, untersucht und sortirt ²⁾.

Dass das Hämmern kein absolutes Erforderniss für die Erzeugung der Glanzfläche ist, dürfte feststehen. Eine ebensolche Fläche lässt sich auch unter polirten Hart- oder Stahlwalzen herstellen. Bedingung ist nur:

1. ein schlackenfreies Eisen,
2. der Ueberzug jeder Blechoberfläche mit einer Schicht von Oxyduloxydul, welche durch Reduction des durch das Wasser hervorgerufenen Rostes mittelst der Holzkohlen hervorgerufen wird.

Schwarzblech oder Fassblech zur Verzinnung.

Nirgends hat sich, trotz aller Versuche, durch Zölle das Emporblühen künstlich zu befördern, die Darstellung des verzinnten Eisenblechs oder Weissblechs mehr entwickelt, als in England. Man macht dort zwei Arten, welche als Holzkohlen- oder Koksbleche (*charcoal-plates* und *coke-plates*) bezeichnet werden, obwohl der Unterschied in der Erzeugung sich nur auf wenige Manipulationen beschränkt.

Das Material zu den Holzkohlenblechen sind die S. 702 beschriebenen Schirbeln, welche aus Koksroheisen durch Frischung mit Holzkohlen und Schweissung bei Koks gewonnen worden waren. Man wählt etwas rothbrüchiges Eisen, welches sich kalt zäher beweisen soll, als ein ganz schwefelfreies.

Diese Schirbeln werden zu Stäben von ca. 9·4 m Länge, 16 cm Breite und 40 mm Stärke ausgewalzt. Die Stäbe werden auf 30 cm lange Stücke

¹⁾ Es sind Aufwerflämmer mit 1 m Hub und 40 bis 50 Schlägen per Minute.

²⁾ In Isetsy, welches wegen der Qualität seiner Glanzbleche einen ganz besondern Ruf geniesst, werden jährlich ca. 500 bis 600 Tonnen davon erzeugt.

zerschnitten, die packetirt, in Hohlfeuern geschweisst und wieder ausgewalzt werden.

Bei Herstellung der Stäbe findet vom Roheisen an 15·2 Proc. Abgang statt, vom Rohstabe bis zum geschweissten Stabe 20 Proc. Abgang.

Dieser letztere Stab wird nun abermals geschritten und die einzelnen Theile, deren Länge wenig mehr als die Breite des fertigen Blechs beträgt, werden im Flammofen geglüht und ausgewalzt, wobei eine Doppelung bis zur 16-, auch wohl zur 64fachen Lage stattfindet. Es wird besonders darauf geachtet, dass der Glühspan abspringt und nicht anhaften bleibt.

Beim Walzprocess werden anfangs zwei Stabstücke abwechselnd durch die Walze gelassen, sobald aber die Länge des Blechs grösser wird und Doppelung angewendet wird, wird ein Packet um das andere in den Glühofen gebracht.

Es tritt bei dem Walzen sowohl dieser zusammenhängenden Packete, als auch beim Walzen mehrfach übereinandergelegter Blechtafeln (wie bei der Herstellung der gewöhnlichen Schwarzbleche) eine erwähnenswerthe eigenthümliche Erscheinung hervor; es strecken sich nämlich die inneren Bleche stärker als die äusseren, weil sie wärmer bleiben¹⁾. Beim Walzen getrennter Tafeln wechselt man daher die Lage um, so dass die inneren Bleche nach einigen Durchgängen nach aussen kommen. Bei den zusammenhängenden Packeten des ganz dünnen gedoppelten Blechs geht dies natürlich nicht an, und es muss daher grosse Vorsicht angewendet werden, um ein Knittern und Falten zu vermeiden.

Die Blechpakete werden auf Blechgrösse genau beschnitten und dann geöffnet (*opened*), d. h. von einander getrennt, was oft nicht leicht ist, da sie durch Adhäsion sehr kräftig aneinanderhängen²⁾. Man gewinnt 80 bis 90 Proc. Bleche aus dem angewendeten Schweisseisen.

Die englischen Maasse sind bei dreifacher Doppelung (8 Bleche) $14 \times 10''$, d. h. $35\cdot56 \times 25\cdot40$ cm, oder bei doppelter Streckung (2 Längen oder 16 Bleche) dieselbe Grösse oder $14 \times 20''$, d. h. $35\cdot56 \times 50\cdot80$ cm.

Die so getrennten und hierbei gleichzeitig sortirten Bleche unterliegen nun dem Beizprocesse (*pickling*). Sie werden in erhitzte verdünnte Chlorwasserstoff- oder Schwefelsäure eingetaucht (gewöhnlich 16 Volumen Wasser auf 1 Volumen käuflicher Säure. Arsenikhaltige Schwefelsäure ist sorgfältig zu vermeiden).

Die Säure befindet sich in bleiernen Trögen, welche behufs Erwärmung über einem kleinen Roste stehen. Besser sind solche Tröge, welche mit Bleiblech gefüttert sind und durch Dampfschlangen geheizt werden. Die Bleche werden hochkantig eingetaucht und langsam hin und her bewegt, bis aller Glühspan abgelöst ist. Die beiden Aussenplatten eines

¹⁾ Hierbei findet gleichzeitig eine stärkere Breitung der äusseren Bleche statt.

²⁾ Zuweilen findet bei zu starker Erhitzung auch ein Aneinanderschweissen der inneren Blechlagen statt, was beim Versuche des Oeffnens ein Zerreißen der betroffenen Tafeln unvermeidlich zur Folge hat.

Packets sind stets stärker oxydirt als die übrigen, und werden daher für sich längere Zeit gebeizt.

Die Bleche werden nach dem Beizen in zwei bis drei Spülwasserbädern gewaschen, was wegen der Nutzbarmachung der anhaftenden Säure in Form von Eisenvitriol sparsamer ist, als das Abspülen unter fließendem Wasserströme. Dann lässt man die Bleche auf Ständern aus zwei Reihen verticaler Drahtstäbe abtropfen. Hierauf kommen sie in geschlossene gusseiserne Töpfe (*annealing boxes* oder *pots*), worin sie in einem Flammofen während 12 bis 24 Stunden heller Rothgluth ausgesetzt werden. Die Deckel der Töpfe, deren Querschnitt dem der Bleche entspricht, sind mit einer Feder versehen, welche in eine entsprechende Nut des Topfrandes passt, und werden mit Sand oder Hammerschlag luftdicht abgeschlossen, seltener werden die Fugen mit Lehm verschmiert. Die Hitze wird möglichst hoch gewählt, ohne dass doch Schweisstemperatur erreicht werden dürfte. Die Bleche dürfen nachher nicht zusammenhaften. Die Thüren des Glühofens befinden sich zur ebenen Erde und die Töpfe werden auf kleinen Wagen, die auf Schienen laufen, ein- und ausgebracht. Nach der Glühung werden die Töpfe inner- oder ausserhalb des Ofens erkalten gelassen. Die Bleche werden bei der Herausnahme auf Freiheit der Oberfläche von Glühspan untersucht; wenn sie nicht rein sind abermals gebeizt, sonst aber zum Kaltwalzwerk gebracht, welches aus zwei sehr harten und gut polirten Walzen¹⁾ besteht, die genau horizontal eingestellt sind. Jedes Blech geht einzeln im kalten Zustande bei hoher Pressung hindurch und erlangt dadurch eine sehr glatte glänzende Oberfläche, auf welcher sich jede etwa zwischen das Blech und die Walzen gelangende Unreinigkeit²⁾ genau abdrückt.

Die kalt gewalzten Bleche werden nun von Neuem in gusseisernen Töpfen geglüht, aber mit niedrigerer Temperatur als beim ersten Male, in stark verdünnter Schwefelsäure gebeizt und in einem mit fließendem Wasser gespeisten eisernen Gefässe gewaschen. Sie werden darauf in einen zweiten Behälter mit Wasser geworfen, dort unter Wasser einzeln genau untersucht, und wenn nöthig mit Sand und Hanfbürsten gescheuert. Darauf gehen sie in die Hand eines zweiten Arbeiters, der sie einzeln sorgfältig untersucht und von jedem etwa zurückgebliebenen Fleckchen durch Scheuern und Reiben befreit. So sind sie fertig für die Verzinnung, welche später beschrieben werden wird.

b. Kesselblech.

Kesselbleche aus Schweisseisen werden der Regel nach aus kreuzweis gelegten Packeten von Rohschienen gewalzt, welche indessen oft eine

¹⁾ Zuweilen finden sich zwei oder drei Paare.

²⁾ Z. B. selbst ein Haar.

Deckplatte und eine Fussplatte von bereits geschweisstem Eisen erhalten. Sollen höhere Anforderungen an die Festigkeit des Blechs gestellt werden, so hämmert man das Packet, ehe es gewalzt wird.

Bleche von mehr als 500 Kg lassen sich nicht mehr in einer Hitze auswalzen und müssen zwei- oder mehrmals in den Schweissofen zurückgebracht werden.

Trotz aller Vorsicht beim Schweißen sind geringe Einschlüsse von Schlacke nur schwer vermeidlich. Diese haben grosse Nachtheile, wenn das Blech zu Apparaten, welche erhitzt werden sollen, z. B. zu Dampfkesseln, verwendet werden soll. Bei der Erhitzung von aussen wirkt der Sauerstoffgehalt der Schlacke allmähig auf den Kohlenstoff des Eisens und bildet Kohlenoxyd. Dies bläht die Stelle auf, trennt die Lamellen und bildet eine Blase, welche von aussen leicht durchbrennt. Je kohlenstoffreicher das Eisen ist, um so stärker tritt diese Einwirkung hervor.

Es ist daher zuvörderst mehrfach versucht worden, die Kesselbleche aus Brammen herzustellen, welche aus je einer Luppe gewonnen sind, also Schweissnähte nicht enthalten ¹⁾, jedoch ist auch hier der Einschluss von Schlackentheilchen vom Puddelprocesse her noch schwer zu vermeiden.

Auch für Kesselblech darf daher die zunehmende Verwendung des an sich schlackenfreien Flusseisens vorausgesetzt werden, um so mehr, als es mit der Vervollkommnung des Gusses der Blöcke immer mehr gelingt, blasenfreie Producte zu erzielen. Flusseisen-Blöcke, welche zur Blechfabrikation verwendet werden sollen, werden zuvörderst geschmiedet, abermals erhitzt und können dann in einer Hitze ausgewalzt werden.

Die unter dem gemeinschaftlichen Namen Kesselblech erzeugten Bleche werden nicht allein zur Herstellung von Dampfkesseln, Reservoiren und anderen Gefässen gebraucht, sondern auch zur Construction von Brücken (Brückenbleche), als Träger für Locomotiven und Kohlenwagen und dergleichen mehr. Für letztere Zwecke haben sie oft eine beschränkte 0·6 m nicht überschreitende Breite. In diesem Falle schliessen sie sich unmittelbar an das Flacheisen an, und können, wie dieses, unter Universalwalzen hergestellt werden, bei welchen dann übrigens stets die Verticalwalzen vorn stehen. Die Verticalwalzen werden gleich in einer solchen Entfernung festgestellt, dass deren Berührung durch das Eisen erst nach mehrmaligem Durchgange, wenn die erforderliche Breite beinahe erreicht ist, stattfindet.

Obwohl in den meisten Gegenden und Ländern gewisse übliche Dimensionen für Kesselbleche bestehen, z. B. 1100 mm Länge, 590 mm Breite, 10 mm Stärke, so dass die Bleche auf Lager gearbeitet werden, so kommen doch je nach dem Drucke, dem ein Kessel ausgesetzt ist, oder der Last, welche ein Brückenblech zu tragen hat, vielfache Abweichungen

¹⁾ Vergl. S. 597.

in der Stärke vor; aber auch die übrigen Dimensionen weichen mannigfaltig ab. So wählt man für Feuerrohrbleche gern 1 m Breite, um die Verstärkungsringe in dieser Entfernung anbringen zu können, und nimmt die Länge gleich dem Umfange des Feuerrohrs, um nur eine Nietreihe nöthig zu haben.

Die Walzen müssen eine der Breite des Blechs entsprechende Länge haben, welche sich zu jener verhält = 1 : 1.1 bei grossen und = 1 : 1.3 bei geringen Dimensionen. Die gewöhnlichen Blechwalzen haben 1.5 m Länge, 0.34 bis 0.60 m Durchmesser und machen 25 bis 35 Umdrehungen, bei Benutzung eines Motors von 60 bis 80 Pferdestärken.

Neuerdings walzt man aber auch bis zu 2 m breite Bleche. Die Walzen müssen bei der hierfür erforderlichen grossen Länge sehr stark gemacht werden, um nicht eine Durchbiegung beim Walzen zu erleiden und ein in der Mitte stärkeres Blech zu liefern. Diese grossen Blechwalzen haben 2.44 m Länge und 0.66 m Durchmesser, machen 30 Umgänge in der Minute und erfordern einen Motor von 120 Pferdestärken.

Bei der Berechnung des für ein Blech erforderlichen Packetes muss man Abbrand und Gewicht der Abschnitte zu dem Gewichte des fertigen Products zulegen.

Zwei Beispiele ¹⁾ werden dies erläutern:

1. Brückenbleche von 4.3 m Länge, 1 m Breite, 10 mm Dicke aus packetirtem Eisen:

43×7.78 ²⁾	= 334.54 Kg ist das Gewicht des fertigen Bleches,
	33.45 " = 10 Proc. Abschnitte von vier Seiten,
	367.99 Kg Gewicht des Rohbleches
	18.39 " = 5 Proc. Verlust in der zweiten Hitze,
	386.38 Kg Gewicht vor dem Fertigwalzen,
	38.63 " = 10 Proc. Verlust in der ersten Hitze,
	425.01 Kg Gewicht der Bramme,
	63.75 " = 15 Proc. Schweissverlust,
	488.76 Kg Packetgewicht.

¹⁾ Aus Alphons Petzhold, Fabrikation, Prüfung und Uebernahme von Eisenbahnmaterial.

²⁾ Specif. Gewicht.

2. Kesselblech von 1·192 m Breite, 4·359 m Länge, 0·013 m Stärke:

$(1·192 \times 4·359 \times 13) \cdot 7·78 =$	
530 Kg	Gewicht des fertigen Blechs,
53	„ = 10 Proc. Abschnitte,
<hr/>	
583 Kg	Gewicht des Rohblechs,
30	„ = 5 Proc. Verlust in der zweiten Hitze,
<hr/>	
613 Kg	Gewicht vor dem Fertigwalzen,
61	„ = 10 Proc. Verlust in der ersten Hitze,
<hr/>	
674 Kg	Gewicht der Bramme,
70	„ = 10 Proc. Schweissverluste,
<hr/>	
744 Kg	Packetgewicht.

Die fertigen Bleche sollen zwar ganz frei von Beulen sein und man lässt sie um dies zu erreichen wohl mehrmals in mehr diagonalen Richtung durchgehen, soweit es die Breite der Walzen erlaubt; um indess möglichst vollständige Ebenheit zu erreichen, bringt man sie nach dem Walzen auf genau abgehobelte gusseiserne Unterlagen und glättet sie dort durch Schläge mit Holzhämmern. Bei sehr starken Blechen benutzt man eine schwere Walze zum Glätten, wie bei den Panzerplatten.

c. Panzerplatten.

Die stärksten Bleche, welche hauptsächlich zur Bekleidung von Kriegsschiffen und Hafenbefestigungen dienen, werden Panzerplatten genannt. Ihre Dimensionen sind durchschnittlich 1·4 m Breite, 0·11 bis 0·13, aber auch bis 0·2 m Stärke.

Man hatte früher geglaubt, durch Zusammenschweissen von Eisen unter dem Hammer bis zu den gewünschten Dimensionen die besten derartigen Platten herstellen zu können, und eine grossartige Fabrikation war in dieser Weise auf der Thames-Eisenhütte bei London eingerichtet worden, aber Schiessversuche zeigten, dass gewalzte Bleche weit mehr aushalten könnten, offenbar wohl, weil die durch die Erschütterung des Hammers in der grossen Masse vor der Abkühlung hervorgerufene grobkörnige Krystallisation eine geringere Haltbarkeit gewährleistet, als die sehnige Structur der gewalzten Platten. Jetzt hat man allgemein den Walzprocess angenommen.

Als Material dienen Puddelluppen, und zwar solche aus möglichst weichem, d. h. kohlenstoffarmem Eisen. Je fünf solcher Luppen von etwa 40 Kg werden zuvörderst zu Brammen ausgehämmt. Die Brammen werden aufeinander gelegt, geschweisst und zu einem Bleche von ca. 2·5 cm Stärke, 32 cm Breite und 1·5 m Länge ausgewalzt. Je 3 bis 5 solcher Bleche werden aufeinandergelegt, abermals geschweisst und zu einem Bleche ausgewalzt, welches bereits annähernd die Dimensionen

der fertigen Platte besitzt. Die Walzen haben 0·63 bis 0·75 m Durchmesser. Die gleiche Zahl solcher Bleche geben dann die fertige Panzerplatte. Sie kommen in einen Schweisssofen, dessen der Grösse der Bleche entsprechender, ca. 1·5 m breiter und 3 m langer Herd von zwei Seiten gefeuert wird. Es gehen Roste der ganzen Länge des Ofens entlang und die Flamme steigt über Feuerbrücken in den überwölbten Herdraum, um durch Oeffnungen in der Sohle in den Feuer canal und zur Esse abzuziehen.

Das unterste Blech wird von einem Kranze in grösseren Zwischenräumen auf der Sohle flach aufliegender feuerfester Ziegel getragen, welche die Umspülung desselben von der Flamme auch auf der Unterseite gestatten. In gleicher Weise wurden früher auch die aufeinander zu schweisenden Bleche von einander getrennt gehalten. Da indessen die Herausnahme der Ziegeln nicht unbedeutende Schwierigkeiten macht und leicht zu starke Abkühlung hervorruft, so legt man jetzt meist kleine Eisencylinder, wie sie beim Lochen starker Bleche erhalten werden, zwischen je zwei Bleche. Diese werden, wie die Bleche selbst, schweisswarm und walzen sich nachher ohne Schwierigkeit mit ein. Werden diese Stängelchen nur abwechselnd gestellt, so bieten sie keinen grossen Widerstand beim Walzen.

Ist das ganze Packet stark schweisswarm, so wird es vermittelt einer grossen Zange, die an einer Kette hängt, herausgezogen. Die Kette schlingt man gewöhnlich um eine der Walzen und lässt bei langsamer Umdrehung das Herausziehen durch die Walzmaschine besorgen. Jedoch kommen neuerdings besser besondere hydraulische oder durch Dampf betriebene Ausziehvorrichtungen zur Anwendung.

Das Packet wird auf die Platte eines auf etwas gegen das Walzwerk geneigten Schienen stehenden Wagens, welcher vorläufig gebremst ist, gezogen. Die Platte dieses Wagens besteht aus einem Rahmen, in welchen parallel zu der Ofenthür und dem Walzwerk leicht gehende Rollen eingelegt sind. Der Wagen wird darauf entbremst und rollt gegen das Walzwerk, in dessen unmittelbarer Nähe er mit den Vorderrädern gegen die hier hakenförmig aufgebogenen Schienen läuft. Durch das Moment der Bewegung gleitet das Packet auf der Rollenplatte des Wagens weiter und gelangt ohne oder mit nur geringer Nachhülfe zwischen die inzwischen in Gang gesetzten Walzen, welche es durchziehen und schweissen. Auf der anderen Seite befindet sich ein Rollentisch, von welchem das Packet nach Umkehrung der Walzenbewegung wieder zurückgelangt. Ein dreibis fünfmaliger Durchgang genügt gewöhnlich zur Fertigstellung der Panzerplatte, da diese letzte Operation weit weniger eine Streckung als vielmehr eine möglichst vollkommene Schweissung bezweckt.

Die fertige Platte wird endlich mittelst eines Laufkrahns aufgenommen und auf eine starke eiserne Unterlagsplatte gebracht, welche auf beiden Seiten an geneigte Ebenen anschliesst. Auf einer derselben liegt, durch Haken festgehalten, eine schwere Rolle, die nunmehr freigegeben

wird und über die Platte läuft. Mehrmaliges Hin- und Herziehen, welches durch das Abrollen von den schiefen Ebenen erleichtert wird, glättet die Panzerplatte hinreichend.

Nach den bisherigen Erfahrungen scheint ein weiches sehniges Eisen das günstigste Material für Panzerplatten zu sein, und alle Versuche, härtere Materialien (Stahl) ganz oder theilweise zu verwenden, sind gegenwärtig noch ohne Erfolg geblieben, jedoch dürfte auch hier das weiche Flusseisen den Vorzug gegen dies Schweisseisen verdienen, wenn nicht etwa grade durch die unvollkommenen Schweissnähte die Erschütterungen des anschlagenden Geschosses gemässigt werden sollten, für welchen Fall einzeln zusammengelegte schwächere Platten noch besser wirken müssten.

Fertigstellung der Bleche.

Da die Bleche ohne begrenzte Breitung hergestellt werden, so erhalten sie nicht nur in der Längsrichtung, sondern auch in der Breitenrichtung zackige (unganze) Ränder. Diese Ränder müssen entfernt werden und dies geschieht bei allen Blechen, welche zu der Art der Schwarzbleche oder der Kesselbleche gehören, durch Scheren; nur bei den ganz starken Arten der Panzerplatten genügen diese Werkzeuge nicht und man muss Stoss- oder Hobelmaschinen anwenden.

Blechscheren ¹⁾.

Die Scheren zerfallen nach der Bewegungsart der Schneiden in Maul- oder Backenscheren, bei denen die eine Schneide feststeht, während die andere um eine horizontale Axe schwingt, in Parallelscheren, bei denen zwar ebenfalls die eine Schneide feststeht, aber die andere senkrecht auf- und niedergeht, und in Circularscheren, bei denen beide Schneiden beweglich sind und den Rand rotirender Scheiben bilden.

Die Schneiden bestehen aus Stahl; bei den beiden ersten Arten von Scheren werden sie so angeordnet, dass sie sich leicht auswechseln lassen; bei den Circularscheren sind sie dagegen mit den Scheiben aus einem Stück. Die gegen einander liegenden Flächen der Scheren sind parallel, der Regel nach vertical gestellt, die äusseren Flächen der Schneiden bilden mit den inneren einen Winkel von 6 bis 8°.

Maul- oder Backenscheren.

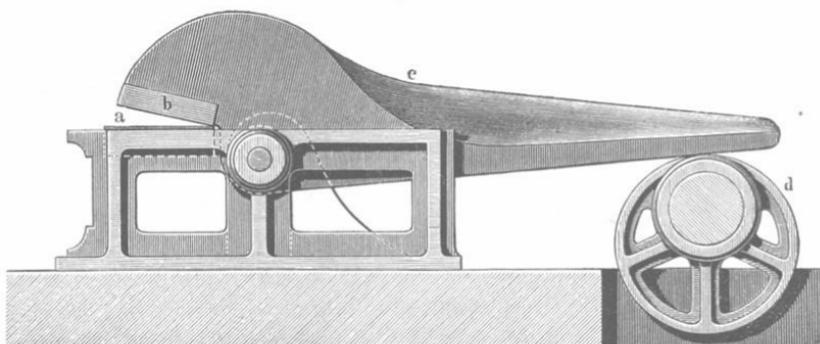
Die Maul- oder Backenscheren dienen zum Beschneiden der Blechsarten von mittlerer Stärke — übrigens auch öfter zum Zerschnei-

¹⁾ Hauer, Hüttenwesensmaschinen S. 576.

den der Stäbe behufs Packetirung derselben, zum Abschneiden der Enden u. s. w. — Sie bestehen aus einem festen Gerüste, an welchem sowohl die festliegende Schneide befestigt ist, als auch die Drehzapfen für den die bewegliche Schneide tragenden doppelarmigen Hebel liegen.

Die einfachste Art solcher Scheren ist in Fig. 333 abgebildet.

Fig. 333.



a ist die festliegende, *b* die am Hebel *c* befestigte bewegliche Schneide. Die Bewegung erfolgt hier durch ein Excentrik *d*, kann aber auch durch Kurbelübertragung u. s. w. geschehen. Statt des graden Hebels wird wohl eben so oft ein Winkelhebel, dessen Angriffspunkt dann unter der Hüttensohle liegt, benutzt. Auch doppelwirkende Scheren kommen vor, bei denen ein Winkelhebel mit hin- und herschaukelndem, zweiarmigem Kopfe angeordnet ist.

Vielfach findet eine Bewegungsübertragung vom Walzwerke aus statt, was abgesehen von der ungleichen Belastung der Walzwerksmaschinen auch noch den Nachtheil hat, dass das Schneiden nur geschehen kann, wenn gleichzeitig gewalzt wird.

Die Maulscheren haben den Nachtheil, sich nicht leicht ausrücken zu lassen. Sie machen 15 bis 20 Schnitt in der Minute. Das in der Zwischenzeit zwischen das Maul geschobene Blech muss daher in grosser Eile gerichtet werden, um den Schnitt genau wirken zu lassen. Ein zweiter Nachtheil liegt darin, dass wenn das zu schneidende Blech länger als das Maul ist, eine sehr starke Spannung der zerschnittenen Eisentheile um den Scherenarm herum stattfindet, wodurch die zerschnittenen Blechtheile verbogen werden.

Um Blech von bestimmter Länge zu schneiden, wird ein Halter am Gerüst angebracht, gegen welchen das Blech jedesmal vorgeschoben wird, so dass ein Vorzeichnen der Breite oder ein jedesmaliges Nachmessen nicht erforderlich wird.

Parallelscheren.

Bleche, welche für Maulscheren zu stark sind, oder welche behufs Erzielung sehr genauer Schnitte eine längere Zeit der Einrichtung bedürfen, werden unter Parallelscheren beschnitten.

Auch bei diesen liegt die feste Schneide in einem mit dem Fundament¹⁾ verbundenen Gerüst. Dies Gerüst ist aber nach oben rahmenförmig verlängert und dient als Führung für die bewegliche Schneide, welche vertical auf- und abbewegt wird, selbst aber behufs allmäliger Ausführung des Schnitts eine Neigung gegen den Horizont von durchschnittlich 7 bis 8°, bei sehr breiten Scheren von nur 3 bis 4° erhält.

Die Figuren 334 bis 337 (a.S. 866 u. 867) zeigen eine solche Schere. Hier wird die bewegliche Schneide gh gegen die festliegende i durch die Excenter e bewegt. Um nun vor dem Schneiden Zeit zum Richten zu erhalten, wird die bewegliche Schneide durch Ausrückung zweier sie mit den stetig bewegten Excentriks verbindenden Stützen f (vermittelt der Hebel mn) still gestellt. Die durch Gegengewichte (welche am Hebelwerke l , Fig. 335, wirken) hinreichend abbalancirte bewegliche Schneide behält ihre hohe Lage so lange bei, bis die genannten Stützen wieder eingedrückt werden.

Mit einer Parallelschere kann man bis 12 Schnitt in der Minute, aber selbstverständlich beliebig weniger machen. Die Breite der Schneiden wird den Blechdimensionen entsprechend gewählt, selten aber über 3 m genommen. Will man die Schere daher zu längeren oder breiteren Blechen benutzen, so müssen die Ständer gekröpft sein (vergl. Fig. 335), damit das Blech Platz erhält.

Je geringer die Hubböhe ist, um so mehr Schnitte können in gleicher Zeit ausgeführt werden, man macht daher die Neigung der beweglichen Schneide so klein als möglich.

Der grösste Widerstand gegen das Abscheren kann nach Hauer¹⁾

$$Q = 2500 \frac{\delta^2}{n} \text{ Kg}$$

gesetzt werden, wenn δ die Blechdicke, n die Neigung der beweglichen Schneide bedeutet²⁾.

Ist also $n = \frac{1}{16}$, so wird $Q = 40\,000 \delta^2 \text{ Kg}$ (δ in Centimetern ausgedrückt).

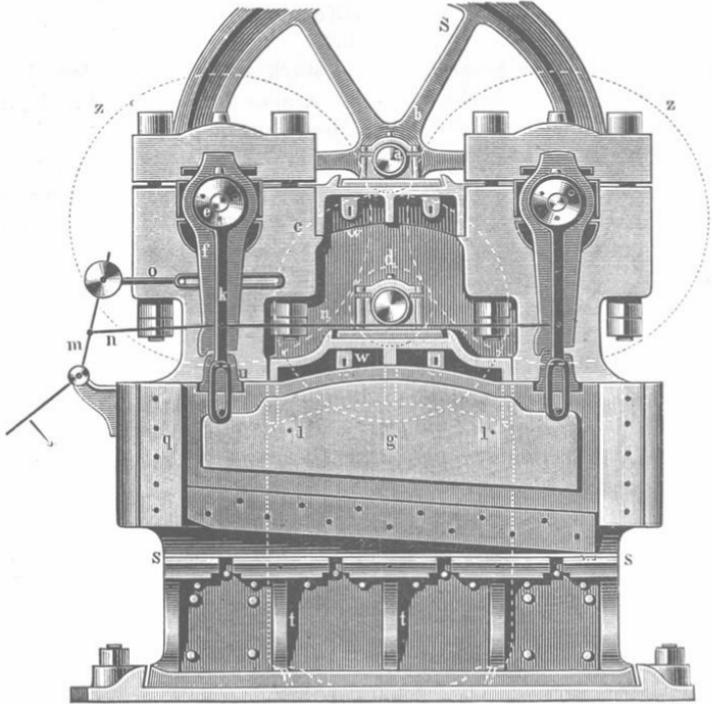
Nach Anderen ist der Arbeitsaufwand einer Schere in Meter-Kilogramm $A = \frac{Q\delta}{100}$, wenn Q der Widerstand des Bleches und δ die

¹⁾ Op. cit. S. 584.

²⁾ Die Schneide durchdringt bei einer Blechdicke δ beim Schneiden auf $\frac{\delta}{n}$ jederzeit das Blech.

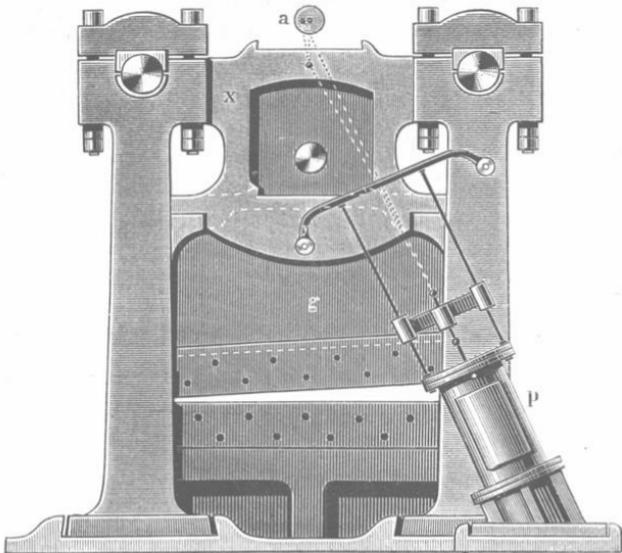
Percy, Metallurgie. II. Abthl. 3.
(Wedding, Schmiedeeisen u. Stahl.)

Fig. 334.

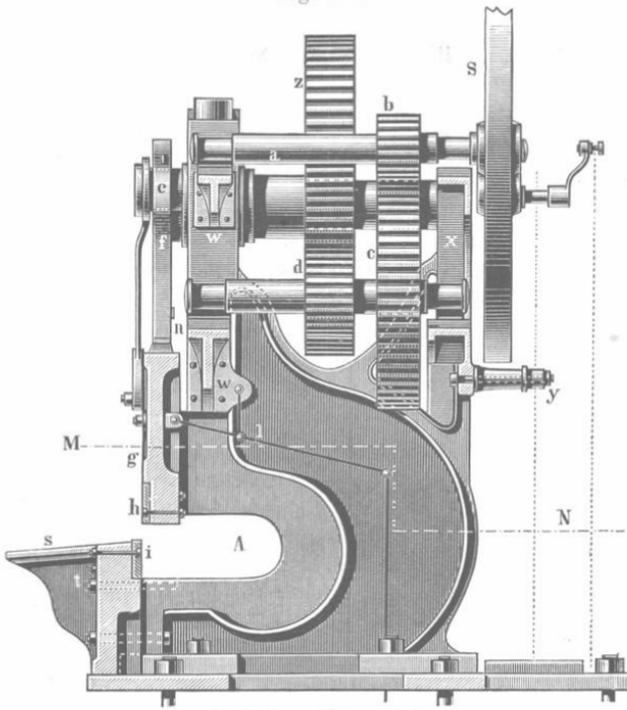


Bleischere, vordere Ansicht.

Fig. 336.

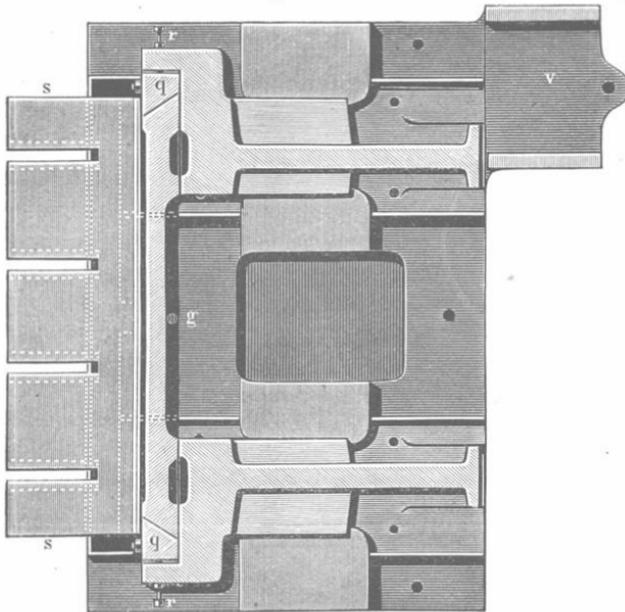


Motor der Bleischere.



Blechscher, Seitenansicht.

Fig. 337.



Grundriss der Blechscher nach M. N.

Dicke des Blechs in Millimetern bezeichnet. Q soll bei einer Blechbreite b und parallelen Schneiden $= 49.5 b \delta$ beim Schneidewinkel $\alpha = 49.5 \delta^2 \cot \alpha$ Kg sein.

Da die Schere um so kürzere Zeit Arbeit leistet, je grösser sie ist, weil das schwere Blech, für welches sie bestimmt ist, nothwendig mehr Arbeit zum Einrichten beansprucht, als ein dünnes und leichtes, so bleibt in der Zwischenzeit grade bei grossen Scheren reichlich Gelegenheit dazu, die überschüssige Maschinenkraft in einem Schwungrade (*S*, Fig. 334 u. 335) aufzusammeln, um sie beim Schnitt selbst zu verwerthen.

Ueber die Betriebskraft macht Hauer folgende Angaben:

„Die mit Dampfkraft betriebenen Parallelscheren von 1.6 bis 2 m Schnittlänge erhalten bei 3 Atmosphären Dampfdruck gewöhnlich einen Cylinder von 20 bis 30 cm Durchmesser, 40 bis 60 cm Hub und 100 bis 150 Doppelhübe pro Minute, dabei 6- bis 18fache Umsetzung, d. h. die Zahl doppelter Kolbenläufe ist 6- bis 18mal so gross, als die Zahl der Schnitte.“

„Bei Dampfmaschinen von den obigen Dimensionen findet man Schwungringe von 1.6 bis 2 m Durchmesser und 800 bis 1200 Kg Gewicht. Es lassen sich mit einer solchen Schere 3.3 cm starke und 1 m breite Bleche schneiden, bei 1.5 m breiten Blechen muss schon ein 1700 Kg schwerer Schwungring angewendet werden.“

„Eine Schere für 2.5 m breite und 4 cm dicke Bleche erfordert bei 120 Umgängen der Kurbelwelle und 12facher Umsetzung einen Cylinder von 0.5 m Durchmesser und 0.5 m Hub und ein Schwungrad von 2.5 m Durchmesser und 300 Kg Gewicht.“

Circularscheren.

Circularscheren kommen nur für sehr schwache und besonders für gleichzeitig lange Bleche zur Anwendung.

Die Scheiben zur Circularschere erhalten je nach der Dicke des Blechs 2 bis 4 cm Stärke und 16 bis 32 cm Durchmesser. Sie greifen um 0.6 bis 1.2 cm übereinander.

Selten kommt es vor, dass an Stelle der einen rotirenden Scheibe eine feststehende, lineare Schneide benutzt wird. In diesem Falle wird entweder die Scheibe an der geraden Schneide entlang bewegt oder die letztere an jener vorbei.

Die Scheiben bestehen meist ganz aus Stahl, so dass sie so lange abgeschliffen werden können, bis ihr Durchmesser zu klein zum Gebrauche wird. Der Regel nach erhalten beide (selbstverständlich in umgekehrter Richtung rotirende) Scheiben einen gleichen Durchmesser.

Das Schneiden des Blechs.

Sind Messvorrichtungen nicht mit der Schere verbunden, so wird auf das fertige Blech die richtige Grösse mit Kreide durch Schnuren oder an Linealen aufgetragen. Bei Maul- und Parallelscheren wird dann das Blech mit der Hand unter die Schere geschoben und frei vor dem Umkippen bewahrt. Bei den Parallelscheren dient eine Tischplatte (s. Fig. 334, 335 u. 337) zur Auflage und zuweilen eine Spannvorrichtung zum Festhalten beim Schnitt.

Für die Circularscheren wendet man einen fahrenden Tisch an, auf welchen das Blech gelegt, und auf dem es gegen die Schere bewegt wird. Der Tisch besitzt ein stellbares Lineal, gegen welches das vorher aus freier Hand an einer oder zwei Kanten beschnittene Blech angelegt wird, um die richtigen Dimensionen zu erhalten.

8. Drahtfabrikation.

Walzdraht. Rundeisen kann man auf 4 bis 6 mm Durchmesser hinab noch walzen, ausnahmsweise kommen sogar gewalzte Sorten von 2 mm Durchmesser vor. So dünne und dabei sehr lange Stäbe nennt man Walzdraht. Zur Herstellung des Walzdrahts dient ein Feineisenwalzwerk von möglichst grosser Umdrehungsgeschwindigkeit. Die Streckung erfolgt hier durch abwechselnde Quadrat- und Ovalkaliber. Die Construction der letzteren ist bereits S. 805 beschrieben. In derselben ist die Breite $b = 1.414 r$, wenn r die Seite des umschriebenen Quadrats bedeutet, und die Höhe $h = 0.5858 r$. Aus dem letzten Ovalkaliber geht dann das Eisen noch in ein Rundkaliber von der Höhe des letzten Ovals. Fig. 338 zeigt eine solche Kaliberreihe.

Fig. 338.



hinaus zu erhitzen pflegt, geht gleichzeitig durch mehrere (2 bis 3) Kaliber, weshalb das Walzen sehr grosse Geschicklichkeit erfordert. In die Hüttensohle eingerammte eiserne Pfähle, um welche das Eisen geführt wird, schützen die Arbeiter vor Verletzungen der Füße. Die Walzen haben 0.4 bis 0.6 m Länge, 0.2 bis 0.3 m Durchmesser und machen 220 bis 250, selbst 300 bis 500 Umdrehungen per Minute (Schnell- oder Courierwalzwerke).

Das Material für den Walzdraht muss ein ganz schlackenfreies Kolbeneisen sein; unter den Schweisseisensorten ist das Feinkorneisen vorzuziehen, aber am besten eignet sich stets Flusseisen oder weicher Gussstahl.

Die Kolben, welche 45 mm im Quadrat und 600 bis 700 mm Länge haben, werden in Schweissöfen, welche einen Herd von 2·32 m Länge und 1·28 m Breite, bei 0·50 m hohen Gewölben besitzen, erhitzt. Man setzt ca. 225 Kg (25 bis 30 Kolben) ein, welche in ca. 12 Minuten warm sind, und in derselben Zeit verwalzt werden.

Beim Austreten aus dem Walzwerk wird der ca. 60 m lange Draht auf eine aus eisernen Stäben bestehende, durch Hand, selten durch das Walzwerk selbst mechanisch gedrehte Trommel aufgewickelt. Das Drahtbündel (Drahtring) wird nun noch warm abgestreift und in verticale, mit einer Schamotteschicht oder einem Sandmantel umgebene Retorten gebracht, in denen es langsam erkaltet.

Hierdurch wird sowohl eine zu starke Oxydation der Oberfläche, als auch eine durch schnelle Abkühlung hervorgerufene Sprödigkeit möglichst vermieden; dennoch ist ersteres nicht ganz zu umgehen und eine ziemlich starke Glühspanbildung unvermeidlich. Man rechnet auf 10 Proc. Abgang.

Beizen und Scheuern des Drahtes. Es folgt daher nach dem Erkalten ein Beizen in verdünnter Schwefelsäure, in welcher 3 Kg sogenannter käuflicher Säure von 66° B. auf 250 Liter Wasser kommen.

Die Säure befindet sich in einem Bassin, welches ca. 50 bis 60 Drahtringe aufzunehmen im Stande ist. Nach 20 Minuten ist die Beizung vollendet, die Drahtringe werden herausgenommen und abgewaschen. Die überschüssige Säure wird durch heisse Kalkmilch neutralisirt.

Das Abwaschen erfolgt unter Zuhülfenahme von mechanischen Reibmitteln und geschieht auf mehrfache Weise. Die üblichste Vorrichtung hierfür ist das Polterwerk, welches aus einer Reihe von doppelarmigen, 3 m langen Hebeln besteht, welche an der einen Seite nach Art der Schwanzhämmer abwechselnd von einer Daumwelle hinabgedrückt werden, worauf das andere Ende, welches mit dem durch einen aufrecht stehenden Stift gehaltenen Drahttring belastet ist, etwa 1 m hoch frei niederfällt und auf einen unterliegenden Sandstein hart aufschlägt. Durch die Erschütterung fällt der Glühspan, welcher durch die Säure gelockert war, ab und wird von dem beständig überfließenden Wasser in einen Sammelkasten geführt. Statt des Polterwerks wendet man auch rotirende Fässer an, in denen unter beständigem Zu- und Abfluss des Wassers durch die durchlochten Wandungen der Glühspan vermittelst der Reibung an Sandsteinstücken abgeseuert wird. Neuerdings wendet man eiserne Trommeln an, welche um eine zur Trommelaxe rechtwinklige Horizontalaxe rotiren und in denen die Drahtringe auf einem Gestell auf- und abfallen.

Man hat vielfach versucht, das Beizen ganz zu umgehen, theils um die Kosten der Säure zu sparen, theils um die grossen Uebelstände, welche für die Nachbarschaft von Drahtwerken durch die abfliessenden und die Gewässer verunreinigenden Beizwasser entstehen, zu vermeiden.

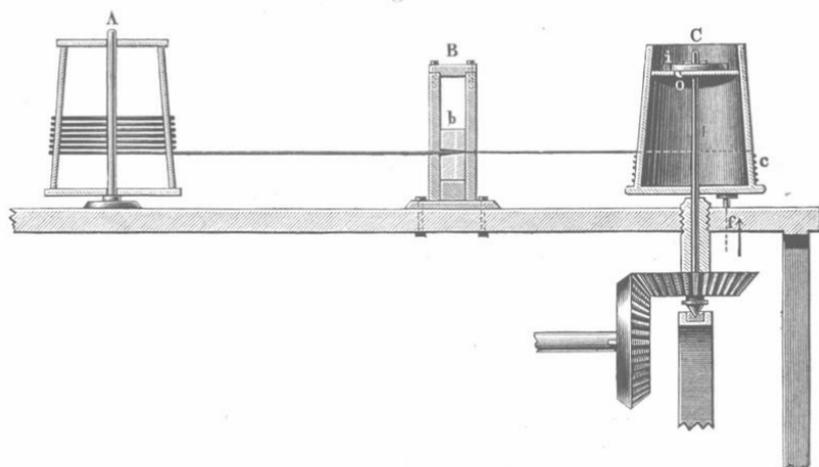
Man biegt zu diesem Zwecke den Draht durch Rollen nach mehreren Richtungen, führt ihn dann durch Schabeisen, Schmirgelwalzen oder Sandkästen, damit der Glühspan losspringt. Nur bei ganz feinen Drähten lohnt sich ein eigentliches Abschmiegeln oder Scheuern mit der Hand.

Ziehen des Drahtes. Der so vorbereitete Draht kommt nun in den Drahtzug, welcher aus einer Reihe von Ziehbanken besteht, auf denen der Draht stetig kleinere Querschnittsdimensionen erhält. Er wird zu diesem Zwecke im kalten Zustande durch eine Anzahl conischer Oeffnungen hindurchgezogen.

Jede Ziehbank besteht aus 1) dem Haspel, auf welchen der zu ziehende Draht aufgelegt wird und von dem derselbe sich abwickelt, 2) dem die Kaliber enthaltenden Zieheisen, 3) der Leier oder Zugtrommel, welche den Draht durch das Zieheisen hindurchzieht.

Eine solche Ziehbank ergibt sich aus nachstehender Figur 339.

Fig. 339.



Drahtzug.

Hassel. Der Haspel *A* besteht aus einer etwas conischen, aus Eisenstäben gebildeten Trommel, welche auf eine auf dem Tische feststehende Axe gesteckt wird und sich auf dieser frei drehen kann. Um ein zu schnelles Abwickeln zu vermeiden, ist zuweilen eine Frictionsfeder angeordnet, welche die Trommel zurückhält.

Das eine Ende des aufgeschobenen Drahttringes wird zugespitzt, um bequem durch das Kaliber zu gehen. Die Zuspitzung geschieht der Regel nach durch Hämmern des in einer kleinen Flamme glühend gemachten

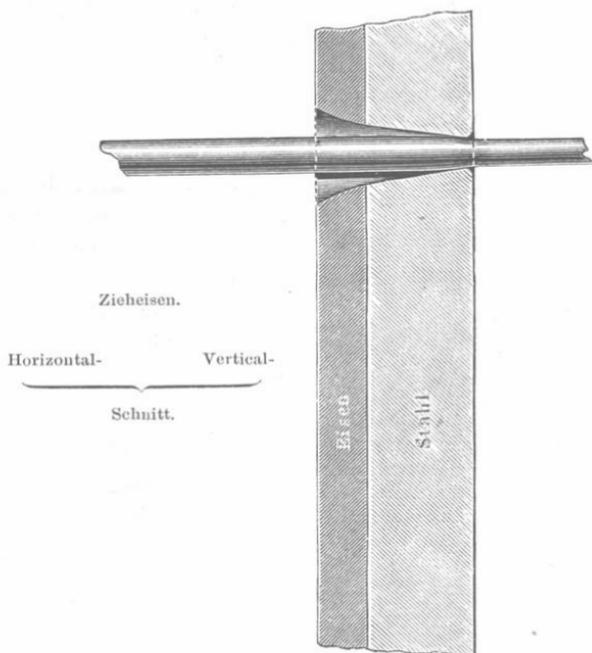
Endes bei stärkeren, durch Abfeilen bei schwächeren Drähten. Zuweilen presst man auch die Spitzen an den erwärmten Draht, was zwar eine besondere Vorrichtung erfordert, aber das einfachste und schnellste Mittel zu sein scheint.

Zieheisen. Das zugespitzte Ende des Drahtes wird durch das Zieheisen (b, Fig. 339) gesteckt. Das Zieheisen ist eine in einen Rahmen (B, Fig. 339) eingefügte Platte, welche der Regel nach aus Eisen und Stahl zusammenschweisst ist (Fig. 340 und 341), für feinere Drahtsorten

Fig. 340.



Fig. 341.



aber ganz aus Stahl, dessen eine Seite gehärtet ist, besteht und für ganz feine zu Präzisionsinstrumenten gebrauchte Drahtsorten sogar Steinlöcher (in Messingplättchen gefasste Rubine, Saphire oder Diamanten) enthält.

Uebrigens darf das Zieheisen weder zu hart noch zu weich sein, sondern muss der Metallhärte des Drahtes gut angepasst werden.

Die Kaliber sind conisch. Sie werden vermittelt sorgfältig zugespitzter und angeschliffener gehärteter Gussstahldorne kalt eingeschlagen. Der Dorn wird auf der Eisenseite angesetzt, so dass also der kleinste Durchmesser auf der härtesten Seite liegt. Im Allgemeinen schlägt man die Löcher stets etwas zu eng und erweitert sie nach genauen Messungen des durchgezogenen Probedrahtes nachträglich erst durch Ausreiben.

Wichtig ist das richtige Maass der Conicität der Löcher. Der Draht darf nur wenig anliegen, wie die Fig. 341 zeigt.

Das Loch wird so hergestellt, dass der Draht die Eisentheile selbst nicht berührt und auch in der Stahlplatte nur etwa auf $\frac{1}{3}$ der Länge ganz anliegt. Bei zu starker Conicität zerreisst der Draht, bei zu geringer erweitert sich das Loch zu schnell. Auch wird bei sehr geringer Conicität eine zu starke Reibung erzeugt, welche ebenfalls ein Abreissen des Drahtes beim Ziehen herbeiführen kann. Eine zu geringe Abnahme in der Kaliberfolge muss daher ebenso vermieden werden, wie eine zu starke.

Das Verhältniss der Verkleinerung ist ein geringeres bei harten (kohlenstoffreichen oder ohne Ausglühen öfters gezogenen) und bei feinen Drähten, als bei weichen oder starken, schwankt aber überhaupt nur zwischen 0·886 und 0·971.

Man wählte früher die Abnahmeverhältnisse so, dass sie gleichzeitig den Dimensionen des verkäuflichen Drahtes entsprachen, d. h. dass man den durch eine Oeffnung gezogenen Draht ebensowohl auf Lager nehmen, als weiterziehen konnte. Seit man indessen in Folge von Vereinbarung auf der Wiener Ausstellung 1873 eine dem Metermaasse angepasste Drahtlehre ¹⁾ gewählt hat, ist dies nicht mehr möglich. Der Nachtheil ist allerdings kein grosser, denn man thut in der Praxis viel besser, das Fertikaliber jedes Drahtes nicht als Vorkaliber für einen anderen zu benutzen.

Damit ein Abschaben des Drahtes beim Austritt aus dem Ziehloche vermieden werde, ist die Kante der Aussenseite etwas abgerundet (Fig. 341).

Beim Ziehen findet eine Zunahme des specifischen Gewichtes statt, es verringert sich daher das Volumen und folglich ist die Länge des gezogenen Drahtes nicht im Quadrat des Durchmessers grösser, als die des Materials. Die Nachstreckung des Drahtes vor dem Ziehisen hebt indessen diese Differenz nicht nur der Regel nach auf, sondern die Länge des gezogenen Drahtes ist sogar oft grösser, als dem Durchmesser entsprechen sollte.

Mit der Geschwindigkeit des Ziehens nimmt der Widerstand zu und ebenso die Härtung des Metalls. Man kann deshalb, da die Festigkeit mit dem wiederholten Ziehen ebenfalls zunimmt, um so schneller ziehen, je feiner der Draht ist, d. h. auch, je öfter er hinter einander gezogen worden ist, erhält aber auch ein um so härteres Product.

¹⁾ Die Nummern dieser aus den Vorschlägen von Ernst zu Hamm hervorgegangenen Drahtlehre geben das Zehnfache des Drahtdurchmessers in Millimetern an, also:

Nr. 1	entspricht einer Drahtdicke von 0·1 mm			
" 2	"	"	"	" 0·2 "
" 10	"	"	"	" 1·0 "
" 20	"	"	"	" 2·0 "
" 100	"	"	"	" 10·0 "

Die Zuggeschwindigkeit in der Secunde beträgt bei 1 mm starkem Draht 1·25 bis 1·5, bei 4 mm starkem nur 0·4, bei 8 mm starkem 0·2 Meter.

Leier. Die Zugkraft wird durch eine von einer Dampfmaschine oder einem Wasserrade in Umdrehung versetzte Trommel oder Leier (*C*, Fig. 339) ausgeübt, welche den ganzen Draht gleichzeitig wieder in Ringform aufwickelt, so dass er von dieser Trommel aufgenommen und direct auf die folgenden Haspel aufgelegt werden kann, um dem folgenden Zuge zu unterliegen. An der Leier wird das Anfangsende des Drahtes vermittelst einer Klemme oder Zange befestigt.

Durch denselben Motor werden zahlreiche Leiern in Bewegung gesetzt, von denen der Regel nach 4 bis 12 auf einem Tische vereinigt und in zwei Reihen angeordnet sind. Es ist also eine Kraftverschwendung, wenn sich nach vollendetem Ziehen eines Drahringes sowohl, als nach einem zufälligen Zerreißen die betreffenden Leiern noch weiter drehen. Aus diesem Grunde sind stets mechanische Vorkehrungen, übrigens sehr mannigfacher Anordnung, getroffen, welche bewirken, dass in solchen Fällen die Leier sofort ausser Betrieb kommt. Der Regel nach wird Reibung benutzt, indem durch einen Stift oder eine Knagge (*o*, Fig. 339) die an dem Motor befestigten, sich stets drehenden Scheiben (*i*) so lange mit der Leier verkuppelt bleiben, als der Zug des Drahtes durch das Bestreben, die Leier in umgekehrter Richtung zu drehen, Reibung hervorruft, während, sobald dieser Zug aufhört, auch die Reibung nachlässt und eine Feder den Stift oder die Knagge emporschnellt, worauf die Leier still steht. Der Stillstand der Leier kann während des Zuges auch durch Bewegung eines Fusstritts oder Handhebels (*f*) erreicht werden.

Grobzug.

Ehe man es verstand, den Draht bis auf wenige Millimeter Stärke zu walzen, zog man das stärkere Rundeisen zuvörderst vermittelst einer Zange durch das Zieheisen. Die Zange legte sich mit ihren Schenkeln oder vermittelst eines besonderen Scharniers auf eine Kette ohne Ende, welche über zwei Rollen gespannt war und durch den Motor in Umdrehung gesetzt wurde; war der horizontale Weg vermittelst der oberen Hälfte der Kette zurückgelegt, so wurde die Zange geöffnet, zurückgeführt und wieder mit dem Draht verbunden. Die hierzu angewendete Vorrichtung ¹⁾ heisst Stoss- oder Schleppzangenziehbank ²⁾. An jedem Angriffspunkte der Zange entsteht eine Einkerbung (Zangenbiss), welche den Draht verunstaltet und in seiner Festigkeit beeinträchtigt.

¹⁾ Vergl. Karmarsch, Technol. S. 216.

²⁾ Man unterscheidet auch zwei Arten in dem Sinne, dass Stosszangen zurückkehren, also denselben Draht mehrfach packen, Schleppzangen den ganzen Draht ohne Unterbrechung ziehen, also immerhin nur kurze Stücke vollenden.

Jetzt wird dieser Theil des Drahtziehens (Grobzug) durch das Walzwerk vertreten.

Der Zug beginnt daher jetzt stets mit dem sogenannten Mittelzug, welcher den Durchmesser allmählig bis auf ca. 1.5 mm reducirt, die weitere Verfeinerung erfolgt auf dem Feinzug.

Mittelzug.

Das Ziehen bis zu der angegebenen Dimension muss behufs Zeitersparniss in solchem Maasse geschehen, dass die Festigkeit des Drahtes grade genügt, um ein Zerreißen zu verhüten. In Folge dessen wird der Draht jedesmal sehr hart und muss zum Theil vor jedem neuen Durchgange, der Regel nach aber nach jedem zweiten oder dritten Durchgange gegläht werden. Dies geschieht in ähnlichen gusseisernen Cylindern, wie beim Walzdraht, nur sind dieselben häufig ringförmig im Querschnitt, so dass also die Flamme sowohl aussen wie innen das Gefäss erwärmt. Ein solcher Cylinder fasst etwa 1500 Kg.

Der geglähete Draht wird wieder in verdünnter Schwefelsäure abgebeizt (8 Proc. Schwefelsäure von 66° B.), mit Wasser abgewaschen und in Kalkwasser getaucht, ehe er zum Ziehen zurückkommt. Vor dem Ziehloche wird eine Büchse mit Talgschmiere angebracht, durch welche der Draht läuft.

Feinzug.

Beim feineren Drahte braucht bis zu 1 mm hinab das Glühen immer nur nach jedem dritten Zug, dann gar nicht mehr zu erfolgen. Von dem feineren Draht entfernt man die Oxydationsschicht durch schwache Säuren, meist organischer Natur, wie sie sich in alter Bierhefe, faulendem Urin und dergleichen finden. Zum Schutze gegen erneute Oxydation lässt man den Draht beim Austritt aus diesen Flüssigkeiten durch eine darauf schwimmende Oelschicht oder einen mit Oel getränkten Schwamm oder Lederlappen laufen, oder verkupfert ihn schwach. Für letzteren Zweck wendet man eine Lauge aus 5 Gewichtstheilen Schwefelsäure, 3 Gewichtstheilen Kupfervitriol und 150 Gewichtstheilen Wasser an. Das Verkupfern wird wohl mehrmals wiederholt, darf aber nur so schwach geschehen, dass die Kupferhaut festhaften bleibt.

Das Verkupfern des Drahtes trägt übrigens auch zur Erhaltung des Zieheisens bei, weil die weichere Kupferhaut alle Unebenheiten des rauheren Eisendrahtes ausgleicht.

9. Herstellung von Eisenproducten unregelmässiger Form.

Fällt die Form des schmiedbaren Eisens weder in die Gruppe des Stabeisens, noch in die des Bleches oder des Drahtes, sondern ist sie ganz unregelmässig begrenzt, so geschieht die Herstellung der Regel nach durch Schmieden auf dem glatten Amboss, dem Hornamboss, oder in Gesenken unter dem mechanisch bewegten Hammer, bei kleineren Gegenständen ganz durch Handarbeit.

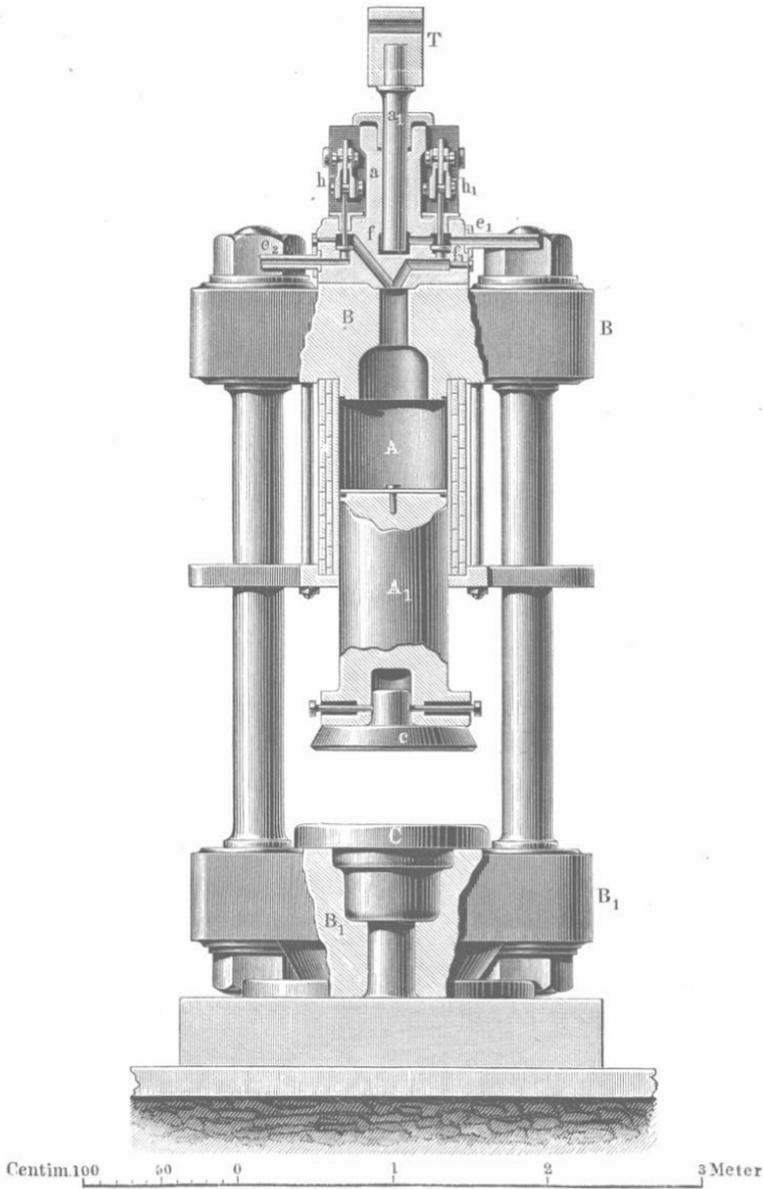
Für viele Gegenstände, deren Herstellung auf diese Weise ebenso kostspielig als zeitraubend wäre, lässt sich indessen auch die Pressarbeit anwenden. Man bedient sich hierzu der hydraulischen Presse nach Haswell'scher Construction, wie sie nebenstehend in Fig. 342 im Durchschnittsabbildung ist. Vermittelt derselben wird das in den weissglühenden Zustand versetzte Eisen in eine meist mehrtheilige eiserne, zuweilen durch Wasser gekühlte Form gepresst, welche während der Arbeit in einer kastenartigen Hülle steht oder von starken Reifen zusammengehalten wird, damit bei dem starken Drucke die Fugen sich nicht öffnen können und Nahtbildung an dem Producte vermieden wird.

Auf diese Weise können sehr complicirte Theile, z. B. Axlager für Locomotiven, hergestellt werden und die Leistungen, namentlich von Borsig in Berlin, auf diesem Felde sind oft erstaunlich. Neuerdings hat man das Verfahren auch auf Speichenräder und andere Gegenstände übertragen.

Die Presse selbst besteht aus einem starken Gerüst BB_1 (Fig. 342) in dessen unteren Theil die Unterlage (Amboss oder Gesenk C) eingesetzt ist, während der obere Theil den hydraulischen Cylinder A trägt. Der Kolben A_1 ist mit einem leicht wechselbaren Einsatzstück (Hammerbahn oder Gesenk c) versehen. Der kleine Kolben a_1 , welcher sich in dem Cylinder a bewegt, ist mit einem (im Durchschnitte gezeichneten) Kopfe T ausgerüstet und vermittelt zweier Stangen mit dem Presskolben A_1 fest verbunden. e_1 und e_2 stellen die Wasserzulass- und Abfluss-Canäle dar, während das Ventil f_1 die Verbindung zwischen den Wasserpumpen und dem Presscylinder A vermittelt, und f ebenso die Auslassröhre sperrt oder öffnet. Beide Ventile (f und f_1) werden mittelst zweier im Durchschnitt gezeichneter Hebel h und h_1 durch Dampfkolben oder mit Hand in Bewegung gesetzt. Die Ausflussröhre e_2 steht mit einem Cylinder in Verbindung, in welchem sich ein Kolben bewegt. Das Austrittswasser hebt diesen Kolben und kann zum Speisen der Pumpen benutzt werden.

Der Gang der Presse ist folgender: Bei geöffnetem Ventil f und geschlossenem Ventil f_1 wird Wasser unter den kleinen Kolben a_1 ge-

Fig. 342.



pumpt. Dieser hebt sich und den angeschlossenen grossen Kolben A_1 , während das in A befindliche Wasser durch e_2 austritt und in den ausserhalb stehenden Cylinder gelangt. Nun wird, nachdem das zu pressende Eisen eingelegt ist, über den Kolben des letzteren Cylinders Dampf geleitet. Der Kolben sinkt, presst das Wasser durch e_2 nach A und den Kolben A_1 schnell auf das Eisen. Dann wird Ventil f geschlossen und durch die Pumpen oder aus einem Accumulator langsamer directer Druck gegeben.

Die abgebildete Presse ¹⁾ ist auf einen Druck von mehr als $1\frac{1}{2}$ Millionen Kilogramm berechnet.

¹⁾ Bullet. de la soc. de l'industr. min. t. IX, p. 53.